

ISSN 2410-7360 (Print)  
ISSN 2411-3913 (Online)

Міністерство освіти і науки України

# **ВІСНИК**

**ХАРКІВСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
імені В. Н. КАРАЗІНА**

СЕРІЯ  
**“ГЕОЛОГІЯ. ГЕОГРАФІЯ. ЕКОЛОГІЯ”**

<><><><><><><><><><><><><><>

**Випуск 47**

<><><><><><><><><><><><><><>

Заснована 1970 року

Харків  
2017

У віснику розглянуто питання взаємодії суспільства і природи, раціонального використання та охорони природного середовища. Відображено результати досліджень у галузі геології, геохімії, гідрогеології, географії, екології та соціально-економічної географії.

Для науковців, фахівців і викладачів вищих закладів освіти.

В вестнике рассмотрены вопросы взаимодействия общества и природы, рационального использования и охраны природной среды. Отражены результаты исследований в области геологии, геохимии, гидрогеологии, географии, экологии и социально-экономической географии. Для научных работников, специалистов и преподавателей ВУЗов.

Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology" is devoted to the modern studies in the field of geology, geochemistry, hydrogeology, ecology and social and economic geography.

"Visnyk" is intended for scientists, specialists and high school lecturers.

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 17 від 27.11.2017 р.).

**Редакційна колегія:** д. геогр. н., проф. *К. А. Немець* (голова редколегії); *О. В. Чуєнко* (відповідальний секретар); д. геол.-мін. н., проф. *І. В. Височанський*; д. геогр. н., проф. *А. П. Голіков*; д. геогр. н., проф. *С. В. Костріков*; д. геогр. н., проф. *О. М. Крайнюков*; д. геол.-мін. н., проф. *А. І. Лур'є*; д. геогр. н., проф. *А. Н. Некос*; д. геогр. н., проф. *Л. М. Немець*; д. геогр. н., проф. *В. А. Пересадько*; д. геол.-мін. н., проф. *В. Г. Суярко*; д. техн. н., проф. *І. М. Фик*; д. техн. н., проф. *І. Г. Черваньов* (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна); д. техн. н., проф. *В. С. Білецький* (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка); д. геол.-мін. н., проф., член-кор. НАНУ *Е. Я. Жовинський* (Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка); д. геол.-мін. н., проф. *В. М. Загнітко* (Інститут геології Київського національного університету імені Тараса Шевченка); д. фіз.-мат. н., проф. *Г. Д. Коваленко* (науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»).

**Іноземні члени редколегії:** д. географії, проф. *О. С. Володченко* (Інститут картографії Дрезденського технічного університету, Німеччина); д. геогр. н., проф., зав. каф. географії, геоекології та безпеки життєдіяльності *А. Г. Корнілов* (Белгородський державний національний дослідницький університет «БелГУ», РФ); д. геогр. н., проф., декан факультету гірської справи та природокористування *О. М. Петін* («БелГУ», РФ); д. геології, проф., декан факультету геології *Ахмет Сасмаз* (Фіратський університет, Туреччина); д. географії, проф., завідувач кафедри географії і туризму *С. А. Станайтіс* (Литовський університет освітніх наук, Литва); проф. кафедри геології факультету природничих наук *Адель Хегаб* (Асьютський Університет, Єгипет); декан факультету гірничої справи, екології, керування процесами та геотехнології, проф. *Мичал Челар* (Кошицький Технічний університет, Словаччина).

«Вісник» є фаховим виданням у галузі геології і географії (наказ МОН України № 1328 від 21.12.2015 р.) та входить до наступних міжнародних баз даних: *WorldCat*, *BASE* (Bielefeld Academic Search Engine), *ResearchBible*, *TIB/UB* (German National Library of Science and Technology, University Library Hannover), *SBB* (Staatsbibliothek zu Berlin), *Ulrich's Periodicals Directory*, *EBSCO*, *Index Copernicus*.

**Адреса редакційної колегії:** Україна, 61022, Харків, майдан Свободи, 4, ХНУ імені В. Н. Каразіна, факультет геології, географії, рекреації і туризму, тел. (057) 707-53-56;

e-mail: [geoeco-series@karazin.ua](mailto:geoeco-series@karazin.ua);

сайт: <http://journals.uran.ua/geoeco>, <http://periodicals.karazin.ua/geoeco>

Тексти статей представлені у авторській редакції. Автори несуть повну відповідальність за зміст статей, а також добір, точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей.

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21574-11474 Р від 20.08.2015.

## З М І С Т

## ГЕОЛОГІЯ

<i>Барташук О. В.</i> СИСТЕМНА ОРГАНІЗАЦІЯ ДИЗ'ЮНКТИВНОЇ ТЕКТОНІКИ КОНСОЛІДОВАНОГО ФУНДАМЕНТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ПАЛЕОРИФТУ. ЧАСТИНА 2. ЛІНІЙНІ ЗОНИ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ЗДВИГОВИХ ДИСЛОКАЦІЙ РИФТОВОГО ЕТАПУ .....	7
<i>Брикс А. Л., Негода Ю. О.</i> ТРАНСФОРМАЦІЯ ІММОБІЛЬНОЇ ЧАСТИНИ СКУПЧЕНЬ ЛЕГКИХ НАФТОПРОДУКТІВ В ГЕОЛОГІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ .....	18
<i>Матвеев А. В., Колосова І. В., Курєпа Я. С., Синєгубка В. В., Шоміна А. Д.</i> ПАЛЕОНТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРОНСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ЗАХІДНОГО СХИЛУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА .....	26
<i>Мокрицкая Т. П.</i> К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ, ФАКТОРАХ И КРИТЕРИЯХ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА В ГРАНИЦАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....	38
<i>Поверєнний С. Ф., Лур'є А. Й., Піддубна О. В.</i> ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОРИСТОСТІ СЛАБОЗЦЕМЕНТОВАНИХ І СИПКИХ ПОРІД .....	42
<i>Рудий М. Г.</i> МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННА БАЗА АГРОРУДИ НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ..	56
<i>Суярко В. Г., Сухов В. В., Чуєнко О. В.</i> ГІДРОГЕОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ У КАРБОНАТНИХ ПОРОДАХ. ЧАСТИНА І. СУФОЗІЯ ..	64

## ГЕОГРАФІЯ

<i>Венгрин Д. В., Сегіда К. Ю.</i> ТИПІЗАЦІЯ РЕГІОНАЛЬНИХ УРБАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ .....	71
<i>Воровка В. П.</i> ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯМ У ПРИБЕРЕЖНІЙ СМУЗІ АЗОВСЬКОГО МОРЯ .....	77
<i>Гусєва Н. В., Задєсенцев О. М.</i> ДЕМОГРАФІЧНА ДЕГРАДАЦІЯ СЄВЄРОДОНЕЦЬКО-ЛИСИЧАНСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ В ПОСТРАДЯНСЬКИЙ ПЕРІОД .....	84
<i>Husieva N. V., Kucheryava G. O., Suptelo O. S.</i> CONCEPT OF WORLD CITIES: HUMAN-GEOGRAPHICAL APPROACH .....	91
<i>Дєдов О. В., Пасічняк В. І., Нагрибецький М. І.</i> ҐРУНТИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН: АДАПТАЦІЯ, РЕАДАПТАЦІЯ, ПРЕАДАПТАЦІЯ? .....	100
<i>Кравченко К. О.</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОЗСЕЛЕННЯ НАСЕЛЕННЯ РЕГІОНУ .....	106
<i>Мазигова А. В.</i> DEFINING OPTIMAL WAYS OF KHARKIV'S SOCIAL-ECONOMIC DEVELOPMENT BY COMPONENT ANALYSIS .....	115
<i>Машика Г. В.</i> ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГОСПОДАРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ .....	122
<i>Niemets L. M., Lohvynova M. A.</i> SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE OF THE KHARKIV REGION .....	133
<i>Попович Н. В., Пересадыко В. А.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ Й ДОЦІЛЬНОСТІ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЙ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ .....	139

<i>Rezunenko V. A., Kobchenko Yu. F., Kobchenko O. Yu.</i> METHOD OF MATHEMATICAL MODELING IN THE MELIORATIVE GEOGRAPHY AND RECREATION .....	145
<i>Reshetchenko S. I., Cherkashyna N. I., Babaieva O. V.</i> PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL PRINCIPLES OF TOURIST CLUSTER'S FORMATION IN KHARKIV REGION .....	149
<i>Сінна О. І., Попов В. С., Утевський А. Ю.</i> МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЛЬЄФУ ДНА АКВАТОРІЙ ЗАСОБАМИ ГІС (НА ПРИКЛАДІ РАЙОНУ УКРАЇНСЬКОЇ АНТАРКТИЧНОЇ СТАНЦІЇ «АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ») .....	153
<i>Самчук Є. В.</i> ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ АТМОСФЕРНОГО БЛОКУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЄВРОАТЛАНТИЧНОГО СЕКТОРУ ПІВНІЧНОЇ ПІВКУЛІ ЗА ПЕРІОД 1976-2015 РОКИ .....	160
<i>Чуєв О. С.</i> ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПОШУКУ ПРИДАТНОЇ ДІЛЯНКИ МІСТА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ .....	169

## **ЕКОЛОГІЯ**

<i>Бодня О. В., Овчаренко А. В., Черваньов І. Г.</i> ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ КОРОТКОЧАСНИХ ТРЕНДІВ ЗМІНИ СТРУКТУРИ ТЕРИТОРІЇ НПП «СЛОБОЖАНСЬКИЙ» ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ PLANETSCOPE .....	176
<i>Кононенко А. В.</i> ГЕОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ «ВІКОН» (НА ПРИКЛАДІ КРЕЙДОВИХ ВОДОЗАБОРІВ СХІДНОЇ УКРАЇНИ) .....	182
<i>Левонюк С. М.</i> ГІДРОГЕОЛОГІЧНА ЗАХИЩЕНІСТЬ БУЧАЦЬКО-КАНІВСЬКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСУ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДДАБ ВІД МОЖЛИВОГО ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ .....	191
<i>Прибилова В. М.</i> ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	198
<i>Соколов В. А., Удалов І. В.</i> ДОСТОВЕРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ, КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ .....	206
<i>Чомко Д. Ф., Рева М. В., Чомко Ф. В.</i> ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВИХ ВОД НАФТОВИХ РОДОВИЩ СХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ .....	211

## **ХРОНІКА**

ДО ЮВІЛЕЮ Костянтина Аркадійовича НЕМЦЯ .....	218
---	-----

<b>РЕФЕРАТИ</b> .....	220
-----------------------	-----

<b>ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО «ВІСНИКА ХАРКІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ»</b> .....	265
---	-----

## CONTENT

### GEOLOGY

<i>Bartashchuk O. V.</i> SYSTEM ORGANIZATION OF DISJUNCTIVE TECTONICS IN CONSOLIDATED BASEMENT OF DNIPRO-DONETS PALEORIFT .....	7
<i>Bricks A. L., Negoda Iu. O.</i> TRANSFORMATION OF THE IMMOBILE PART OF THE LIGHT PETROLEUM PRODUCTS IN THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT .....	18
<i>Matveyev A. V., Kolosova I. V., Kurepa Ya. S., Sinegubka V. V., Shomina A. D.</i> PALEONTOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TURONIAN DEPOSITS ON THE WESTERN SLOPE OF THE UKRAINIAN SHIELD .....	26
<i>Mokritskaya T. P.</i> TO THE QUESTION OF CONDITIONS, FACTORS AND CRITERIA OF GEODYNAMIC RISK IN THE BOUNDARIES OF URBAN AREAS .....	38
<i>Poverenniy S. F., Lurye A. I., Pidubna O. V.</i> DETERMINATION OF POROSITY IN SEMI-CONSOLIDATED AND LOOSE ROCKS .....	42
<i>Rudy M. H.</i> MINERAL AND RAW MATERIAL BASE OF AGRONOMICAL ORE IN KHARKIV REGION ....	56
<i>Suyarko V. G., Sukhov V. V., Chuyenko O. V.</i> HYDROGEODODYNAMIC PROCESSES IN CARBONATE ROCKS. PART I. SUFFOSION .....	64

### GEOGRAPHY

<i>Vengrin D. V., Sehida K. Yu.</i> TYPIZATION OF THE REGIONAL URBAN PROCESSES IN UKRAINE .....	71
<i>Vorovka V. P.</i> NATURAL RESOURCES MANAGEMENT IN THE COASTAL STRIP OF THE AZOV SEA .....	77
<i>Husieva N. V., Zadiesientsev O. M.</i> DEMOGRAPHIC DEGRADATION OF SEVERODONETSK-LYSYCHANSK AGGLOMERATION IN THE POST-SOVIET PERIOD .....	84
<i>Husieva N. V., Kucheriava G. O., Suptelo O. S.</i> CONCEPT OF WORLD CITIES: HUMAN-GEOGRAPHICAL APPROACH .....	91
<i>Dyedov O. V., Pasichnyak V. I., Nahrybets'kyi M. I.</i> SOILS UNDER CONDITION OF CLIMATE CHANGES: ADAPTATION, PREADAPTATION, READAPTATION? .....	100
<i>Kravchenko K. O.</i> GEOINFORMATION SYSTEMS USE IN THE INVESTIGATION OF REGIONAL POPULATION GROWTH .....	106
<i>Mazurova A. V.</i> DEFINING OPTIMAL WAYS OF KHARKIV'S SOCIAL-ECONOMIC DEVELOPMENT BY COMPONENT ANALYSIS .....	115
<i>Mashika H. V.</i> INNOVATIVE APPROACHES TO SOCIAL GEOGRAPHICAL RESEARCH AND EFFECTIVE USE OF ECONOMIC POTENTIAL OF THE CARPATHIAN REGION .....	122
<i>Niemets L. M., Lohvynova M. A.</i> SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN KHARKIV REGION .....	133
<i>Popovych N. V., Peresadko V. A.</i> CARTOGRAPHIC SUPPORT FOR TERRITORIAL DEVELOPMENT STRATEGIES: ACTUALITY, PRESENT STATE AND PERSPECTIVES .....	139
<i>Resunenko V. A., Kobchenko Yu. F., Kobchenko O. Yu.</i> METHOD OF MATHEMATICAL MODELING IN THE MELIORATIVE GEOGRAPHY AND RECREATION .....	145

<i>Reshetchenko S. I., Cherkashyna N. I., Babaieva O. V.</i> PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL PRINCIPLES OF TOURIST CLUSTER'S FORMATION IN KHARKIV REGION .....	149
<i>Sinna O. I., Popov V. S., Utevsky A. Yu.</i> MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE BOTTOM RELIEF OF WATER AREAS USING GIS (ON THE EXAMPLE OF THE AREA IN THE UKRAINIAN ANTARCTIC STATION "ACADEMIC VERNADSKY") .....	153
<i>Samchuk Ye. V.</i> SPATIOTEMPORAL VARIABILITY OF ATMOSPHERIC BLOCKING WITHIN NORTHERN HEMISPHERE OF EURO-ATLANTIC SECTOR DURING 1976-2015 .....	160
<i>Chuiiev O. S.</i> SOLVING THE PROBLEM OF SEARCH FOR A SUITABLE CITY AREA USING SPATIAL ANALYSIS .....	169

## **ECOLOGY**

<i>Bodnia O. V., Ovcharenko A. Ju., Chervanuov I. G.</i> GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF SHORT-TERM TRENDS CHANGES IN THE STRUCTURE OF NPP "SLOBOZHANSKIY" TERRITORY BASED ON SATELLITE IMAGERY PLANETSCOPE .....	176
<i>Kononenko A. V.</i> GEOLOGICAL AND ECOLOGICAL PRECONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROGEOLOGICAL "WINDOWS" (BY EXAMPLE OF CRETACEOUS WATER INTAKES IN EASTERN UKRAINE) .....	182
<i>Levoniuk S. M.</i> HYDROGEOLOGICAL PROTECTION OF THE BUCHAK-KANIV AQUIFER COMPLEX IN THE CENTRAL PART OF DNIPRO-DONETSK ARTESIAN BASIN FROM POSSIBLE TECHNOLOGICAL CONTAMINATION .....	191
<i>Pribilova V. N.</i> ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL POLLUTION SOURCES INFLUENCE ON UNDERGROUND WATER ON THE TERRITORY OF KHARKIV REGION .....	198
<i>Sokolov V. A., Udalov I. V.</i> AUTHENTIC INFORMATION ON THE NATURAL-TECHNOGENIC GEOLOGICAL ENVIRONMENT AS A FACTOR OF REDUCING ENVIRONMENTAL RISKS .....	206
<i>Chomko D. F., Reva M. V., Chomko F. V.</i> ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF BY-PASS WATER DEPOSITS USE IN THE EASTERN OIL REGION OF UKRAINE .....	211

## **CHRONICLE**

TO MARK THE ANNIVERSARY OF Konstantin Arkadijovich NIEMETS .....	218
--	-----

<b>ABSTRACTS</b> .....	220
------------------------	-----

<b>REQUIREMENTS TO THE MATERIALS SUBMITTED TO THE "VISNYK OF V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY"</b> .....	265
---	-----

# ГЕОЛОГІЯ

УДК 551.243.8:550.8(477)

**О. В. Барташук**, к. геол. н., зав. відділу,  
Український науково-дослідний інститут природних газів

## СИСТЕМНА ОРГАНІЗАЦІЯ ДИЗ'ЮНКТИВНОЇ ТЕКТОНІКИ КОНСОЛІДОВАНОГО ФУНДАМЕНТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ПАЛЕОРИФТУ. ЧАСТИНА 2. ЛІНІЙНІ ЗОНИ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ЗДВИГОВИХ ДИСЛОКАЦІЙ РИФТОВОГО ЕТАПУ

Стаття є другою із трилогії, що висвітлює геологічну будову та геодинамічну еволюцію протерозойського кристалічного фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту. Розглянуто просторове розміщення, палеотектонічну позицію та палеогеодинамічні умови формування давніх рифтогенних систем розломів. На основі реконструкції головних параметрів напружено-деформаційного стану земної кори на етапі рифтингу, проведено моделювання кінематики формування рифту. Показано, що рифтинг відбувався в загальноплитній колізійній геодинамічній обстановці в умовах інтерференції локального горизонтально-здвигового поля палеонапруг із тангенційною складовою розтягнення. За таких геодинамічних умов у зонах динамічного впливу практично усіх регіональних систем диз'юнктивних порушень формувались лінійні зони концентрації горизонтально-здвигових дислокацій з утворенням в їх межах типових ансамблів вторинних деформаційних здвигових структурно-кінематичних парагенезів. Механізмом рифтингу обгрунтований пружний розрив з розсуванням "холодної" континентальної земної кори. Головну роль в механізмі рифтингу відігравали трансформні розломи, що були сформовані за структурними напрямками поперечних трансрегіональних систем порушень. Вони слугували своєрідними тектонічними "рейками", по яких розсувалися протилежні борти первинних мегасегментів – суббасейнів (pull-apart basin), які згодом, об'єднавшись, створили крупну спільну внутрішньоплітну рифтову систему.

**Ключові слова:** здвигова тектоніка, лінійні зони дислокацій, геодинамічні напруження, кінематика, рифтинг.

**А. В. Барташук. СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДИЗ'ЮНКТИВНОЙ ТЕКТониКИ КОНСОЛИДИРОВАННОГО ФУНДАМЕНТА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО ПАЛЕОРИФТА. ЧАСТЬ 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЗОНЫ ГОРИЗОНТАЛЬНО-СДВИГОВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ РИФТОВОГО ЭТАПА.** Статья является второй из трилогии, освещающей геологическое строение и геодинамическую эволюцию протерозойского кристаллического фундамента Днепровско-Донецкого палеорифта. Рассмотрены пространственное размещение, палеотектоническая позиция и палеогеодинамические условия формирования древних рифтогенных систем разломов. На основе реконструкции главных параметров напряженно-деформационного состояния земной коры на этапе рифтинга проведено моделирование кинематики формирования рифта. Показано, что рифтинг происходил в общеплитной коллизионной геодинамической обстановке в условиях интерференции локального горизонтально-сдвигового поля палеонапряжений с тангенциальной составляющей растяжения. В таких геодинамических условиях, в зонах динамического влияния практически всех региональных систем диз'юнктивных нарушений формировались линейные зоны концентрации горизонтально-сдвиговых дислокаций с образованием в их пределах типичных ансамблей вторичных деформационных сдвиговых структурно-кинематических парагенезов. Механизмом рифтинга обоснован упругий разрыв с раздвижением "холодной" континентальной земной коры. Главную роль в формировании рифта играли трансформные разломы, сформированные вдоль структурных направлений поперечных трансрегиональных систем нарушений. Они служили своеобразными тектоническими "рейсами", по которым раздвигались противоположные борты первичных мегасегментов – суббасейнов (pull-apart basin), которые, впоследствии, объединившись, образовали единую внутриплитную рифтовую систему.

**Ключевые слова:** сдвиговая тектоника, линейные зоны дислокаций, геодинамические напряжения, кинематика, рифтинг.

**Вступ.** Останнім часом з'являється все більше геолого-геофізичних даних, що вказують на велику роль здвигових тектонічних порушень у геологічній будові всіх типів і масштабів геоструктур на території України, однак вони досі залишаються слабо вивченими за відсутності цілеспрямованих, систематичних регіональних досліджень.

Здвиги із горизонтальною компонентою зміщення, в першу чергу за даними І. Чебаненка, який вніс найбільш вагомий внесок в їх вивчення, мають тут прояв в усіх різновікових, від давніх – архей-протерозойських, до актуальних – антропогенових, геологічних структурах самого різного масштабу. За тектонічним впливом, особливостям динаміки і кінематики, геоморфологічною виразністю та проявом у спостережених по-

тенційних геофізичних полях в геоструктурах України виділяються успадковані фрагменти первинної планетарної мережі мезотріщинуватості і супряжені з ними, підпорядковані системи різнорангових здвигів, скидо-здвигов, підкидо-здвигов, розсувів, більшість з яких мають також ротаційну складову переміщень. Системи регіональних і планетарних розломів з горизонтальною складовою пересувань на етапах тектогенезу розвивались супряжено за рахунок загальнопланетарних тектонічних напружень, що виникали в літосфері в результаті впливу ротаційних, ендогенних та космічних сил, створивши єдину геодинамічну систему нескінченної тектонічної розподільності літосфери.

Пізнання здвигової тектоніки від'ємних внутрішньоплітних геоструктур, до яких приурочені

осадочні басейни, в тому числі Дніпровсько-Донецький палеорифт із однойменним нафтогазоносним басейном в його межах, має важливе прикладне значення, завдяки структуроконтролюючій ролі здвигових типів порушень, що зумовлюють просторове поширення різноманітних тектоно-магматичних центрів, зон валоподібних піднять, структурно-фаціальних зон, солянокупольних суббасейнів та ін., в межах яких локалізуються родовища нафти і газу.

**Огляд попередніх досліджень.** Експериментальними та польовими тектонофізичними дослідженнями здвигової тектоніки встановлено, що найбільш виразними формами її прояву у земній корі є вторинні деформаційні структури, які формуються у внутрішніх зонах горизонтально-звигових дислокацій. Класичні експерименти з моделювання здвигових зон виконані Н. Cloos (1928), W. Riedel (1929), L. Moody, M. Nil (1956), J. Tchalenko (1970), С. Стояновим (1977), М. Гзовським (1975), С. Шерманом (1977), польові дослідження – О. Гінтовим та ін. (2005) [1-8].

Дослідниками тектоніки України в кінематиці всіх трансрегіональних і більшості регіональних та крупних зональних тектонічних порушень визначено наявність горизонтально-звигової компоненти [9-14]. Наприклад, на тектонічній карті південної частини Скіфської плити масштабу 1 : 5 000 000 (А. Муратов, 1966) в південній частині українського щита (УЩ) показані системи супряжених здвигів та скидо-здвигов північного, північно-східного і північно-західного напрямків із горизонтальним переміщенням по них від 2 до 30 км. Найбільші амплітуди зафіксовані по трансрегіональних субмеридіональних розломах: Одеському – правий здвиг із зміщенням близько 30 км, Каховсько-Белгородському – лівий здвиг амплітудою до 25 км.

І. Чебаненком та ін. (1991) здвигові дислокації діагностовані за даними геоморфологічних та дистанційних досліджень на УЩ, Воронезькій антеклізі (ВА) та в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) у системах глибинних трансрегіональних розломів (рис. 1). Зокрема, крайові субширотні порушення Прип'ятьсько-Маницької та Барановицько-Астраханської систем (в межах Дніпровсько-Донецького палеорифту їх складають, відповідно, Лоевсько-Ровенківська та Чорнобильсько-Дніпровська системи крайових розломів) діагностовано як скидо-здвиги, що мають горизонтальні амплітуди до 5 км та правосторонню кінематику. Субмеридіональні поперечні розломи Криворізько-Кременчуцької, Оріхово-Павлоградської, Західно-Інгулецької та ін. систем віднесені до підкидо-звигового типу із лівою кінематикою і амплітудами до 25-30 км.

За даними І. Чебаненка (1977), зони бортових порушень у східній частині ДДЗ були здвинуті на північний схід до 5 км в плані, що чітко відбивається у зонах зчленування південного сходу ДДЗ та Донбаської складчастої споруди (ДДС) із Приазовським та Воронезьким кристалічними масивами. Загальне горизонтальне зміщення східної частини Дніпровсько-Донецької частини Прип'ятьсько-Донецького авлакогену, в порівнянні із західною, Прип'ятьсько-Чернігівською, оцінюється у 50-60 км.

О. Лукін та ін. (2012), за даними регіональних досліджень докембрійського фундаменту в межах ВА та структурного картування девонських строкатокольорових ефузивно-осадкових відкладів в північній прибортовій зоні ДДЗ, підтвердили уявлення про здвигову природу північного крайового порушення, діагностувавши його скидо-здвигом. Важливим є їх висновок про неодноразову активізацію здвигової тектоніки на пострифтових етапах еволюції ДПП в колізійних обстановках загального стискання, особливо в ранній пермі, ранньому тріасі (коренівський час), палеоцені та міоцен-антропогені. Доказом прояву здвигової тектоніки в мезозойську фазу тектогенезу вони наводять ромбовидні в плані контури ранньопермських соленосних депресій, на що раніше було звернено увагу Т. Пашовою (1976).

В. Корчемагін, В. Ємець (1987), вивчаючи тектоніку ДДС та Східного Приазов'я, встановили, що глибинні регіональні та крупні зональні розломи мають горизонтальну компоненту зміщення: зокрема, поздовжні бортові та прибортові диз'юнктиви є підкидо-здвигами і мають падіння до вісі геоструктури, в той час як поперечні системи розломів є скидо-здвигами. До здвигів із східними напрямками падіння площин в межах дислокаційних зон фундаменту приурочені вторинні деформаційні структури, що були сформовані за механізмами поздовжнього вигинання при загальному стисканні.

По результатах регіональних тектонофізичних досліджень (О. Барташук, 2016) була створена нова концептуальна просторово-часова модель геодинамічної еволюції ДДП. На підставі реконструкції полів геодинамічних напружень рифтового та інверсійного етапів розвитку були визначені просторово-часові параметри односпрямованого процесу інверсії напружено-деформаційного стану земної кори у фанерозойських епохах тектогенезу (рис. 4 в [13]). Показано, що на етапі континентального рифтінгу в колізійних геодинамічних умовах загальноплитної транспресії мали переважати горизонтально-звигові механізми активізації рифтогенної північно-західної системи регіональних розломів, головні структу-



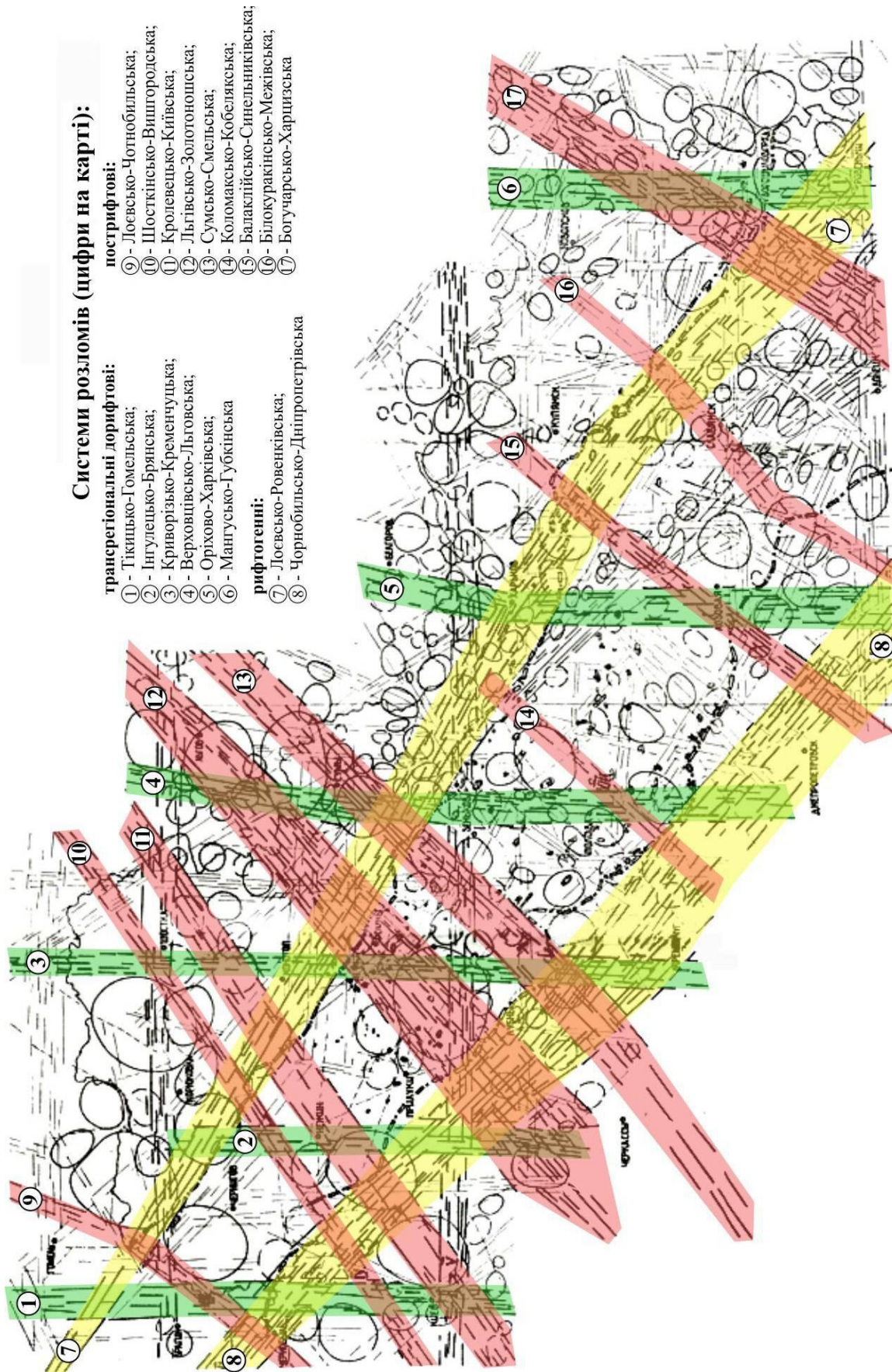


Рис. 1. Карта співвідношень систем регіональних розломів і локальних кільцевих структур Дніпровсько-Донецького палеорифту (лінеamentна база за І. Чебаненком та ін., 1991 з доповненнями О. Барташук, 2017).

рні напрямки якої були успадковані від первинної діагональної складової планетарної регматичної мережі мезотріщинуватості.

**Мета і задачі досліджень.** Об'єктом досліджень є структурні прояви здвигової тектоніки у докембрійському кристалічному фундаменті у вигляді деформаційних структур рифтового етапу еволюції ДДП. Предметом вивчення були структурно-палеотектонічні та палеогеодинамічні умови формування Дніпровсько-Донецького рифту. Метою досліджень є вивчення процесів структуроутворення на етапі рифтингу, для чого вирішувались наступні завдання:

- вивчення територіального поширення давніх рифтогенних зон горизонтально-здвигових дислокацій;
- реконструкція тектонічної позиції головних параметрів геодинамічного поля палеонапружень рифтового етапу еволюції в геоструктурі ДДП;
- вивчення типових структурно-кінематичних парагенезисів у виявлених зонах здвигових дислокацій;
- моделювання кінематики формування Дніпровсько-Донецького рифту.

**Матеріали та методи досліджень.** Методичний підхід при дослідженнях рифтового етапу тектонічної еволюції ДДП визначався комплексуванням структурно-кінематичного та структурно-парагенетичного методів тектонофізичного аналізу для вивчення та діагностики морфогенетичного типу дислокаційних структур докембрійського фундаменту. Структурний план фундаменту розглядався з позицій прояву на етапі рифтингу внутрішньоплитних напружень пружного розсування континентальної земної кори "холодного типу" в умовах їх інтерференції із локальним горизонтально-здвиговим полем тектонічних напружень. Тому, дослідження були спрямовані на вивчення процесів і механізмів здвигової тектоніки, що призводять до утворення деформаційних структур та їх специфічних структурно-кінематичних парагенезисів, які відбиваються у кристалічному фундаменті та осадовому чохлах у вигляді характерних здвигових структурних рисунків.

Матеріалами, що використовувались при дослідженнях, були:

- 1 – карта співвідношень систем регіональних розломів Дніпровсько-Донецького палеорифту за даними дистанційних досліджень (І. Чебаненко та ін., 1991);
- 2 – рози-діаграми структурно-динамічних напрямків планетарної регматичної сітки, на яких проведено діагностику просторової реалізації параметрів геодинамічного поля напружень;

3 – схема розподілу планетарних систем тріщинуватості і періодичності змін їх структурно-динамічних характеристик у геологічному часі (О. Барташук, 2016);

4 – карта поверхні докембрійського кристалічного фундаменту масштабу 1 : 500 000 (М. Манюта, 1987).

Фактична криволінійність розломів фундаменту була перетворена в дискретну сукупність лінементів загальною кількістю близько 900 одиниць, яка склала вихідну базу даних для тектонофізичного аналізу систем диз'юнктивів.

**Виклад основного матеріалу.** На першому етапі досліджень вивчались особливості морфології, географічне поширення і тектонічна позиція рифтогенних зон структурних дислокацій в поверхні кристалічного фундаменту ДДП. При цьому були враховані дані І. Чебаненка та ін. (1991) про здвигову природу трансрегіональних поздовжніх і поперечних розломів, які успадковують структурні напрямки діагональної північно-західної та ортогональної меридіональної систем регматичної сітки мезотріщинуватості (рис. 1). Враховані також дані О. Лукіна та ін. (2012), що підтверджують скидо-здвиговий тип трансрегіональних крайових розломів ДДП – Барановицько-Астраханського та Прип'ятьсько-Маницького.

За результатами аналізу картографічного матеріалу встановлено, що наявні у ДДП зони горизонтально-здвигових дислокацій відображені у поверхні фундаменту переважно криволінійними структурами, тому що здвиги, за даними експериментальних та польових досліджень (Н. Cloos, 1928; W. Riedel, 1928; С. Стоянов, 1977; О. Гінтов, 2005), мають властивості до вигинання та розгалуження. Дуже часто вони перериваються більш молодими зонами, що зміщуються відносно одна одної, утворюючи ешелоновані кулісні системи, особливо при спільних односпрямованих рухах. Такі складні архітектурні ансамблі формуються у новітньому здвиговому полі напружень на окремих ділянках стискування або розтягання, причому для кожної з них притаманні свої специфічні морфогенетичні типи локальних деформаційних структур тектонічної течії та відповідні структурно-кінематичні парагенезиси, тому слід враховувати їх пострифтову накладену природу. Але вони не є предметом досліджень в даній роботі, тому розглядатимуться у наступній статті, присвяченій тектогенезу інверсійного етапу еволюції ДДП.

Наявність таких новітніх деформаційних здвигових структурних парагенезисів криволінійної в плані морфології, що накладаються на первинно лінійну архітектуру рифтогенних структурних форм, була врахована при створенні вихідної

аналітичної картографічної бази. Для цього застосовувалась процедура ручного перетворення фактично криволінійних трас розломів у сукупність складових дискретних лінеаментів, яка надалі аналізувалась як первинна рифтогенна мережа мезотріщинуватості.

В нашій попередній статті було показано, що у системній організації диз'юнктивної тектоніки ДДП мають прояв 12 структурних напрямків планетарної сітки тріщинуватості (рис. 1, 4 в [13]). Встановлено, що лише вісім із них реалізовані регіональними системами розломів (СР) – це СР 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, причому до ортогональних належать субширотні СР 1, 12 та субмеридіональні СР 6, 7, а діагональну систему складають СР 9, 10 у північно-східних румбах та СР 3, 4 – у північно-західних. Саме північно-західні СР були діагностовані як головні рифтогенні структуроутворюючі розломні системи, по яких відбувалось закладання первинного рифейського грабену та формування герцинської рифтової геоструктури (рис. 2 б, 4).

Для картографічної діагностики рифтогенних систем розломів ДДП була побудована схема просторового поширення головних структуроутворюючих СР 3, 4, що були виділені у поверхні фундаменту та в осадовому чохлі (рис. 4). Очевидно, що у внутрішній структурі рифту вони утворюють типовий структурний рисунок, характерний для внутрішньої будови зони здвигу, принципова модель якої наведена на рис. 5 (врізка Б) за даними С. Стоянова (1977). Тому, первинну рифтову геоструктуру, з точки зору тектонофізики, можна діагностувати як мегаздвигову зону, або, в термінах геотектоніки, здвиговий осадовий басейн.

Наступним кроком була реконструкція напружено-деформаційного стану (НДС) земної кори на рифтовому етапі еволюції ДДП, що проводилась із застосуванням структурно-парагенетичного методу аналізу регіональних СР. Структурний рисунок розломної сітки та наявні дані по кінематиці розломів дозволили відновити просторове поле палеонапружень. Для реконструкції азимутальної орієнтації головних вісей геодинамічного поля використовувались метод статистичного аналізу кругових роз-діаграм, а також діагностичні структурно-генетичні індикатори основних типів тріщинуватості, що виникають внаслідок різноманітних крихко-в'язких деформацій гірських порід.

Схема та результати діагностики НДС земної кори ДДП на етапі рифтінгу наведені на рис. 2, 3, 5. З їх врахуванням було встановлено, що в геодинамічних умовах внутрішньоплитного рифтінгу, у здвиговому полі палеонапружень в обстановці тангенціальної трансгензії, утворюва-

лись структурні зони вторинних плікативних деформацій фундаменту. Вони закладались вздовж північно-західної діагональної системи планетарної мережі мезотріщинуватості, перпендикулярно до якої на той час розташовувалась вісь головних нормальних напружень розтягу  $\sigma_3$ , паралельно – вісь середніх нормальних напруг стискання  $\sigma_2$  при вертикальному положенні вісі  $\sigma_1$  головних нормальних напруг стискання (рис. 3). В тектонофізичному відношенні такі структурні деформаційні зони являли собою лінійні зони концентрації горизонтально-здвигових дислокацій в архей-протерозойському фундаменті. Отже, тектонічна позиція виділених лінійних зон відповідає головним поздовжнім рифтогенним лінеаментам, найвиразнішими з яких є шовні зони транс регіональних систем крайових розломів – Прип'ятьсько-Маницького та Барановицько-Астраханського (рис. 1, 4, 5).

В той же час, вторинні горизонтально-здвигові дислокації з дотичною складовою, що в подальшому ускладнювали первинну планову лінійність ЗГД, відбувались також вздовж двох регіональних супряжених систем ортогональних розломів. За їхніми азимутальними напрямками на етапі рифтінгу були реалізовані дві взаємоперпендикулярні вісі максимальних тангенціальних напружень  $\tau_1, \tau_2$ . Територіально вторинні горизонтально-здвигові трансформні дислокації переважно локалізуються в межах субмеридіональних систем дорифтових лінеаментів, які являють собою типові трансформні розломи, що зміщували ЗГД в плані на протязі рифтового та інверсійних етапів еволюції (рис. 1, 4, 5).

Щодо можливого розподілу в об'ємі кристалічних гірських порід фундаменту основних генетичних типів тріщинуватості, за наявних даних була реконструйована наступна картина. На етапі рифтінгу ортогонально до головної рифтогенної північно-західної діагональної системи планетарної тріщинуватості в першу чергу, утворювались притерті сколові тріщини L, P – типів Клооса – Ріделя, а також за цим напрямком відбувалось структуроутворення (F-структури) герцинського етапу тектогенезу. В другу чергу, за двома супряженими ортогональними (широтною та меридіональною) регматичними системами мезотріщинуватості формувались тріщини-сколи R, R' – типів Клооса – Ріделя, що могли бути проникними для вертикального надходження глибинних флюїдів. І, нарешті, завдяки реалізації напружень роздвигання ортогонально до вісі головних нормальних напруг розтягання  $\sigma_3$  вздовж північно-західної діагональної системи планетарної сітки мезотріщинуватості на етапі рифтінгу було можливим утворення цілком відкритих для міграції глибинних флюїдів T-тріщин Клооса – Ріделя,

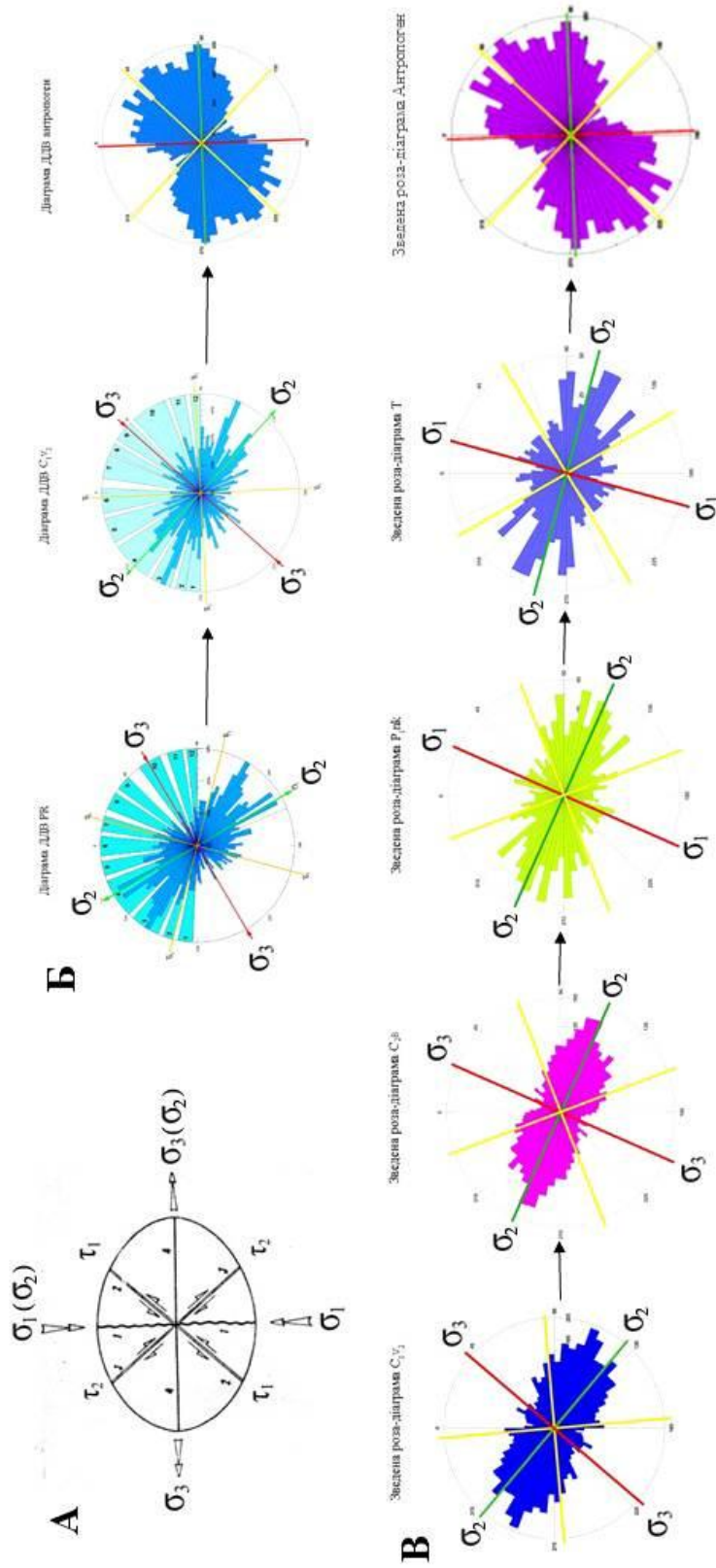
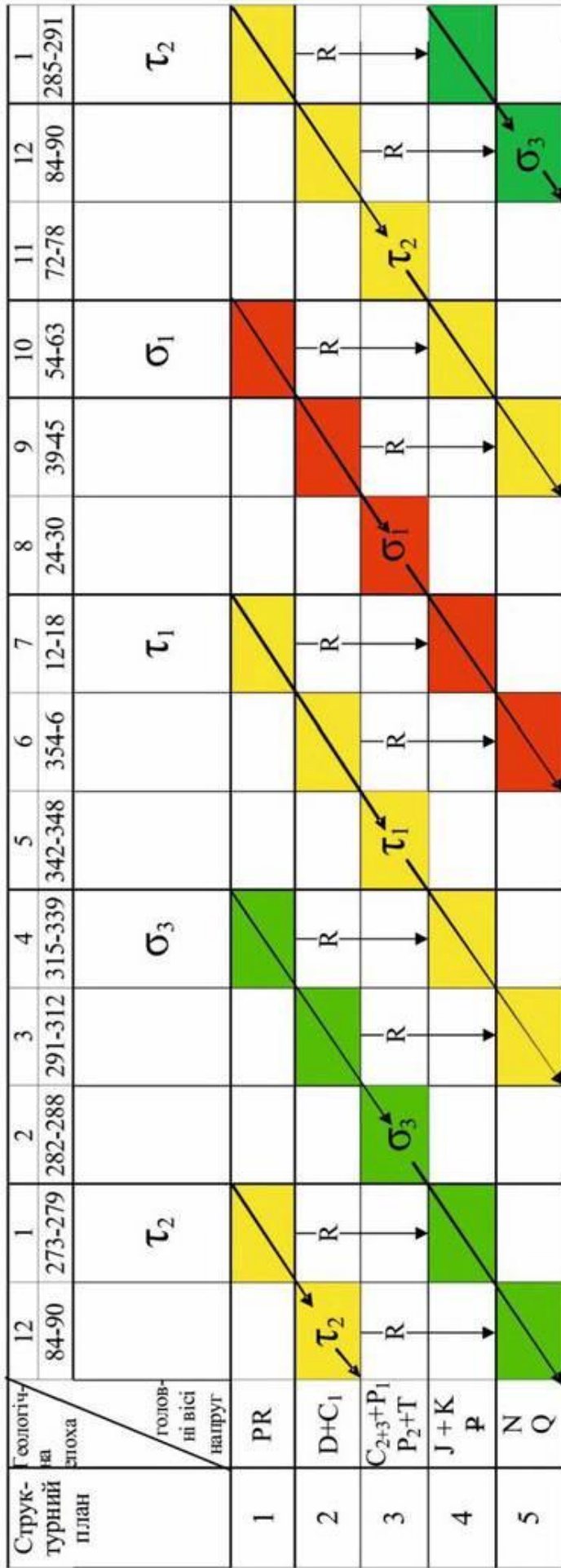


Рис. 2. Діагностика просторово-часової реалізації головних параметрів геодинамічного поля за даним статистичного аналізу роз-діаграм.

Головні параметри на розах-діаграмах:  $\sigma_1$  – вісь головних нормальних напруг стискування;  $\sigma_2$  – вісь середніх нормальних напруг стискування;  $\sigma_3$  – вісь головних нормальних напруг розтягання;  $\tau_1, \tau_2$  – вісі максимальних тангенціальних напруг.

А – Принципова схема еліпсоїда деформації (за М. Гзовським, 1975 р.). Б–В - Еволюція головних параметрів:

А – в регіональному плані, Б – у південно-східному мегасегменті



Умовні позначення:

Головні вісі тензора напруг:

$\sigma_1$  – вісь головних нормальних напруг стискання; ( $\sigma_2$  – вісь середніх нормальних напруг стискання - для рифтового етапу )

$\sigma_3$  – вісь головних нормальних напруг розтягання; ( $\sigma_2$  – вісь середніх нормальних напруг стискання - для колізійного етапу )

$\tau_1, \tau_2$  – вісі максимальних тангенціальних напруг;

R – комбіновані типи тектонічних порушень (реверсні розломи).

Рис. 3. Схема просторово-часової реалізації геодинамічних напруг і еволюції структурних планів у Дніпровсько-Донецькому палеорифті (О. Баргашук, 2017).

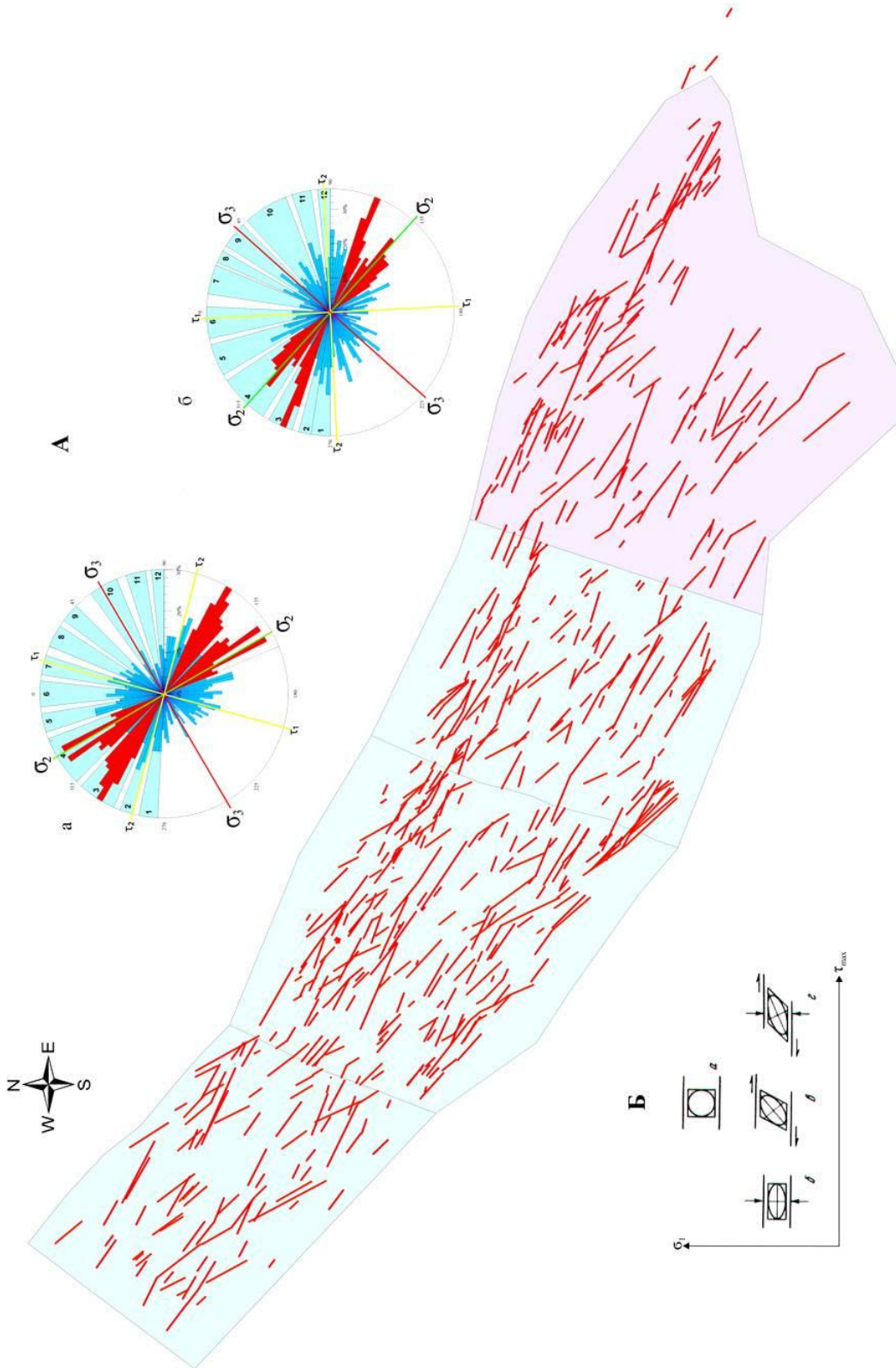


Рис. 4. Діагностика рифтогенних систем розломів в кристалічному фундаменті та осадовому чохлі Дніпровсько-Донецького палеорифту. на візках: А - рози-діаграми азимутального розташування регіональної сітки тріщинуватості:

а - у докембрійському фундаменті, б - в осадовому чохлі ( $S_{V2}$ ) з діагностикою рифтогенних систем розломів та головних вісей поля геодинамічних напружень

Б - принципові моделі зон горизонтальних дислокацій при стисканні:

а - вихідна структура, б - г - зони: б - стискання (чистого здигу), в - простого здигу, г - здиг при стисканні

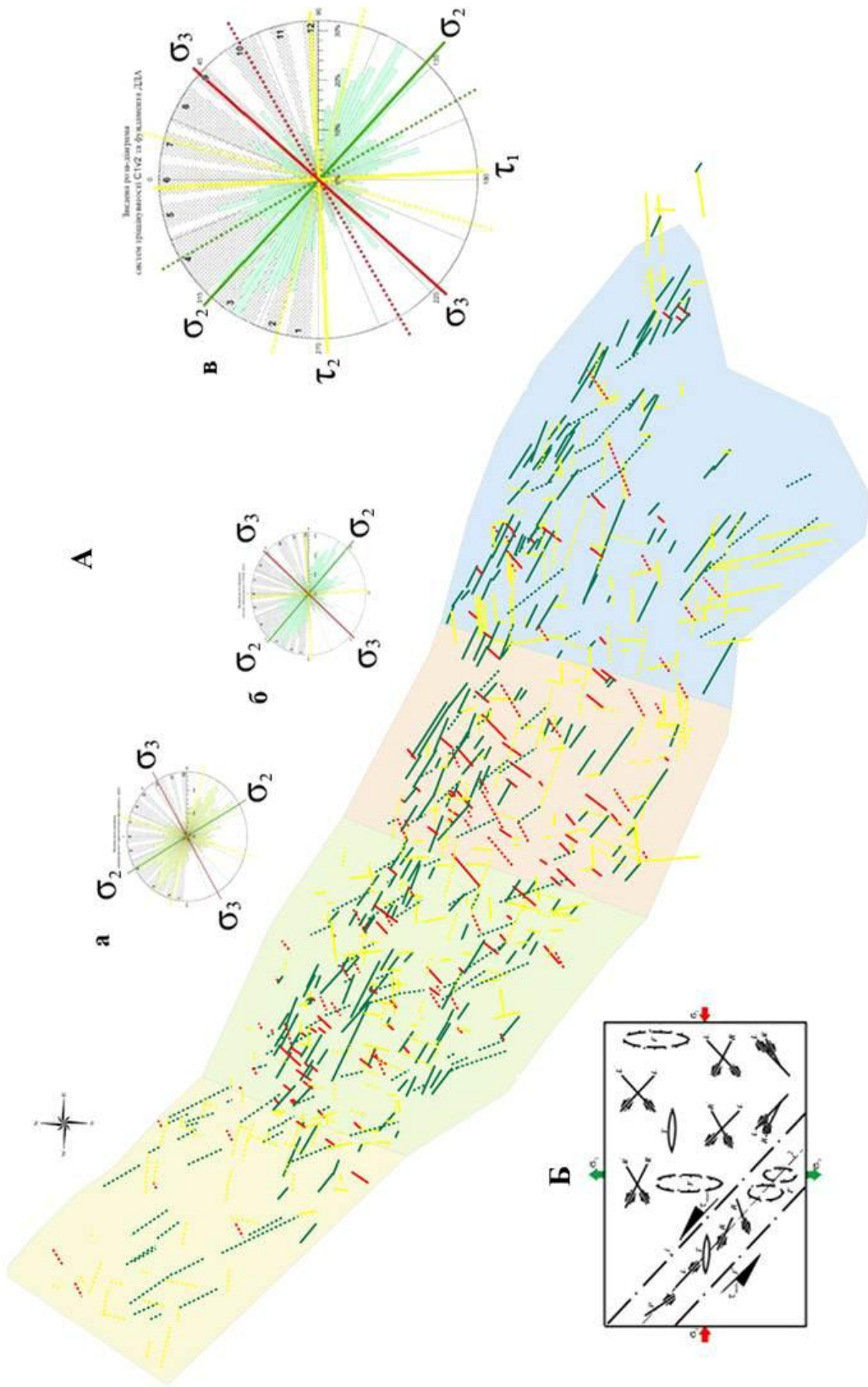


Рис. 5. Діагностика розподілу параметрів поля геодинамічних напруг рифтового стану еволюції Дніпровсько-Донецького палеорифту. на візках: А - рози-діаграми з виділенням головних вісси геодинамічного поля: а - фундамент, б - осадовий чохол, в - порівняльна схема Б - принципова модель вторинних деформативних структур у здвиговому полі напружень при розтяганні в зоні горизонтальних дислокацій (за С. Стояновим, 1977 р.)

тобто тріщин відриву (рис. 5.Б). Такі умови створювались у зонах здвигу на ділянках переважання напруг розтягу, що розташовувались в північно-східних румбах паралельно до головної вісі нормальних напруг стискання  $\sigma_1$  (рис. 5.А).

На цих підставах була створена кінематична модель розкриття Дніпровсько-Донецького рифту, яка є принципово новим поглядом на проблему його закладання та еволюції.

Як базова теоретична концепція континентального рифтингу, при кінематичному моделюванні розкриття давнього рифту була застосована схема формування накладених рифтогенних структур L. Moody, M. Hill (1956) та модель пасивного розтягання літосфери С. Шермана (1992). На наш погляд, наведені вище результати тектонофізичних досліджень добре узгоджуються з моделлю формування ДДП за механізмом пружного розтягу "холодної" континентальної земної кори, що відбувався за системою розсувів та здвигів, тому що без їх участі розкриття рифту неможливе. Здвиги мають характерні риси трансформів: вони перериваються зонами розтягу на одному або на обох кінцях, сусідні трансформи можуть мати протилежну кінематику горизонтальних зміщень, наприклад, ліву у південно-східному мегасегменті та праву у північно-західному. Ці здвиги мають таку азимутальну орієнтовку, яка за схемою еліпсоїда деформації М. Гзовського (рис. 2.А) ототожнюється із орієнтовкою вісі максимальних тангенціальних напружень, забезпечуючи розсування грабену-рифту та переміщення його поздовжньої вісі у південно-західному напрямку від її вихідної позиції – зони північного крайового порушення. В механізмі рифтингу визначальними структуроформуючими є здвиги субмеридіональних систем глибинних трансрегіональних розломів, які слугували трансформними "рейками" при розсуванні бортів первісних мегасегментів – суббасейнів, а згодом – формування спільної внутрішньоплітної рифтової системи (рис. 6).

**Висновки.** За результатами вивчення палеотектонічних та палеогеодинамічних умов формування Дніпровсько-Донецького рифту реконструйовані головні параметри НДС земної кори, які були використані для моделювання кінематики формування Дніпровсько-Донецького рифту. Головні висновки моделювання:

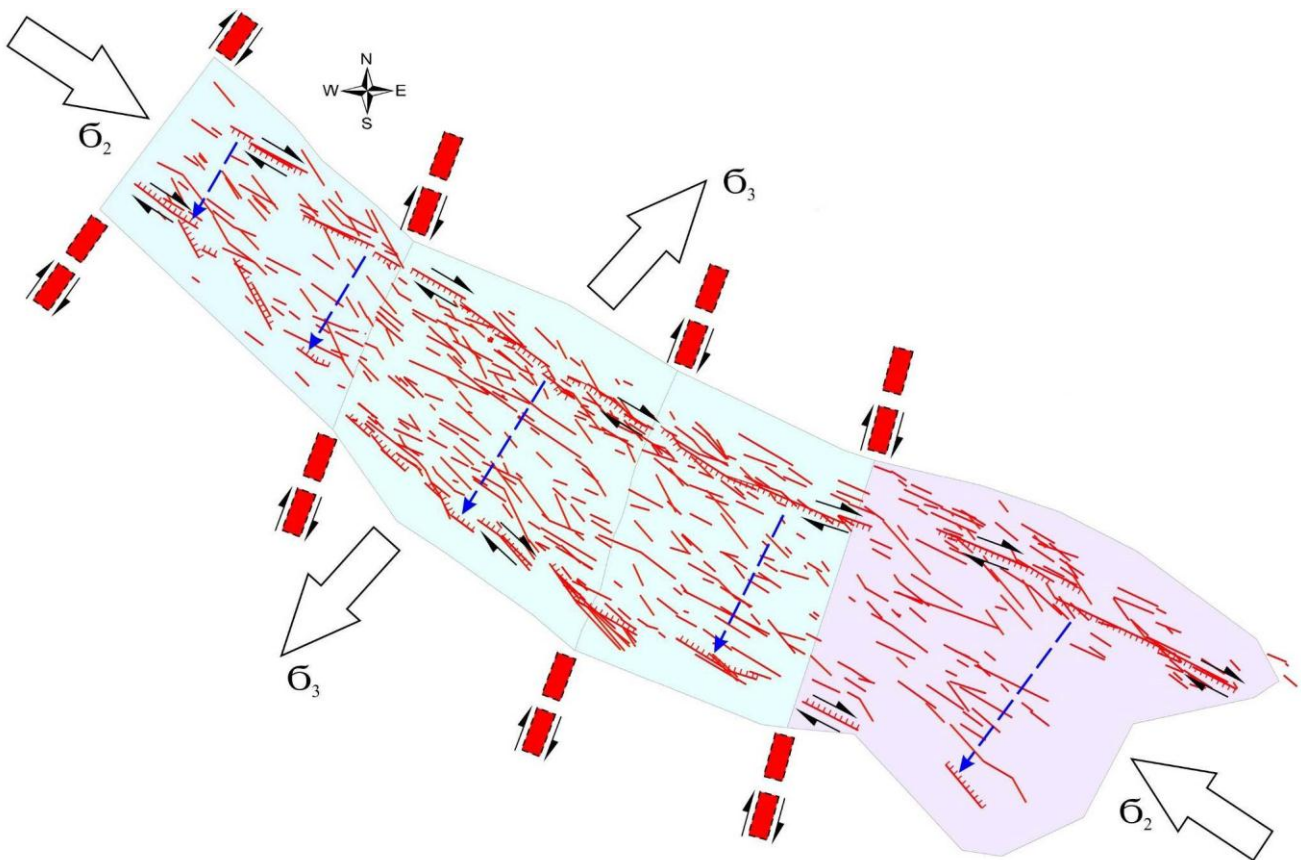


Рис. 6. Принципова модель кінематики континентального рифтингу.

Схема реконструкції роздвигання Дніпровсько-Донецького рифту з діагностикою головних вісей геодинамічних напруг, кінематики рухів та напрямків розсування окремих сегментів-басейнів (Pull-apart basin)



- 1 – Рифтінг відбувався в умовах інтерференції локального горизонтально-здвигового поля палеонапруг із тангенційною складовою розтягнення. За таких геодинамічних умов у зонах динамічного впливу практично усіх регіональних систем тектонічних порушень формувались лінійні зони концентрації горизонтально-здвигових дислокацій з утворенням в їх межах типових ансамблів вторинних деформаційних здвигових структурно-кінематичних парагенезисів;
- 2 – При пануванні в пізньо-каледонську і ранньогерцинську епохи тектогенезу загальноплитних геодинамічних обстановок переважного розтягу літосфери, можливим механізмом рифтінгу був пружний розрив з розсуванням "холодної" континентальної земної кори. Головну роль в механізмі рифтінгу відігравали трансформні розломи, що були сформовані по

структурних напрямках поперечних трансрегіональних систем порушень. Вони слугували своєрідними тектонічними "рейками", по яких розсувалися протилежні борти первинних мегасегментів – суббасейнів (pull-apart basin), які згодом, об'єднавшись, сформували крупну внутрішньоплітну рифтову систему.

Отже, на нашу думку, головним чинником та причиною континентального рифтінгу слід вважати деформації розтягу земної кори у здвиговому полі геодинамічних напруг, завдяки яким формувались "ембріональні" суббасейни за механізмом pull-apart basin. Вони створювали "віконниці" для втілення глибинної мантії речовини по новостворених ослаблених зонах в земній корі, а згодом сформували усталене "мантієне вікно" в літосфері, що слугувало каналом надходження в межі рифтової системи глибинних мантіїних флюїдів.

#### Література

1. Cloos, H. Experiment zur im ernen tektonik [Текст] / H. Cloose // Zentral fur Mineralogie. – 1928. – 12. – P. 609-629.
2. Riedel, W. Zur Mechanik geologischer Bruchersheinungen [Текст] / W. Riedel // Zentral fur Mineralogie. – Berlin: Abt. Gell. und Pal., 1929. – P. 354-368.
3. Moody, L. Wrench fault tectonic [Текст] / L. Moody, M. Hill // Bull. Geol. Soc. Amer. – 1956. – 64, № 9. – P. 1207.
4. Tchalenko, J. Similarities between shear zones of different magnitudes [Текст] / J. Tchalenko // Bull. Geol. Soc. Amer. – 1970. – 81, № 6. – P. 1625-1640.
5. Стоянов, С. Механизм формирования разрывных зон [Текст] / С. Стоянов. – М. : Недра, 1977. – 143 с.
6. Гзовский, М. Основы тектонофизики [Текст] / М. Гзовский. – М. : Наука, 1975. – 536 с.
7. Шерман, С. Области динамического влияния разломов (результаты моделирования) [Текст] / С. Шерман, С. Борняков, В. Буддо. – Новосибирск : Наука, 1981. – 112 с.
8. Гинтов, О. Полевая тектонофизика и её применение при изучении деформаций земной коры Украины [Текст] / О. Гинтов. – К. : Феникс, 2005. – 572 с.
9. Чебаненко, И. Соотношение структурных планов, разломно-блоковой тектоники Днепровско-Донецкого авлакогена с нефтегазоносностью [Текст] / И. Чебаненко, В. Клочко, В. Верховцев // Сб. науч. тр. "Проблемы нефтегазоносности кристаллических пород". – К. : Наук. Думка. — 1991. – 60-64 с.
10. Чебаненко, И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры [Текст] / И. Чебаненко. – К. : Наук. думка, 1977. – 84 с.
11. Тектоника северного борта Днепровско-Донецкого авлакогена в контексте общих закономерностей континентального рифтогенеза [Текст] / А. Лукин, О. Цеха, Т. Гейко, В. Омельченко // Геол. журн. – 2012. – № 3 – С. 7–38.
12. Корчемагин, В. Особенности развития тектонической структуры и поля напряжений Донбасса и Восточного Приазовья [Текст] / В Корчемагин, В. Емец. – Геотектоника, 1987. – № 3 – 49-55 с.
13. Тектонические нарушения и вопросы нефтегазоносности (особенности тектоники Днепровско-Донецкого авлакогена) / И. Высочанский, В. Крот, И. Чебаненко, В. Клочко; Препринт. – АН УССР, Ин-т геол. наук, 90-29. – К., 1990. – 38 с.
14. Бартацук, О. Системна організація диз'юнктивної тектоніки консолідованого фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина I. Лінеamenti [Текст] / О. Бартацук // Вісник ХНУ, серія "Геологія, географія, екологія". – 2016. – Вип. 45. – С. 14-22.

## ТРАНСФОРМАЦІЯ ІММОБІЛЬНОЇ ЧАСТИНИ СКУПЧЕНЬ ЛЕГКИХ НАФТОПРОДУКТІВ В ГЕОЛОГІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Стаття присвячена розгляду принципів формування скупчень нафтових вуглеводнів у геологічному середовищі, причому не так званих лінз легких нафтопродуктів, які привертають найбільшу увагу як джерела видобутку цінної вторинної сировини, а тієї частини осередку забруднення, що складається з іммобільної нафтопродуктової рідини. Ця рідина утримується ґрунтами в зоні аерації і насиченій зоні, тобто вище і нижче рівня ґрунтових вод, і упродовж багатьох років є джерелом надходження вуглеводнів у водний розчин, який забруднює водоносний горизонт. Розчинення вуглеводнів – це не єдиний вид трансформації нафтопродуктового скупчення в геологічному середовищі. Не менш важливим приводом для дослідження є періодичний перехід нафтопродуктової рідини з мобільного у іммобільний стан і навпаки у залежності від напрямку коливального руху рівня ґрунтових вод.

Дослідження стану нафтопродуктового забруднювача необхідне для диференційованого визначення кількісних показників і оцінки загрози, яку являють собою окремі складові скупчень нафтопродуктів у геологічному середовищі, без чого неможливо обійтися при створенні концепції реабілітаційних заходів.

Як приклад необхідності поглибленого вивчення нафтопродуктових скупчень в геологічному середовищі наведені результати досліджень, проведених на території аеродрому поблизу м. Миколаїв (Україна).

**Ключові слова:** геологічне середовище, легкі нафтопродукти, іммобільна нафтопродуктова рідина, верховодка, трансформація скупчень забруднювача.

А. Л. Брикс, Ю. О. Негода. **ТРАНСФОРМАЦИЯ ИММОБИЛЬНОЙ ЧАСТИ СКОПЛЕНИЙ ЛЕГКИХ НЕФТОПРОДУКТОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ.** Статья посвящена рассмотрению принципов формирования скоплений нефтяных углеводородов в геологической среде, причем не так называемых линз легких нефтепродуктов, которые привлекают наибольшее внимание как источник добычи ценного вторичного сырья, а той части скопления загрязнителя, которая состоит из иммобильной нефтепродуктовой жидкости. Эта жидкость удерживается ґрунтами в зоне аэрации и насыщенной зоне, то есть выше и ниже уровня ґрунтовых вод, и в течение многих лет является источником поступления углеводородов в водный раствор, который загрязняет водоносный горизонт. Растворение углеводородов — это не единственный вид трансформации нефтепродуктового скопления в геологической среде. Не менее важным поводом для исследования является периодический переход нефтепродуктовой жидкости из мобильного в иммобильное состояние и наоборот в зависимости от направления колебательного движения уровня ґрунтовых вод.

Исследование состояния нефтепродуктового загрязнителя необходимо для дифференцированного определения количественных показателей и оценки угрозы, которую представляют собою отдельные составляющие скоплений нефтепродуктов в геологической среде, без чего невозможно обойтись при создании концепции реабилитационных мероприятий.

Как пример необходимости углубленного изучения нефтепродуктовых скоплений в геологической среде приведены результаты исследований, проведенных на территории аэродрома вблизи г. Николаев (Украина).

**Ключевые слова:** геологическая среда, легкие нефтепродукты, иммобильная нефтепродуктовая жидкость, верховодка, трансформация скоплений загрязнителя.

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Забруднення геологічного середовища (ГС) нафтопродуктами (НП), втраченими в результаті аварійних розливів і систематичних витоків, вже досить тривалий час становить одну з серйозних екологічних проблем [2, 6, 10, 20 та ін.]. В методичних рекомендаціях щодо досліджень забруднених територій, які застосовувалися у колишньому Радянському Союзі, про нафтове забруднення ГС згадувалося, як правило, у зв'язку із міграцією розчинених у підземних водах нафтових вуглеводнів [4], яка вважалася найбільш небезпечною через відносно високу швидкість розповсюдження [6]. Проте по мірі накопичення власного досвіду досліджень, а також під впливом зарубіжних публікацій в Росії і в Україні сформувалося розуміння необхідності комплексного дослідження осередку нафтопродуктового забруднення ГС із урахуванням геолого-гідрогеологічних (природних) і техногенних особливостей забруднених територій [11, 13, 14, 18, 19].

**Постановка досліджень.** Відомо, що ГС за умовами розповсюдження легких нафтопродуктів (ЛНП) поділяється на зону неповного насичення (зону аерації або ЗА) і насичену зону або перший від поверхні землі водоносний горизонт. Нафтопродуктова рідина, що потрапляє на поверхню землі, проникає у ґрунтову товщу і при певних умовах в процесі низхідної інфільтрації крізь ЗА може досягти рівня ґрунтових вод (РГВ) [14, 20 та ін.]. Шар ЛНП, який утворюється на рівневій поверхні ґрунтових вод, в першу чергу стає об'єктом еколого-гідрогеологічних досліджень, оскільки становить загрозу безпосереднього впливу на водогосподарчі і природні об'єкти і крім цього є джерелом формування ореолу розповсюдження розчинених ВВ, які рухаються із максимальною для ГС швидкістю, тобто швидкістю фільтраційного потоку [6, 22 та ін.]. Недивно, що велика кількість друкованих праць присвячена досвіду вилучення мобільних ЛНП і розчинених ВВ з насиченої зони (найчастіше шляхом помпування, скіммінга або перехоплення

горизонтального потоку відкритими траншеями). Проте не слід забувати про ту частину нафтопродуктової рідини, яка в процесі вертикальної міграції крізь ненасичені ґрунти втрачає мобільність через захоплення капілярними силами або защемлення водою в поровому середовищі. В зоні аерації окремого розгляду заслуговує коренево-рослинний шар [16, 17 та ін.] і перехідна частина профілю між насиченою і ненасиченою зонами, де відбувається коливання рівня ґрунтових вод.

#### **Матеріали досліджень та їх результати.**

Після надходження НП-рідини в ненасичену зону ґрунтової товщі утворюється трифазна система «вода – повітря – НП-рідина». Теоретичні розробки, що стосуються питань знаходження і міграції НП в зоні аерації, містяться в основному в англійських виданнях [20, 21 та ін.]. Досить широкий огляд цих публікацій наведено в [12, 13, 14, 15].

За існуючими уявленнями вода, яка була присутня в порах ще до появи НП, тобто є початково змочуючою рідиною, займає найменші пори, а НП-рідина розташовується в більших порах, витискаючи з них підземне повітря. Рух НП-рідини у ненасиченому середовищі, головним чином, визначається протидією рушійної сили тяжіння і утримуючих капілярно-плівкових сил. Гравітаційна міграція НП-рідини відбувається, якщо її вміст перевищує величину залишкового насичення ( $\theta_{r,0}$ ), тобто коли сила тяжіння перевищує капілярно-плівкові сили, і припиняється, якщо вміст НП відповідає  $\theta_{r,0}$ , і рідина повністю захоплюється капілярними силами та перетворюється на переривчасті включення. Проте у гетерогенному середовищі, якою є реальна ЗА, одночасно можуть існувати ділянки, де рідини міцно утримуються на місці і де рухаються, причому не тільки під дією сили тяжіння, але й через капілярне пересування, обумовлене мінливістю конфігурації пор і різною змочуваністю твердої поверхні порового середовища.

Ґрунтова товща від поверхні землі до рівневої поверхні підземних вод, як правило, має неоднорідну будову. Будь-який слабо проникний прошарок суглинку чи глини або тонкозернистий прошарок із підвищеним вмістом води може виявитися перешкодою на шляху інфільтрації, яка призводить до утворення локального скупчення легкої НП-рідини (або ЛНП), що рухається вже не вертикально, а вздовж горизонтальної поверхні прошарку (подібно до верховодки).

Зону коливання рівня ґрунтових вод можна назвати зоною перемінної насиченості. Нагадаймо, що на рівневій поверхні ґрунтових вод накопичується шар ЛНП, який надходить в результаті інфільтрації крізь ґрунти ЗА. Ще якихось 25-30 років назад серед гідрогеологів-вишукувачів, які

залучалися до вирішення практичних питань, пов'язаних з вуглеводневим забрудненням підземних вод, і не мали достатньої теоретичної підготовки, панувало помилкове уявлення про формування локально розповсюдженого шару мобільних ЛНП на поверхні ґрунтових вод у вигляді наліпки або лінзи. Це уявлення вочевидь ґрунтувалося на спостереженнях за розподілом легкої (ЛНП) і важкої (води) рідини у стволі спостережної свердловини. Різка границя між ними іноді і зараз сприймається як аналог поверхні ґрунтових вод за межами свердловини. Звернемо увагу на характер розмежування рідин, що не змішуються, у реальному ґрунті. Слід вказати, що поровий простір у реальному ґрунті набагато складніший, ніж схеми з капілярних трубочок або кульок різного діаметру, які зазвичай використовуються в теоретичних розробках. Реальний поровий простір це надзвичайно складне сполучення порожнин між твердими частинками різного розміру і конфігурації. Порожнини можуть бути закритими, тупиковими і такими, що утворюють наскрізні канали, які відрізняються між собою за загальними розмірами, наявністю розширень і звужень, а також мірою звивистості.

Припустимо, що до початку вертикального пересування ґрунтових вод (важкої рідини) і розташованого над ними шару ЛНП між ними існувала плавка границя розділу. Якщо розпочинається підйом РГВ, він спричиняє такий самий висхідний рух шару ЛНП, причому рух, що важливо, у реально неоднорідному поровому середовищі. Та частина легкої рідини, яка потрапляє в тупикові пори або в дрібні і звивисті канали, гальмується або зовсім зупиняється, інша, якій випало рухатися крізь широкі наскрізні канали з найменшим спротивом, піднімається з максимально можливою швидкістю, випереджаючи рухомі рідини на суміжних ділянках (йдеться про утворення границі розділу рідин у формі т. зв. «язика»).

Таким чином стає зрозумілою формування складної поверхні розділу «w/o» (тобто вода/ЛНП). Але це ще не все. Якщо в межах «язика» вода опиниться вище границі «o/a» (або інакше ЛНП/повітря) на суміжній ділянці порового середовища, то відбувається її бічний відтік у порові відгалуження, заповнені ґрунтовим повітрям (рис. 1). Тобто вода витісняє повітря з пор, до яких ще не дійшла ЛНП-рідина, що рухається знизу, і таким чином блокує цей висхідний рух, принаймні по сусідству з "язиком".

Ефект блокування пор зверху або защемлення водою легкої рідини тим більший, чим неоднорідніше порове середовище, інакше кажучи, чим частішим є чергування високо і низько провідних ділянок і чим більша різниця швидкостей

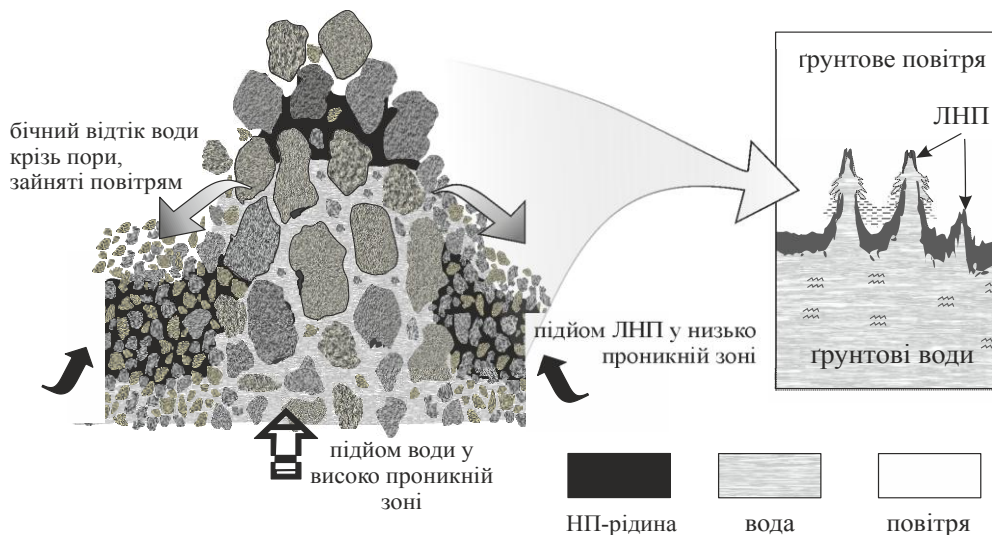


Рис. 1. Схема для пояснення принципу защемлення ЛНП-рідини водою у неоднорідному поровому середовищі.

висхідного руху рідин у цих ділянках. Кількість защемленої ЛНП-рідини може залежати також від середньої швидкості руху рідин, від загальної тривалості періоду підйому, його реального графіку\* і, нарешті, від в'язкості ЛНП у порівнянні з водою. В процесі спостереження за рівнями рідин як в природних умовах, так і в умовах лабораторних експериментів виявляється зменшення товщини шару ЛНП аж до його повного зникнення, тобто повного або часткового переходу вільної ЛНП-рідини у іммобільний стан.

В природних умовах режим ґрунтових вод уявляє собою коливання, тобто чергування підйомів і опускань РГВ. Тож після підйому РГВ рано чи пізно має наступити зниження рівня води, а слідом і зниження шару ЛНП-рідини. Разом з тим, як правило, спостерігається ефект «звільнення» раніше защемленої ЛНП-рідини і поступове відновлення первісної товщини шару. При цьому не йдеться про повне відновлення, оскільки після стикання ЛНП-рідини слідом за зниженням РГВ певна її частина залишається у ненасиченій зоні через дію утримуючих капілярно-плівкових сил. Розуміння різниці між двома різновидами іммобільної ЛНП-рідини – захопленої і защемленої, є суттєвим для визначення засобів ліквідації забруднення [15].

Забруднення ґрунтів зазвичай виявляється як вище, так і нижче РГВ. Загальна товщина забрудненої зони може бути набагато більшою, ніж амплітуда сезонних\* коливань РГВ, оскільки на

протязі десятків років міграції лінзи ЛНП сезонні коливання накладаються на багаторічні зміни РГВ.

Можна припустити, що розподіл захопленої і защемленої ЛНП-рідини в ґрунтах забрудненої зони певною мірою залежить від того, на яку стадію багаторічного коливання РГВ припадає формування лінзи ЛНП на ділянці, що розглядається. Якщо, наприклад, фронтальна частина лінзи, що рухається, опинилася на ділянці, де середньорічний РГВ знаходиться у верхній частині умовного багаторічного графіку, з більшою ймовірністю можна очікувати формування лінзи в умовах зниження РГВ. При відповідному низхідному русі шару ЛНП-рідини в ґрунтовій товщі утворюється забруднена зона, в якій ЛНП-рідина утримується (захоплюється) капілярно-плівковими силами. Защемленої ЛНП-рідини тут обмаль або зовсім немає. Розглянемо інший випадок. Нехай формування лінзи ЛНП розпочинається при положенні середньорічного РГВ у нижній частині умовного багаторічного графіку. Тоді в умовах переважаючого висхідного руху двофлюїдної рідини (ЛНП/вода) пори ґрунту нижче РГВ вміщують не тільки захоплену але і защемлену ЛНП-рідину. Чим глибше відносно середнього багаторічного рівня води затискається ЛНП-рідина, тим менша ймовірність того, що вона колисть у майбутньому матиме можливість природним шляхом відновити свою мобільність.

Само собою зрозуміло, що викладене вище є лише спрощена інтерпретація насправді дуже складного процесу забруднення ґрунтової товщі в зоні коливання РГВ. Звичайно було б вельми

\* В процесі природного підйому РГВ може відбуватися прискорення, уповільнення, зупинка і, навіть, тимчасова інверсія напрямку руху.

\* Сезонні (внутрішньорічні) коливання РГВ пов'язані із закономірними змінами інфільтрації і випаровування вологи в ЗА упродовж року. Амплітуда коливань, в

основному, залежить від глибини залягання РГВ і водопроникності/водоємності ґрунтів [8].

бажано підкріпити міркування фактичними даними, тобто результатами спостережень за зміною рівнів води і ЛНП в лабораторних або натурних умовах.

В монографії [14] детально описана постановка лабораторного експерименту з імітації «захоплення» і «звільнення» газу в піщаній колоні при різних режимах коливання рівня води (рис. 2).

Стислий опис експерименту. Лабораторна установка складається з колони, заповненої піском, піддону, через який у колону подається (вилучається) вода, і скляної трубки, що має вільний зв'язок із поровим середовищем піщаної колони і використовується для спостереження за рівнями води і газу. У зволоженому піску в нижній частині колони утворилася насичена зона, що є імітацією водоносного горизонту. Перед початком експерименту на рівень води в піщаній колоні подається  $96 \text{ см}^3$  газу, так що утворюється шар мобільної ЛНП-рідини, який визначається у скляній

трубочці як стовпчик висотою 18,5 см. В результаті контрольованої подачі води через дно колони здійснюється підвищення п'єзометричного рівня води, а разом з ним і шару ЛНП-рідини. Товщина шару газу в процесі підйому рівня води зменшується: на висоті 56 см (від дна колони) товщини шару газу становить 1 см, на висоті 83 см залишається плівка газу. Тобто усі  $96 \text{ см}^3$  газу опиняються у защемленому стані.

Друга половина експерименту полягає у простежуванні рівнів води і газу при контрольованому вилученні води з колони. Зниження рівня води супроводжується збільшенням товщини стовпчика газу у «свердловині». При вилученні усього обсягу попередньо поданого в колону, у «свердловині» зафіксовано лише 10,8 см газу. З цього випливає, що в умовах експерименту більш як 40% раніше мобільної ЛНП-рідини залишається у ненасиченій зоні піщаної товщі у стані захоплення капілярно-плівковими силами.

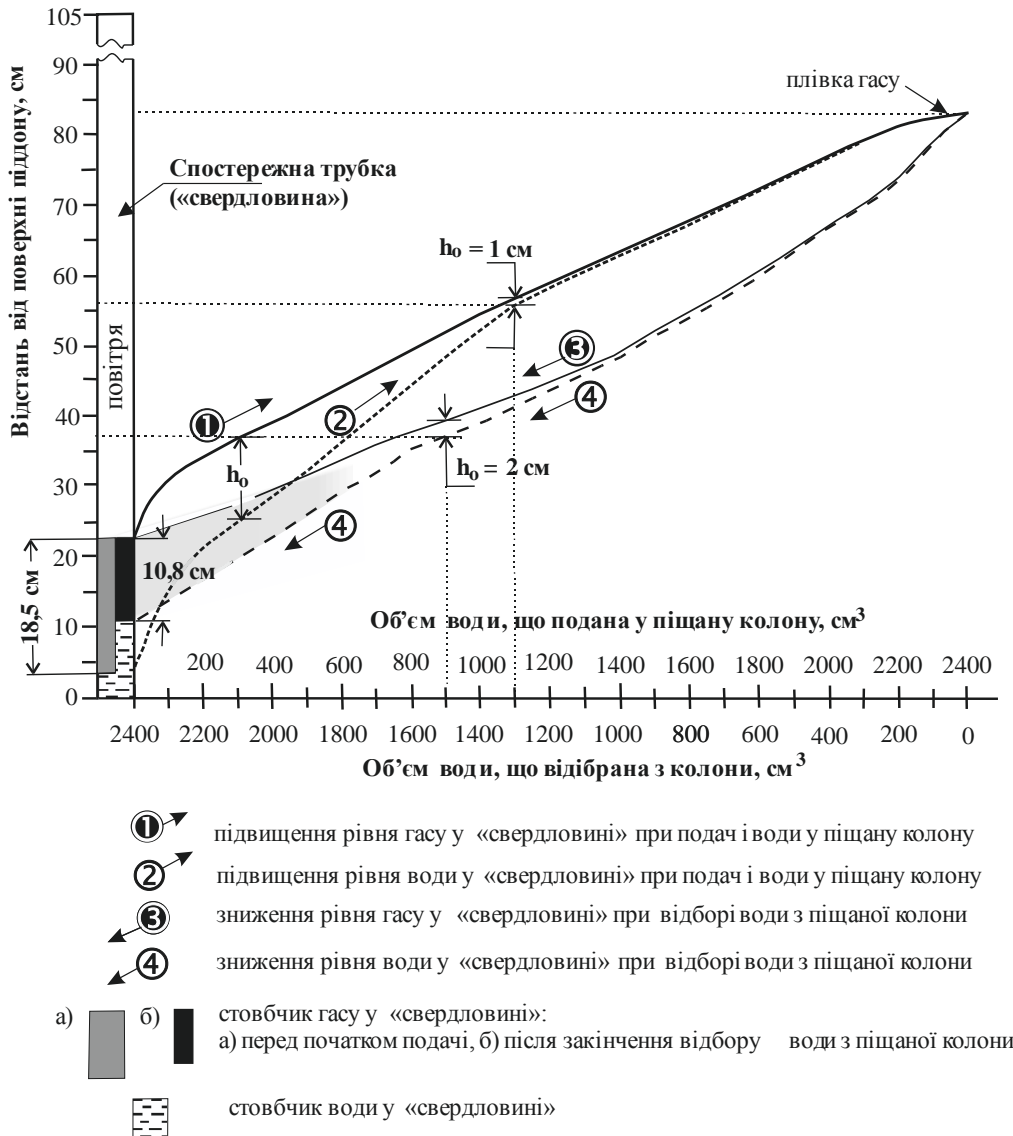


Рис. 2. Зміна рівнів води і газу в процесі подачі і відбору води в колоні з піском (модифікація графіку з [14]).

Зрозуміло, що вірогідність кількісних оцінок, отриманих в ході експерименту, може викликати певні сумніви через відмінність натурних і експериментальних умов, проте сам факт впливу коливання рівня води на стан ЛНП-рідини вважається підтвердженням.

В натурних умовах ознаки «коливального» забруднення нафтопродуктами можна помітити при цілеспрямованому опробуванні ґрунтової товщі навіть там, де реальна лінза ЛНП за результатами пошукових робіт не виявлена. Це може означати, що 1) в результаті коливання РГВ уся мобільна (в минулому) ЛНП-рідина розосереджена в інтервалі забруднення — нижче РГВ у защемленому стані і вище РГВ у стані захоплення капілярними силами, або 2) решту мобільної ЛНП-рідини слід шукати нижче за напрямком течії ґрунтових вод.

На рис. 3 показані результати моніторингових досліджень в свердловинах, розташованих в зоні розповсюдження НП-забруднення на території аеродрому, розташованому поблизу м. Миколаїв (Україна). Досить детально геологічна будова і гідрогеологічні умови, історія, склад та результати пошуково-розвідувальних робіт і моніторингових досліджень викладені в [1, 19].

Стислий опис результатів натурних досліджень. Осередок нафтопродуктового забруднення, зображений на рис. 3, включає ділянку складу паливно-мастильних матеріалів (ПММ), де колись утворився шар ЛНП-рідини (лінза), і суміжну ділянку, куди лінза перемістилася упродовж 20-30 років. Результати опробування ґрунту і води в св. 1 можна вважати типовими для ділянки складу, де забруднення простежується від поверхні землі на усю глибину свердловини. Низькі значення вмісту НП у приповерхній частині товщі ґрунтів (600-700 мг/кг) пояснюється підвищеною інтенсивністю процесів природної деградації нафтових ВВ. Рівень ґрунтових вод коливався в інтервалі глибин 1-3 м. В цьому інтервалі вміст забруднювача в зразках ґрунту складав приблизно 2000 мг/кг.

У другій свердловині, яка знаходиться на границі ділянки складу ПММ, забруднення ґрунтів від поверхні землі до глибини 2,6 м не виявлено, що вказує на латеральний характер розповсюдження НП-забруднювача. Рівень ґрунтових вод у трирічний період спостережень коливався в інтервалі глибин 4,35-4,85 м. Зона забруднення ґрунтів починається з глибини 2,6 м і простежується на усю 10-метрову глибину свердловини.

Третя і четверта свердловини пробурені у 100 м нижче за потоком від св.2 і розкривають ґрунти, насичені ЛНП-рідиною. Це і є та сама лінза ЛНП, яка утворилася на складі ПММ і мігрувала у напрямку потоку ґрунтових вод. Під час

проведення досліджень шар ЛНП знаходився на глибині 7-8 м, амплітуда коливань рівня ЛНП упродовж 3 років спостережень не перевищувала 0,5 м. Зона забруднення ґрунтів простежується аж до 13-метрової глибини, тобто більш як 6 м нижче теперішнього положення п'єзометричного рівня води.

П'ята свердловина, яка розкриває фронтальну частину лінзи, має максимальну глибину — 16 м. Проте і на такій глибині ґрунти характеризуються досить високим вмістом забруднювача — 2,7 г/кг. На якій саме глибині знаходиться нижня межа зони забруднення ґрунтів, на жаль, залишилось не визначеним.

Перше, що кидається в очі при аналізі результатів досліджень не тільки в вище описаних, але і в інших моніторингових пунктах забрудненої території, це несподівано велика різниця між амплітудою коливання РГВ в період спостережень і потужністю розкритої зони забруднення ґрунтів. Оскільки штучне зниження РГВ\* в районі аеродрому повністю виключається, поясненням цього явища можуть бути багаторічні зміни умов живлення ґрунтових вод. Перед усе йдеться про чергування багато- і маловодних періодів формування водоносного горизонту.

На цьому можна було б поставити крапку, але є підстави вважати, що через недостатню поглиблену вивченість природних умов об'єкту використана схема не здатна забезпечити необхідну вірогідність висновків. Справа у тім, що на ділянці аеродрому і поблизу від нього не має опорної (глибокої) свердловини, а ті, що є, розкривають не більш як 10-15 м лесовидних відкладів і жодна з них не досягає нижньої границі зони забруднення. А що як уся 20-30-метрова товща суглинків містить НП? На перший погляд це питання здається неадекватним. Проте, якщо звернутися до опису геолого-гідрогеологічних умов відповідної частини Причорноморського артезіанського басейну [3], до якого територіально належить ділянка, що розглядається, можна знайти інформацію, яка змушує дещо інакше поглянути на імовірне формування осередку НП-забруднення. Отже, відомо, що перший від поверхні землі регіонально розповсюджений водоносний горизонт утворюють ґрунтові води кіммерійсько-куяльницьких піщано-глинистих відкладів, а вище за них, у лесовидних суглинках на вододільних ділянках спорадично розповсюджені скупчення води типу «верховодка», які підстилаються більш-менш витриманим шаром червоно-бурих глин. Цілком ймовірно, що саме така

\*ґрунтові води ні на території самого аеродрому, ні на прилеглий території непридатні для практичного використання.

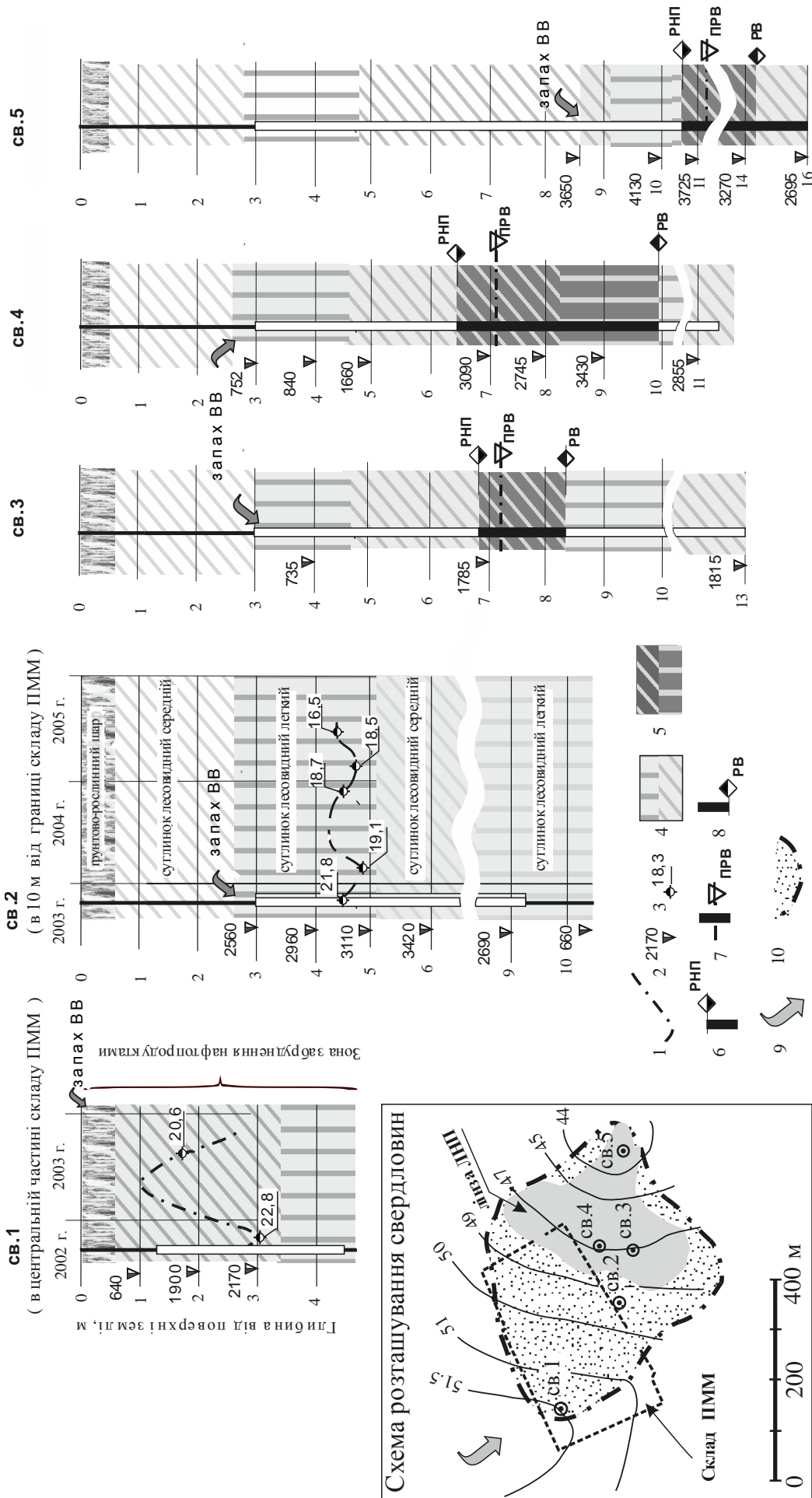


Рис. 3. Вміст нафтових вуглеводнів в ґрунтах і ґрунтових водах в зоні коливання РГВ.

1 – графік коливання РГВ; 2 – глибина відбору зразка ґрунту, число – вміст НП у зразках ґрунту, мг/кг; 3 – вміст розчинених ВВ у зразках води, мг/дм<sup>3</sup>; 4 – ґрунтова товща, яка вміщує НП; 5 – ґрунтова товща, насичена ЛНП-рідиною; 6 – рівень розділу ЛНП-рідини і повітря у свердловині; 7 – п'єзометричний рівень води у свердловині; 8 – рівень розділу ЛНП-рідини і води у свердловині; 9 – приплив ґрунтових вод з боку міста; 10 – ділянка, де вміст іммобільної ЛНП-рідини в ґрунтах перевищує 1000 мг/кг.

верховодка, яка утворилася на території аеродрому з для осередку НП-забруднення режимоутворюючим фактором. Верховодки рідко стають об'єктом моніторингових досліджень\* Проте, навіть з одного тільки припущення щодо «верховодки» можна зробити певні висновки. Загально відомо, що верховодка (perched aquifer) – це тимчасове скупчення підземних вод в ЗА на відносному водотриві. Отож, в умовах посушливого клімату, характерного для півдня України, тривалі перерви в інфільтрації атмосферних опадів (основного джерела живлення верховодки) можуть призводити навіть до тимчасового зникнення верховодки. Звісно, це твердження має загальний характер. Кожна окрема верховодка за своїм режимом відрізняється від інших, навіть розташованих в одному кліматичному поясі. Особливістю верховодки, що розглядається, може бути вплив на її формування припливу вод побутового походження з боку міста або залізничного вузла, розташованого поблизу від аеродрому. Якщо припустити, що цей приплив суттєво збільшився в останні роки або він з якихось причин неодноразово змінювався під час руху лінзи ЛНП від складу ПММ, де вона утворилася, до того місця, де вона була виявлена, то таким чином можна пояснити утворення багатометрової товщі забруднених нафтопродуктами лесовидних суглинків. Друга особливість полягає в тому, що шар червоно-бурих глин, якому верховодка завдячує своїм існуванням, має послаблені зони (гідрогеологічні вікна), крізь які відбувається інтенсивне розвантаження верховодки. При певних умовах через ці «вікна» розчинені у воді ВВ або навіть ЛНП-рідина можуть потрапити у нижній водоносний горизонт.

**Висновки.** При дослідженнях осередку нафтопродуктового забруднення ГС основна увага зазвичай приділяється скупченням мобільних ЛНП на поверхні ґрунтових вод. По-перше, ці дослідження, як правило, розпочинаються саме тоді, коли мобільні ЛНП після тривалої фази латентного просування досягають місця розвантаження ґрунтових вод і раптово виникає кризова ситуація, що вимагає вживання невідкладних захисних заходів. По-друге, вилучення з ГС нафтопродуктової рідини нерідко розглядається як видобуток цінної сировини, що має комерційний сенс. В обох випадках інші складові осередку нафтопродуктового забруднення залишаються без належної уваги. Проте іммобільна НП-рідина, яка утримується ґрунтами, також становить загрозу довкіллю, принаймні у довгостроковому відношенні.

Слід розрізняти НП-рідину – захоплену, тобто таку, що утримується капілярно-плівковими силами, і защемлену в порах водою. Ці різновиди іммобільної рідини мають різне походження, різні властивості, а отже потребують використання різних способів визначення і застосування різних заходів ремедіації.

При дослідженнях забрудненого ГС слід приділити увагу виявленню і оцінці НП-рідини, защемленої в насиченій водою зоні. Відомі численні випадки «появи» на начебто реабілітованих ділянках мобільних ЛНП в наслідок «звільнення» защемленої НП-рідини при зниженні РГВ.

Автори статті висловлюють подяку професору Огнянику М.С. і Парамоновій Н. К. за корисні поради, а також співробітникам відділу охорони підземних вод ІГН НАНУ за надані матеріали польових досліджень.

#### **Література**

1. Брикс, А. Л. Особливості розповсюдження розчинених у ґрунтових водах нафтових вуглеводнів на ділянці аеродрому м. Миколаїв (Україна) [Текст] / А. Л. Брикс, Р. Б. Гаврилюк // *Геологічний журнал*. – 2011. – №1. – С. 120–127.
2. Брикс, А. Л. Розвиток моніторингових досліджень у зв'язку із забрудненням підземних вод нафтопродуктами [Текст] / А. Л. Брикс, Р. Б. Гаврилюк, М. С. Огняник // *Геологічний журнал*. – 2017. – №1. – С. 37–46.
3. Водобмен в гидрогеологических структурах Украины. Водобмен в естественных условиях [Текст] / В. М. Шестопалов, Н. И. Дробноход, В. И. Лялько и др. – К. : Наук. думка, 1989. – 288 с.
4. Временное методическое руководство по проведению комплексных эколого-гидрогеологических исследований (на территории Украины) [Текст]. – К. : ГПП «Геопрогноз», 1994. – 331 с.
5. Гоголь, С. Б. Опыт очистки геологической среды от нефтяного загрязнения на территории г. Брянска / С. Б. Гоголь, С. В. Дадыкин // *Геологический вестник центральных районов России*. – 1999. – № 1–2. – С. 74–78.
6. Гольдберг, В. М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения [Текст] / В. М. Гольдберг, С. Газда. – М. : Недра, 1984. – 262 с.
7. Казенов, С. С. Воздействие объектов нефтепродуктообеспечения на геологическую среду / С. С. Казенов, А. И. Арбузов, Ю. В. Ковалевский. // *Известия РАН. Геоэкология*. – 1998. – №1. – С. 54–74.
8. Коноплянцев, А. А. Прогноз и картирование режима ґрунтових вод [Текст] / А. А. Коноплянцев, С. М. Семенов. – М. : Недра, 1974. – 216 с.

\*Верховодки найчастіше стають об'єктом дослідження у зв'язку із проблемою будівництва і експлуатації заглиблених в землю споруд, а також через вторинне засолення ґрунтів на зрошуваних територіях.



9. К проблеме локализации и ликвидации нефтяных загрязнений на объектах Минобороны РФ. / Б. В. Боровский, Л. В. Боровский, С. Н. Бухарин и др. // Известия РАН. Геоэкология. – 1997. – №5. – С. 75–83.
10. Материалы семинара по защите подземных и поверхностных вод от загрязнения сырой нефтью и нефтепродуктами, организованного Комитетом по водным ресурсам Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций, состоявшегося в Женеве с 1 по 5 декабря 1969 года. – Нью-Йорк : [б.и.], 1970. – Т. 1. – 169 с.
11. Методические рекомендации по выявлению, обследованию, паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами. – М. : ГИДЭК, 2002. – 87 с.
12. Мироненко, В. А. Загрязнение подземных вод углеводородами / В. А. Мироненко, Н. С. Петров // Известия РАН. Геоэкология. – 1995. — №1. – С. 3-27.
13. Мироненко, В. А. Проблемы гидрогеоэкологии [Текст] / В. А. Мироненко, В. Г. Румынин. – Т. 3. – М. : Изд-во МГГУ, 1999. – 312 с.
14. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами [Текст] / Н. С. Огняник, Н. К. Парамонова, А. Л. Брикс и др. — К. : [А.П.Н.], 2006. — 278 с.
15. Парамонова, Н. К. Влияние колебания грунтовых вод на формирование остаточных и зацементированных легких нефтепродуктов / Н. К. Парамонова, Г. И. Голуб, И. Н. Запольский и др. // Геол. журн. – 2016. – №1. – С. 112-124.
16. Пиковский, Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде [Текст]. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 208 с.
17. Середин, В. В. Оценка геоэкологических условий санации территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. [Текст]. – Пермь: Пермский гос. техн. ун-т, 1998. – 153 с.
18. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия [Текст] / В. М. Гольдберг, В. П. Зверев, А. И. Арбузов и др. – М. : Наука, 2001. – 125 с.
19. Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами [Текст] / Н. С. Огняник, Н. К. Парамонова, А. Л. Брикс, Р. Б. Гаврилюк. — К. : LAT & K., 2013. — 254 с.
20. Mercer, J. W., Cohen, R. M.,. A review of immiscible fluids in the subsurface: Properties, models, characterization and remediation./ J. W. Mercer, R. M Cohen./ J. Contam. Hydrol. — 1990. — vol. 6 (2). – P. 107-163.
21. Oil in Freshwater: Chemistry, Biology, Countermeasure Technology: Proceedings of the Symposium of Oil Pollution in Freshwater, Edmonton, Alberta, Canada – Pergamon Press, 1987. – 526 p.
22. Schwille, F. Groundwater pollution by mineral oil products / F. Schwille // Groundwater Pollution Symposium: Proceedings of the Moscow Symposium, August 1971. IAHS-AISH Publ. – 1975. – № 103. – P. 226–240.

## ПАЛЕОНТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРОНСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ЗАХІДНОГО СХИЛУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Туронські відклади східної Волині мають велике площинне поширення, з ними пов'язана низка родовищ неметалевої сировини, втім стратиграфічна позиція їх ще недостатньо обґрунтована. У роботі представлені результати вивчення залишків вапняного нанопланктону, форамініфер, остракод та двостулкових молюсків з цієї території. У найбільш повному розрізі кар'єру цементного заводу у м. Здолбунів встановлено дві пачки за літологічними ознаками, на межі їх простежені сліди перерви. Виділені зони за нанопланктоном: УС6 нижнього турону, УС7 – верхньої частини нижнього турону, УС9 – верхньої частини середнього – верхнього турону, розмив, на межі нижньої та верхньої пачки відповідає зоні УС8 – нижній частині середнього турону; та форамініферами: *Marginotruncana pseudolinneiana* – нижнього турону, *Marginotruncana coronata* – середнього турону та *Dicarinella canaliculata* – середнього – верхнього турону.

За форамініферами, остракодами та двостулковими молюсками встановлені особливості туронського палеобасейну. В ранньому туроні комплекс вапняного нанопланктону та форамініфер збіднений, остракоди представлені одним видом, пелециподи дуже рідкі, а ті що є тонкостінні та дрібні, що вказує на значну глибину басейну. На початку середнього турону спостерігається перерва в накопиченні карбонатного осаду, що супроводжувалась ерозією або карстом у підводних умовах. У середньому туроні починається накопичення осаду, але в значно мілководніших умовах. З часом басейн мілішає, що супроводжується збільшенням таксономічного різноманіття та кількості залишків бентосу. В пізньому туроні глибина басейну зменшується, при цьому зменшується видове різноманіття планктонних форамініфер та збільшується кількість видів остракод та двостулкових молюсків.

**Ключові слова:** Турон, Волино-Подільська плита, вапняний нанопланктон, форамініфери, остракоди, двостулкові молюски.

**А. В. Матвеев, І. В. Колосова, Я. С. Курена, В. В. Синегубка, А. Д. Шоміна. ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОГО СКЛОНА УКРАИНСКОГО ЩИТА.** Туронские отложения восточной Волины имеют большое площадное распространение, с ними связан ряд месторождений неметаллического сырья, впрочем, стратиграфическая позиция их еще недостаточно обоснована. В работе представлены результаты изучения остатков известкового нанопланктона, фораминифер, остракод и двустворчатых моллюсков с этой территории. В наиболее полном разрезе карьера цементного завода в г. Здолбунов установлены две пачки по литологическим признакам, на границе их прослежены следы перерыва. Выделены зоны по нанопланктону УС6 нижнего турона, УС7 – верхней части нижнего турона, УС9 – верхней части среднего – верхнего турона, размыв на границе нижней и верхней пачек соответствует зоне УС8 – нижней части среднего турона; и фораминиферам: *Marginotruncana pseudolinneiana* – нижнего турона, *Marginotruncana coronata* – среднего турона и *Dicarinella canaliculata* – среднего-верхнего турона.

По фораминиферам, остракодами и двустворчатым моллюскам установлены особенности туронского палеобасейна. В раннем туроне комплекс известкового нанопланктона и фораминифер обеднен, остракоды представлены одним видом, пелециподы очень редки, а те что есть тонкостенные и мелкие, что указывает на значительную глубину бассейна. В начале среднего турона наблюдается перерыв в осадконакоплении, который сопровождался эрозией или карстом в подводных условиях. В конце среднего турона начинается осадконакопление, но в более мелководных условиях. Со временем бассейн мельчает, что сопровождается увеличением таксономического разнообразия и количества остатков бентоса. В позднем туроне глубина бассейна уменьшается, при этом уменьшается разнообразие планктонных фораминифер и увеличивается количество видов остракод и двустворчатых моллюсков.

**Ключевые слова:** Турон, Волино-Подольская плита, известковый нанопланктон, фораминиферы, остракоды, двустворчатые моллюски.

**Вступ.** Верхньокрейдові відклади в межах західного схилу Українського щита (УЩ) представлені сеноманським, туронським і коньякським ярусами. Відклади турону поміж них мають найбільше поширення, відіграють важливу роль у геологічній будові й господарській діяльності населення дослідженої території, та достатньо хорошу відслоненість. Незважаючи на це їх палеонтологічна характеристика залишається досить неповною, перш за все через малу та не системну вивченість.

**Аналіз попередніх публікацій.** Історія досліджень крейдових відкладів західного схилу Українського щита розпочинається з початку ХІХ

ст. До середини ХХ ст. вона характеризується несистемними зборами фактичного матеріалу в межах існуючих відслонень і поодиноких свердловин, а також першими спробами узагальнення геологічної будови регіону та стратиграфічного розчленування порід. З 1953 року вивченням західного схилу УЩ розпочали займатися спеціалізовані геологічні підрозділи із широким залученням колонкового буріння. Попри більше ніж піввікову історію геологічно вивчення, на сьогодні ця територія не охоплена жодним листом новітньої Держгеолкарти-200.

Вперше палеонтологічна характеристика відкладів турону західного схилу Українського щита

та з'являється у збірнику праць 1865-1868 рр. Е. Ейхвальда [15]. В ній автор приводить кілька видів двостулкових моллюсків знайдених у крейдових відкладах в м. Кременець (Тернопільська обл.) та його околицях, проте зображення даних видів відсутні. Г.А. Радкевич у роботі 1892 р. узагальнив зібрані ним дані про геологію, стратиграфію та фосилії турон-сенону Волині [11]. В.Д. Ласкарев у пояснювальній записці до 17-го листа приводить перелік турон-сенонської фауни із колекції Г.А. Радкевича та знайденої ним особисто з м. Кременець, с. Білогородка, с. Повча, с. Старомильськ, м. Рівне та ін. У результатах дослідження крейди на Волині, опублікованих у 1928 р., польський вчений-геолог А. Мазурек приводить короткий перелік фауни з цієї території [17]. В роботі А. Мазурека 1931 року приводяться результати палеонтологічного вивчення туронських відкладів с. Янова Долина [16]. У 50-90х роках вивченням макропалеонтологічних решток східної частини Волино-Поділля займалися переважно С.І. Пастернак та його учні – В.І. Гаврилишин, С.П. Коцюбинський і В.А. Гинда. В 60-х роках ними зібрано і досліджено багатий палеонтологічний матеріал з відкладів турону м. Кременець [8].

Переважає більшість мікропалеонтологічних досліджень відкладів турону західного схилу УЩ пов'язані із супроводом геолого-знімальних робіт, що проводилися тут в 60-80 рр. ХХ ст. геологічним об'єднанням «Північукргеологія». Мікрофосилії (переважно форамініфери) вивчалися штатним палеонтологом Л.Ф. Гончарук. Також вивченням пізньокрейдових форамініфер Волино-Поділля займалася А.М. Волошина, яка виконувала мікропалеонтологічний аналіз кернових проб, відібраних під час перших геолого-знімальних робіт в межах західного схилу УЩ, проведених Львівською комплексною геологічною експедицією у 1954-1959 рр. С.В. Розумейко 1969 р. опублікувала результати вивчення форамініфер з турону околиць м. Кременець [12].

Єдина комплексна робота з мікро- та макропалеонтологічного вивчення туронських відкладів західного схилу УЩ проведена С.В. Розумейко, А.М. Романів та В.І. Гаврилишином у кар'єрі Здолбунівського родовища писальної крейди [13]. В ній подані результати дослідження верхньокрейдових відкладів на різних горизонтах кар'єру та їх стратиграфічне розчленування за комплексами форамініфер, нанопланктону та моллюсків.

Туронські остракоди згадуються лише у роботі Ю.В. Діденко [5], де вони описані з відслонень міста Кременець, Бережани та села Дубівці.

**Матеріали та методи.** Матеріалом дослідження стали збори 2017 року, що проходили на

півдні Рівненської та півночі Хмельницької областей (рис. 1). Основний матеріал отримано у розрізі кар'єру цементного заводу у м. Здолбунів. Цей кар'єр п'ятьма уступами вскриває близько 40 метрів білої писальної крейди туронського віку. Нажаль сеноманські відклади, описані у роботі С.В. Розумейко та ін. [13], на теперішній час знаходяться нижче рівня ґрунтових вод і не доступні для вивчення.

Виходи крейди біля сел Острів, Півче, Стороничі та Жемелинці представлені невеликими відслоненнями, що дають матеріал для виявлення особливостей площинного поширення органічних решток.

Вивчення їхнотекстур проводилось за методикою Г.І. Бушинського [3]. Мікрофауністичні рештки досліджувались за допомогою оптичного мікроскопа МБС-9 та електронного мікроскопа VEGA3 лабораторії фізики тонких плівок Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Особливості методики дослідження вапняного нанопланктону викладені у роботі А.В. Матвєєва [9].

Макропалеонтологічні дослідження зібраного матеріалу з верифікації та опису виконані за класичною методикою морфологічно-порівняльного аналізу.

#### **Результати та обговорення.**

**Літологія.** Літологічна характеристика відкладів турону західного схилу УЩ подається за результатами детального вивчення найбільш повного їх розрізу в кар'єрі поблизу м. Здолбунів.

У літологічному відношенні туронська крейда, що відслонюється в Здолбунівському кар'єрі, поділяється на дві частини: нижню (близько 13 м вверх від рівня ґрунтових вод) та верхню (більше 20 метрів в залежності від рівня палеорельєфу). Межею між ними є рівень розвитку карстових порожнин, заповнених жовтуватим сірим піскуватим дрібнозернистим матеріалом. Розміри цих тіл 5-7 м завтовшки та більше 20 м по простяганню.

Нижня пачка крейди представлена грубою ясно сірою крейдою. Їхнотекстури представлені нечітко вираженими плямами (рис. 2а) розміром до декількох сантиметрів. В цій пачці, під час підготовки проб на мікрофауністичний аналіз, зустрінуті численні дрібні залишки макрофауністичних решток: брахіопод (дорослих та ювенільних), уламки мушель устриць та іноцерамів, гастропод, морських їжаків, мшанок, губок, офіур та морських зірок, коралів, усонігих раків. При цьому крупні уламки, що можуть вказувати на їх видову належність, зустрічаються досить рідко.

Верхня пачка складена білою писальною крейдою з прошарками желвакових кременів у самій верхній його частині та численними субго-

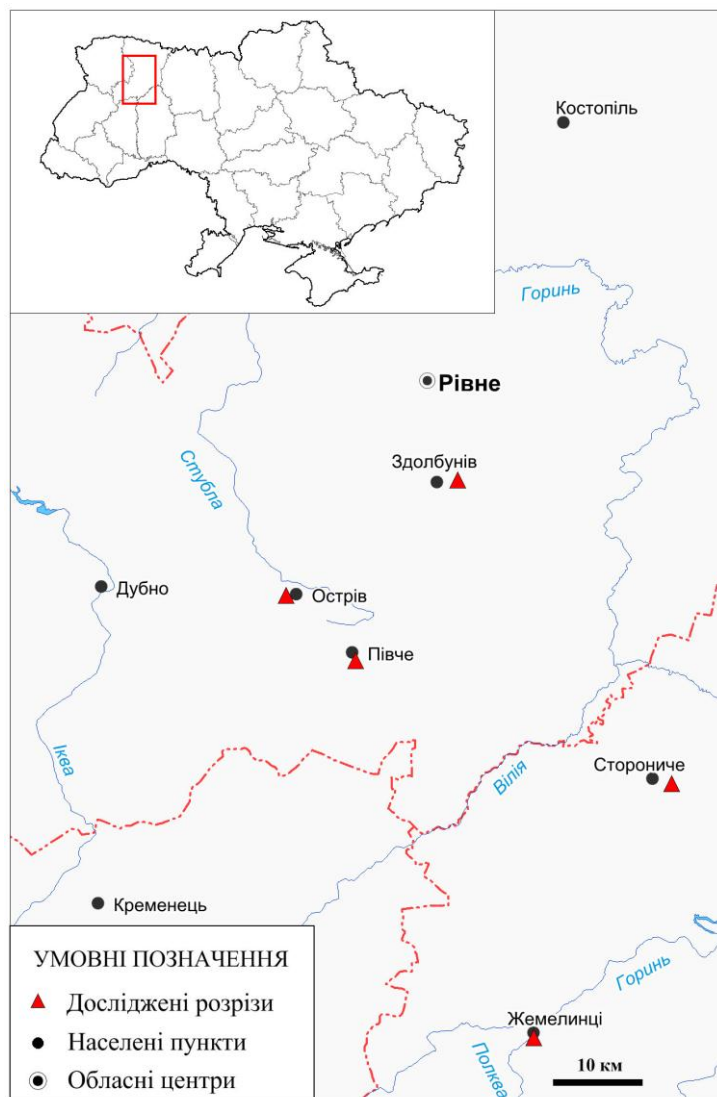


Рис. 1. Схема розташування досліджених розрізів.

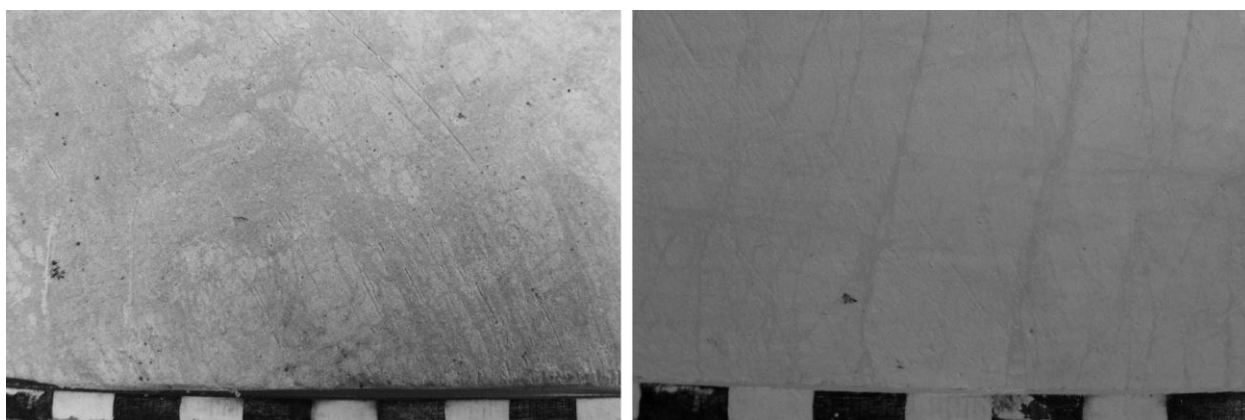


Рис. 2. Іхнотекстури крейди туронського віку зі Здолбунівського кар'єру:  
а – нижньої пачки; б – верхньої пачки.

ризонтальними структурами "твердого дна". Іхнотекстури представлені численними субвертикальними тріщинками неправильної форми (рис. 2б). Дрібні залишки макрофауни, виявлені під час підготовки проб на мікрофауністичний аналіз, представлені майже тільки спікулами губок.

Проте, кількість виявлених крупних уламків та майже цілих частин фосилій у цій пачці значно збільшується, в порівнянні з нижньою.

Наявність структур "твердого дна" вказує на активний гідродинамічний режим тогочасного морського басейну та присутності середньо-

потужних придонних течій. Повторюваність розмиву свідчить про наявність евстатичних коливань або переміщення напрямку (локації) придонних течій.

**Вапняний нанопланктон.** Вапняний нанопланктон є основною складовою крейдових порід. Цілі коколіти складають 30-50% породи, інша частина складена переважно уламками коколітів. Комплекс нанопланктону досить одноманітний у всіх вивчених зразках. Домінантних видів нема, але більшість комплексу представлена видами (табл. I): *Watznaueria barnesae* (Black, 1959); *Chiastozygus litterarius* (Gorka, 1957); *Staurolithites crux* (Deflandre, Fert, 1954); *Biscutum blacki* Gartner, 1968; *Zeugrhabdothus xenotus* (Stover, 1966). Дещо рідше, але в усіх зразках зустрічаються: *Cyclagelosphaera margereli* Noel, 1965; *Eiffelithus turriseiffelii* (Deflandre, 1954); *Chiastozygus anceps* Gorka, 1957; *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959; *M. belgicus* Hay, Towe, 1963; *Discorhabdus cruciatus* (Bukry, 1969); *Eprolithus floralis* Stradner, 1962; *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963; *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre, 1965); *Nannoconus elongatus* Brönnimann, 1955; *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelski, 1912); *Zeugrhabdothus embergeri* (Noel, 1959). Поодинокими екземплярами представлені: *Eiffelithus eximius* (Stover, 1966); *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959; *Lithastrinus septenarius* Forchheimer, 1972; *Cylindralithus serratus* Bramlette, Martini, 1964; *Cretarhabdus conicus* Bramlette, Martini, 1964; *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arkhangelski, 1912) *Corollithion signum* Stradner, 1963; *Retecapsa crenulata* (Bramlette, Martini, 1964); *Rotelapillus laffittei* (Noel, 1957); *Quadrum gartneri* Prins, Perch-Nielsen, 1977.

Комплекс коколітів нижньої пачки дозволяє віднести її до зони UC6 шкали Барнет [14] нижнього турону (рис. 3). В самій верхній частині цієї пачки з'являються поодинокі *Quadrum gartneri*, що дозволяє віднести цю частину до зони UC7. У пісках, що заповнюють карстові порожнини, коколіти також зустрічаються, що каже про їх морський генезис, але мала їх кількість не дає можливості встановити їх вік.

У підшві верхньої пачки з'являється *Lithastrinus septenarius*, що дає змогу виділити зону UC9 верхня частина середнього – верхній турон. Таким чином розмив, на межі нижньої та верхньої пачки відповідає зоні UC8 – нижній частині середнього турону.

Відклади крейди біля села Стороничі відносяться до зони UC6 (низи нижнього турону); біля села Острів - до зони UC7 (верхи нижнього турону) біля сел Півче та Жемелинці до зони UC9 (середній-верхній турон).

**Форамініфери.** У розрізі Здолбунова кількість видів форамініфер становить 52, вагома частка (у кількісному співвідношенні) яких є родами планктонної асоціації помірних та бореальних поясів. Співвідношення планктон/бентос у вивченому інтервалі в середньому становить 52%, а за кількістю черепашок – 70-85% (Табл. II).

Представники планктонної асоціації були розділені на наступні групи:

1. Види-індекси інтервал-зони Marginotruncana pseudolinneiana [7]: *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967; *Dicarinella imbricata* (Mornod), 1976.
2. Види, характерні для інтервал-зони Marginotruncana pseudolinneiana: *Globigerinella ultramicra* Subbotina, 1949, *Haplophragmoides herbichi* Neagu, 1968;
3. Види широкого стратиграфічного діапазону, характерні для середнього - верхнього турону: *Dicarinella canaliculata* (Reuss, 1846), *Hedbergella delrioensis* (Carsey, 1926), *Archaeoglobigerina bosquensis* Pessagno, 1967, *Ramulina chapmani* Barnard, 1972;
4. Види-індекси інтервал-зони Marginotruncana coronata [7]: *Marginotruncana sigali* (Reichel, 1950), *Marginotruncana schneegansi* (Sigal, 1952), *Whiteinella paradubia* (Sigal), 1952, *Whiteinella archaeocretacea* Pessagno, 1967, *Archeoglobigerina blowi* Pessagno, 1967;
5. Види широкого стратиграфічного діапазону, характерні для верхнього турону: *Muricohedbergella delrioensis* (Carsey, 1926), *Ramulina aculeata* (d'Orbigny), *Ramulina wrightii* Barnard, 1972, *Ramulina laevis* Jones, 1875, *Arunobulimina* sp., *Praebulimina angulata* Sliter, 1968, *Strictocostella pseudoscripta* (Cushman, 1937), *Haplophragmium aequale* (Roemer);

Бентосна асоціація представлена трьома групами:

1. Види широкого стратиграфічного розповсюдження, характерні для середнього турону: *Palmula ornata* (Reuss, 1833), *Epistomina caracolla* (Roemer, 1841), *Planularia decora* Lipnik, 1974, *Eggerellina micra* Voloshina, 1972, *Ataxophragmium initiale* Voloshinova, 1972, *Gaudryina pyramidata* Cushman, 1926, *Anomalina umbilicata* (Brotzen), *Anomalina stelligera* (Marie), *Tritaxia pyramidata* Reuss, 1863, *Nodosaria monile* Hagenow, 1842, *Frondicularia archiacana* d'Orbigny, 1840, *Stensioeina gracilis* Brotzen, 1945, *Nodosarella texana* Cushman, 1938, *Frondicularia striatula* Reuss, 1863, *Gaudryina pyramidata* Cushman, 1926, *Citharinella* sp.
2. Види вузького стратиграфічного розповсюдження, характерні для верхнього турону [6]: *Gavelinella moniliformis ukrainica* (Vassilenko,

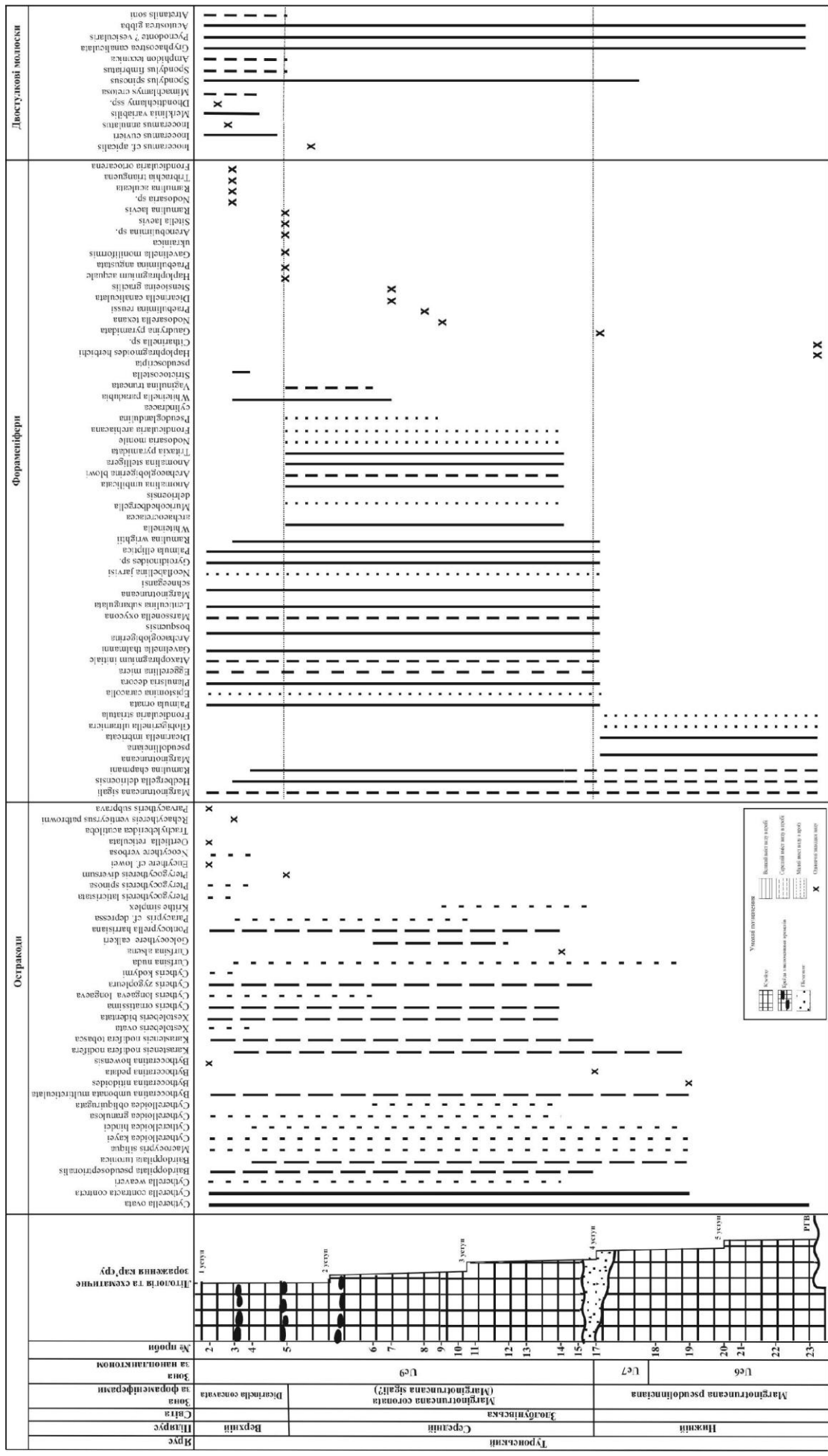


Рис. 3. Стратиграфічне положення фосилій у розрізі Золобунівського кар'єру

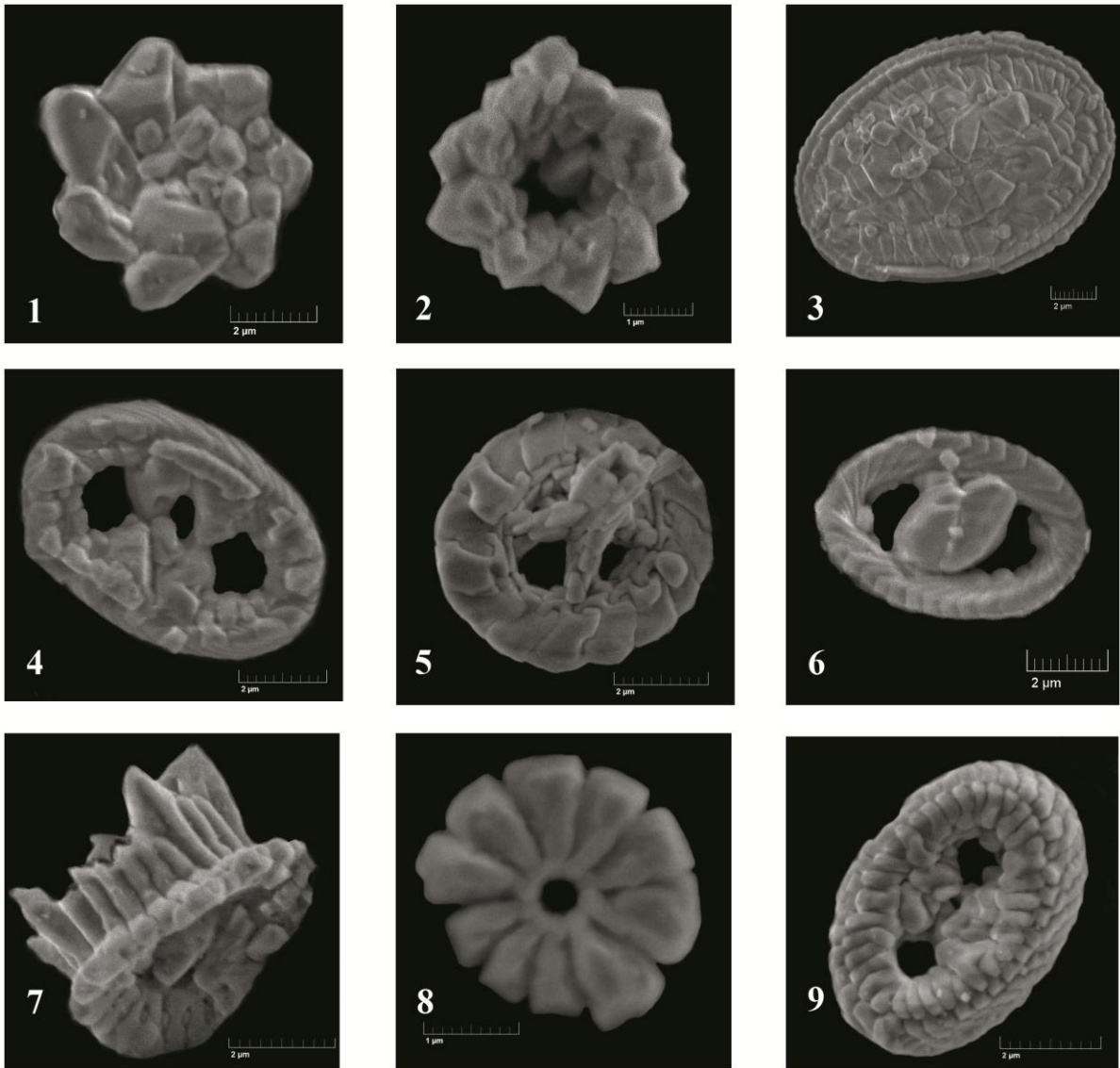


Табл. I. Вапняний нанопланктон турону розрізу Здолбунівського кар'єру.

- 1) *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966; 2) *Lithastrinus septenarius* Forchheimer, 1972; 3) *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Noël, 1970; 4) *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966a) Reinhardt, 1966b; 5) *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968; 6) *Zeugrhabdotus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Burnett in Gale et al., 1996; 7) *Rotelapillus crenulatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984; 8) *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968; 9) *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984

1954) [4, 6], *Frondicularia ortocarena* Marie, 1937, *Tribrachia trianguena* Lypnyk, 1976, *Sitel-la laevis* (Beissel, 1891);

3. Види широкого стратиграфічного розповсюдження, характерні для кінця середнього турону - початку верхнього [6]: *Gavelinella thalmanni* (Brotzen, 1936), *Marssonella oxycona* Reuss, 1860, *Gyroidinoides* sp., *Lenticulina subangulata* (Reuss), 1863, *Neoflabellina jarvisi* (Cushman, 1935), *Nodosaria* sp., *Vaginulina truncate* Reuss, 1863, *Palmula elliptica* (Nilsson, 1826).

Наявність характерних видів-індексів інтер-

вал-зони *Marginotruncana pseudolinneiana* дає можливість провести верхню границю цієї зони.

Враховуючи, що *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967 є характерним видом інтервал-зони *Helvetoglobotruncana helvetica* нижньо-го-низів верхнього турону [20], відсутність виду-індексу однойменної зони та характерних видів, виділення самостійної інтервал-зони *Marginotruncana pseudolinneiana* середнього турону [7] та ширший діапазон існування даного виду, можна зробити висновок, що зустрічаючись разом ці види вказують на інтервал-зону *Helvetoglobotruncana helvetica*. У даному розрізі вид

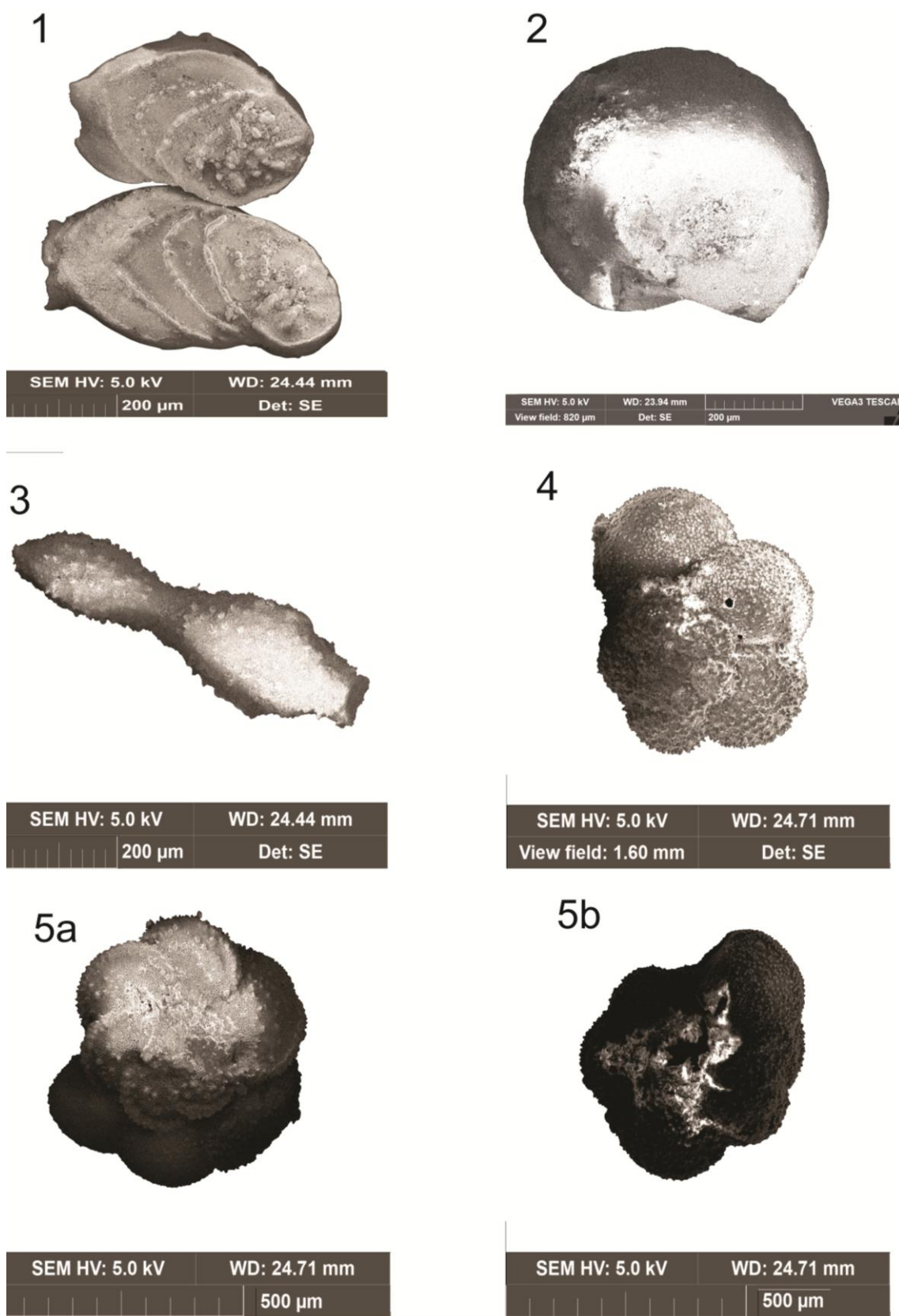


Табл. II. Характерні види форамініфер турону розрізу Здолбунівського кар'єру.  
 1. *Planularia decora* Lipnik, 1974; 2. *Epistomina caracolla* (Roemer, 1841); 3. *Strictocostella pseudoscripta* (Cushman, 1937); 4. *Archaeoglobigerina bosquensis* Pessagno, 1967. Дорзальна сторона;  
 5. а) *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967. Дорзальна сторона. б) *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967. Вентральна сторона.



*Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967 зустрічається із зовсім іншим комплексом видів, отже є видом-індексом однойменної інтервал-зони.

Також верхня границя характеризується різкою зміною одних видів іншими, що дає підставу зробити припущення, про можливий розмив на цьому рівні.

Верхня частина розрізу відноситься до верхів верхнього турону – низів нижнього коньяку. На це вказує наявність бентосних форм вузького стратиграфічного розповсюдження, характерних для даного інтервалу, таких як *Gavelinella moniliformis ukrainica* (Vassilenko, 1954), *Fronicularia ortocarena* Marie, 1937, *Tribrachia trianguena* Лупник, 1976, *Strictocostella pseudoscripta* (Cushman, 1937), *Sitella laevis* (Beissel, 1891) [4, 6], а також великий комплекс маргінотрунканид та рамулін [1].

Аналізуючи комплекс планктонної асоціації в цілому, можна сказати, що вивчена територія відносилася до зовнішнього шельфу або мілководного окраїнного моря [7]. Характерний набір планктонних форм із тонкою шиповатою стінкою та вираженою скульптурою, а також зниження кількості видів із лівим навиванням камер вказує на деяке похолодання.

**Двостулкові молюски.** У вивчених розрізах виявлено 15 видів двостулкових молюсків, представлених фосиліями з різним ступенем збереженості (Табл. III).

В межах досліджуваної території, у відкладах турону, найбільше видове різноманіття пеліципод та їх чисельність характерні для верхнього під'ярусу. Загалом у відкладах верхнього турону виявлено 14 видів двостулкових молюсків.

Так, у розрізі кар'єру поблизу м. Здолбунів виявлено 12 видів: *Inoceramus cuvieri* Sowerby, *Inoceramus annulatus* Goldfuss, *Merklinia variabilis* F. von Hagenow, *Dhondtichlamys* sp., *Mimachlamys cretosa* Defrance, *Spondylus spinosus* Sowerby, *Spondylus fimbriatus* Goldfuss, *Ampidonte conica* Sowerby, *Gryphaeostrea canaliculata* Sowerby, *Pycnodonte ? vesicularis* Lamarck, *Acutostrea gibba* Reuss, *Atreta nilssoni* F. von Hagenow. Представники видів *Inoceramus cuvieri* Sow., *Merklinia variabilis* Hag., *Spondylus spinosus* Sow., *Gryphaeostrea canaliculata* Sow. та *Pycnodonte ? vesicularis* Lam. є найбільш чисельними поміж інших.

У верхньотуронській писальній крейді з невеликою домішкою кластичного матеріалу з відслонення поблизу с. Півче (Рівненська область) виявлено комплекс двостулкових молюсків, що нараховує 9 видів: *Inoceramus cuvieri* Sow., *Myliloides* aff. *striatoconcentricus* Gümbel, *Merklinia variabilis* Hag., *Mimachlamys cretosa* Defr., *Spo-*

*ndylus spinosus* Sow., *Spondylus latus* Sowerby, *Gryphaeostrea canaliculata* Sow., *Pycnodonte ? vesicularis* Lam., *Acutostrea gibba* Reuss. Тут найчастіше зустрічаються іноцерами родини Mytiloides, спонділіди та устричні.

У відслоненні, що знаходиться на захід від с. Острів, знайдено невелику кількість решток пеліципод, що належать до 4 видів: дрібні уламки *Inoceramus* sp. indet., *Spondylus spinosus* Sow., *Gryphaeostrea canaliculata* Sow., *Pycnodonte ? vesicularis* Lam.

Для відслонення поблизу с. Жемелинці (Хмельницька область) характерний комплекс двостулкових молюсків представлений 4 видами: *Spondylus* sp., *Gryphaeostrea canaliculata* Sow., *Pycnodonte ? vesicularis* Lam., *Acutostrea gibba* Reuss. Переважна більшість із невеликої кількості решток, знайдених поблизу с. Жемелинці, належать представникам *Pycnodonte ? vesicularis* Lam. Характерною особливістю двостулкових молюсків з цієї локації є малі розміри мушель та їх тонкі стінки. Це може вказувати на несприятливі екологічні умови, а саме велику глибину частини басейну, у якій відбувалося накопичення карбонатних мулів, у порівнянні з областю розташованою південніше.

Під час дослідження відслонення біля с. Сторонице, у опрацьованому об'ємі породи, решток двостулкових молюсків не виявлено.

Середній турон характеризується меншим числом видів та дещо меншою чисельністю їх представників. Відклади цього під'ярусу відслонюються лише в кар'єрі Здолбунівського родовища крейди. Там знайдено 5 видів двостулкових молюсків: *Inoceramus* cf. *apicalis* Woods, *Spondylus spinosus* Sow., *Gryphaeostrea canaliculata* Sow., *Pycnodonte ? vesicularis* Lam, *Acutostrea gibba* Reuss. *Inoceramus apicalis* є зональним видом для середнього турону Волино-Поділля. Рештки *Spondylus spinosus* Sow., *Gryphaeostrea canaliculata* Sow. та *Pycnodonte ? vesicularis* Lam. найчастіше зустрічаються у середньотуронських відкладах.

Нижньому під'ярусу турону відповідає найменша кількість видів – 6.

У відслоненні, що знаходиться на захід від с. Острів, знайдено невелику кількість решток пеліципод, що належать до 4 видів: дрібні уламки *Inoceramus* sp. indet., *Spondylus spinosus* Sow., *Gryphaeostrea canaliculata* Sow., *Pycnodonte ? vesicularis* Lam.

У крейді нижніх уступів Здолбунівського кар'єру знайдено *Spondylus latus* Sow., *Gryphaeostrea canaliculata* Sow., *Pycnodonte ? vesicularis* Lam. та *Acutostrea gibba* Reuss.

Під час дослідження відслонення нижньотуронських відкладів біля с. Сторонице, у опрацьо-

ваному об'ємі породи, решток двостулкових молюсків не виявлено.

Рештки пеліципод рідко зустрічаються у товщі крейди, що відноситься до нижнього туруну. Також слід наголосити на відсутність поміж знахідок двостулкових молюсків решток *Mytiloides labiatus* Schlotheim – зонального виду для нижнього туруну. Знайденим у нижньотурунських відкладах фосиліям відповідають тонкостінні та дрібні видові форми, що також може вказувати на значну глибину тогочасного басейну.

**Остракоди.** У розрізі кар'єру біля Здолбунова було встановлено 37 види остракод, які належать до 19 родин (Табл. IV). У середньому, на одну пробу припадають 15-25 черепашок доброї збереженості. Проте кінець і середина вивченого інтервалу відзначається значно більшою кількістю знахідок (за різноманітністю видів та кількістю). Найбільш розповсюджені представники родини *Cytherella*. Проте найбільша їх кількість приурочена до низів вивченого інтервалу. Найбільш розповсюджений вид *Cytherella ovata* (Roemer), 1840, менш розповсюджений *Cytherella contracta contracta* Veen, 1932. В меншій, але достатній кількості, представлені види родин *Cytheris*, *Vythoceratina*, *Golcocythere*, *Curfsina*, *Pontocyprella*, *Paracypris*, *Xestoleberis*, *Bairdoppilata* та *Karasteneis*. Інші родини представлені трьома-чотирма екземплярами.

Виявлений комплекс остракод і більший мірі схожий на комплекс остракод описаний Ю.В. Діденко з відслонень Кременця. Проте вивчену товщу за зміною комплексів остракод можна розділити на три частини [5].

Нижня пачка характеризується майже монотаксонним складом остракод, які представлені знахідками виключно родини *Cytherella*. Як відомо, монотаксонний склад остракод вказує на стабільні умови басейну, а велика кількість родин – на перебудову ценозу [10]. Тому часовий інтервал утворення цих проб характеризується одноманітними умовами мілководного зовнішнього шельфу. Слід зазначити, що представники родини *Cytherella* харчуються фільтруванням та здатні переживати зменшення кількості кисню в воді. Ю.В. Діденко пов'язує домінування цієї родини з кисневою катастрофою межі сеноману-туруну, проте на території Волино-Поділля не знайдено таких порід, які вказували б на подібну катастрофу, як у крейдових відкладах Криму. Тому така велика кількість представників родини *Cytherella* пов'язана, скоріш, зі сприятливими умовами для цієї родини [5].

Верхня пачка характеризується початком регресії моря, про що свідчить зміна комплексу остракод. Тут з'являються представники родин *Cythereoidea*, *Vythoceratina*, *Karasteneis*, *Bairdoppi-*

*lata*, *Pterygocythere*, *Macrocypris*. Данні родини представляють собою індикатори умов субліторалі. В цьому інтервалі фіксується зменшена кількість кисню у придонній воді, що встановлюється за широко розвинутими порово-каналними зонами на черепашках представників родини *Bairdoppilata*.

Самі верхні 10 метрів розрізу характеризуються найбільшою регресією моря з вивченого інтервалу. Тут зустрінутий найбільш різноманітний за родинним і видовим складом комплекс остракод. Це свідчить про відносну швидку динаміку зміни умов палеобасейну та нестійке положення остракодового ценозу. Басейн стає менш глибоководним та більш динамічним – верхня сублітораль. Глибина сягала від 9 до 21 метру, про що свідчать залишки свердління синьо-зелених водоростей на поверхні черепашок. Тут з'являються представники родини *Xestoleberis*, які розглядаються як індикатор приливно-відливної зони. Поява остракод, що зариваються, свідчить про значне ствердіння субстрату, а ускладнення будови замку родини *Pterygocythere* про збільшення динаміки басейну. Також у представників родини *Pterygocythere* з'являється очна пляма, на відміну від їх представників з попереднього інтервалу, що свідчить про прозорість води та зменшення глибини басейну. Крім того, тут зустрінуті інші родини остракод з добре розвинутою очною плямою: *Rehacythereis*, *Cytheris*, *Paracytheretta* [21].

Знахідки остракод із відслонення с. Стороничі мало чисельні. Вони представлені виключно видом *Cytherella ovata* (Roemer), 1840. При цьому, тут знайдені лише планктонні форамініфери у великій кількості. Це свідчить про те, що тут була найбільша трансгресія моря з усіх вивчених розрізів.

Виявлений комплекс остракод допомагає встановити певні риси палеобасейну: глибина басейну відповідає верхній субліторалі, але не менше 21 м, (що встановлюється за наявність родин *Bairdoppilata* та *Vythoceratina*), глибина басейну поступово зменшується і переходить з зовнішнього шельфу в верхню сублітораль, що відображається у поступовому переході родинного складу остракод від гладкостінних форм до скульптурованих, та появи більшої кількості глинистого матеріалу у пробах); солоність води тримається на рівні 35‰ (за наявністю родин індикаторів *Cytherella* та *Krithe*); температура води знаходиться на рівні 20°C (за родинною індикатором *Cythereoidea*); динаміка басейну дуже низька (про це свідчить автохтонність захоплення черепашок та добра збереженість їх); прозорість води поступово збільшується з регресією моря, про що свідчить поява очних плям на

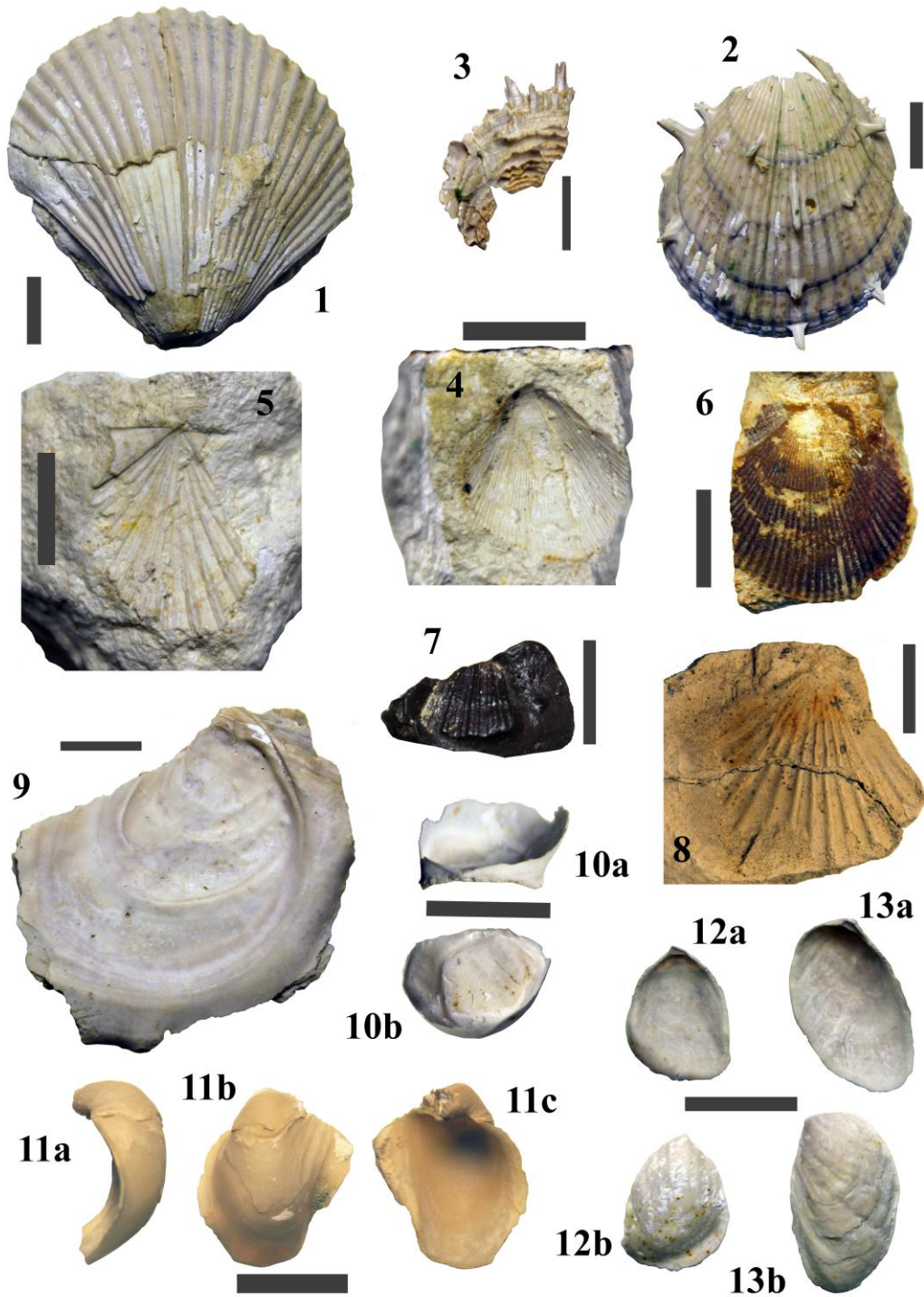


Табл. III. Двостулкові молюски турону східної Волині.

1. *Spondylus spinosus* Sowerby, ліва (верхня) стулка, верхній турон, Здолбунівський кар'єр; 2. Те ж саме, права (нижня) стулка, верхній турон, Здолбунівський кар'єр; 3. *Spondylus fimbriatus* Goldfuss, частина правої (нижньої) стулки, верхній турон, Здолбунівський кар'єр; 4. *Spondylus latus* Sowerby, ліва (верхня) стулка, верхній турон, відслонення Півчє; 5. *Merklinia variabilis* F. Von Hagenow, контр-відбиток правої стулки, верхній турон, відслонення Півчє; 6. *Dhondtichlamys* sp., відбиток лівої стулки, верхній турон, Здолбунівський кар'єр; 7. *Merklinia variabilis* F. Von Hagenow, відбиток частини стулки на кремені, верхній турон, Здолбунівський кар'єр; 8. ? *Merklinia variabilis* Hag., ядро, верхній турон, Здолбунівський кар'єр; 9. *Pycnodonte? vesicularis* Lamarck, частина правої (нижньої) стулки, прикріпленої до уламка мушлі *Inoceramus cuvieri* Sowerby, верхній турон, Здолбунівський кар'єр; 10. Те ж саме, права (нижня) стулка, нижній турон, Здолбунівський кар'єр: а – вигляд з черевної сторони, б – вигляд на внутрішню сторону; 11. *Gryphae ostrea canaliculata* Sowerby, права (нижня) стулка, верхній турон, Здолбунівський кар'єр: а – вигляд ззаду, б – вигляд зовнішньої сторони, с – внутрішня сторона; 12. *Acutostrea gibba* Reuss, ліва (верхня) стулка, верхній турон, Здолбунівський кар'єр: а – внутрішня сторона, б – зовнішня сторона; 13. Те ж саме, права (нижня) стулка, верхній турон, Здолбунівський кар'єр: а – внутрішня сторона, б – зовнішня сторона.

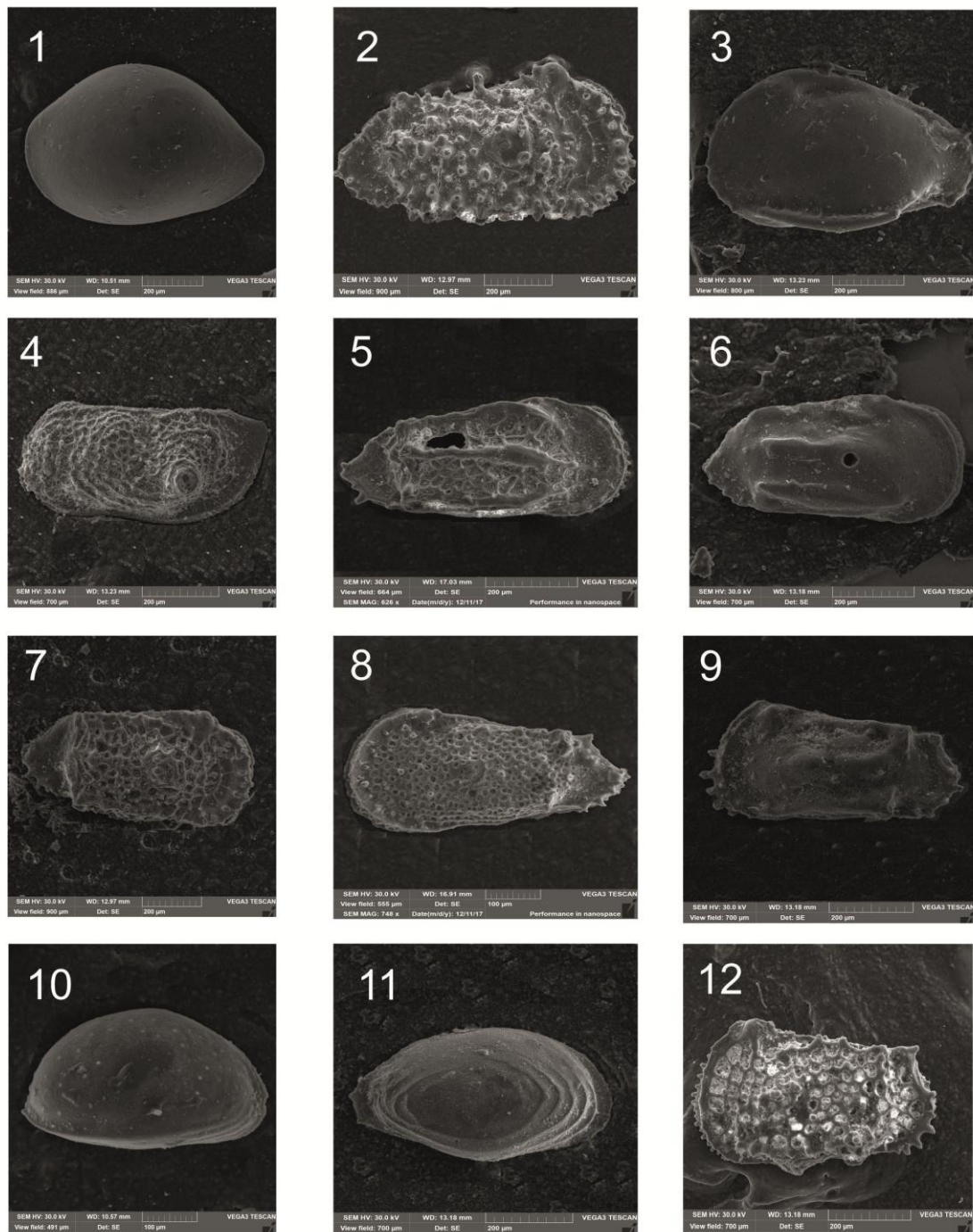


Табл. IV. Характерні види остракод туруну розрізу Здолбунівського кар'єру.

1. *Bairdoppilata pseudoseptrionalis* Mertens, ліва стулка;
2. *Cytheris ornatissima* (Reuss), права стулка;
3. *Pterygocythereis laticristata* (Bosquet), ліва стулка;
4. *Bythoceratina umbonata multireticulata* Clarke, права стулка;
5. *Golcocythere calkeri* (Bonnema), права стулка;
6. *Karasteneis nodifera nodifera* Slipper, права стулка;
7. *Cytheris zygopleura* Pokorný, права стулка;
8. *Trachyleberidea acutiloba* Marsson, ліва стулка;
9. *Curfsina nuda* (Jones et Hinde), ліва стулка;
10. *Xestoleberis bidentata* Bonnema, права стулка;
11. *Neocythere verbosa* Damotte, права стулка;
12. *Oerthella reticulata* Kafka, ліва стулка.

черепашках [2, 19].

**Висновки.** Комплексне вивчення палеонтологічних залишків дозволяє більш точно встановити стратиграфічне положення окремих розрізів та встановити особливості палеогеографії району. Зокрема було встановлено, що:

1. У нижньому туруні (нижня пачка Здолбунівського кар'єру та відслонення в с. Стороничі) комплекс вапняного нанопланктону та форамініфер збіднений, остракоди представлені одним видом, пеліциподи дуже рідкі, а ті що є тонкостінні та дрібні, що вказує на значну глибину ба-

сейну.

2. На початку середнього турону спостерігається перерва в накопиченні карбонатного осаду, що супроводжувалась ерозією або карстом у підводних умовах, адже піщаний наповнювач містить коколіти доброї збереженості.

3. У середньому туроні починається накопичення осаду, але в значно мілководніших умовах. З часом басейн мілішає, що супроводжується збільшенням таксономічного різноманіття та кі-

лькості залишків бентосу: форамініфер двостулкових молюсків та остракод.

4. Верхній турон (верхня пачка Здолбунівського кар'єру та відслонення в с. Півче) характеризується зменшенням глибини басейну верхньокрейдowego моря та зростанням його гідродинаміки. При цьому зменшується видове різноманіття планктонних форамініфер та збільшується кількість видів остракод та двостулкових молюсків.

#### Література

1. Акимец, В. С. *Практическое руководство по микрофауне СССР [Текст]* Т. 5. Фораминиферы мезозоя / В. С. Акимец, В. Н. Беньямовский, Л. Ф. Копаевич – Ленинград, 1991. – С. 161–209.
2. Андреев, Ю. Н. *Меловые остракоды Средней Азии [Текст]* : автореф. дис. докт. геол.-мин. наук : спец. 04.00.09 / Ю. Н. Андреев; [Геологический факультет МГУ им. Ломоносова] . – Москва, 1988. – 38 с.
3. Бушинский, Г. И. *Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины [Текст]* / Г. И. Бушинский // Тр. ИГН АН СССР. — 1954. — №156. — С 160.
4. *Геология шельфа СССР. Стратиграфия (шельф и побережья Черного моря) [Текст]* / Т. В. Астахова, С. В. Горак, Е. Я. Краева и др. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 78-81.
5. Діденко, Ю. В. *Остракоды верхньокрейдových відкладів Волино-Поділля [Текст]*: автореф. дис. канд. геол.-мін. наук : 04.00.09 / Ю. В. Діденко; [Ін-т геологічних наук НАН України] . – Київ, 2005. – 14 с.
6. Каптаренко-Черноусова, О. К. *Фораминиферы мела Украины: палеонтологический справочник. [Текст]* / О. К. Каптаренко-Черноусова, Л. Ф. Плотникова, Е. С. Липник – Киев: Наукова думка, 1979. – С. 158-232.
7. Копаевич, Л. Ф. *Планктонные фораминиферы позднего мела Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления: зональная биостратиграфия, смена на главных рубежах, палеоокеанологические реконструкции [Текст]*: Автореф. дис. д-ра. геол. наук : 04.00.09 / Л. Ф. Копаевич; [Геологический факультет МГУ им. Ломоносова] . – Москва, 2011. – 59 с.
8. Коцюбинский, С. П. *Зональное деление верхнего турона и коньяка Волино-Подольской плиты [Текст]* / С. П. Коцюбинский, В. А. Гында // Палеонтол. сб. – 1966. – Вып. 2, № 3. – С. 124-127.
9. Матвеев, А. В. *Особенности методики изучения известкового нанопланктона [Текст]* / А. В. Матвеев // Вісник ХНУ. — 2011. — №956. — С.43–46.
10. Николаева, И. А. *Практическое руководство по микрофуне [Текст]*. Т. 7. Остракоды мезозоя / И. А. Николаева, И. Ю. Неуструева, Ю. Н. Андреев и др. — СПб.: ВСЕГЕИ, 1999— 432 с.
11. Радкевич, Г. А. *О меловых отложениях Волинской губернии [Текст]* / Г. А. Радкевич // Зап. Киевск. об-ва естествоисп. – 1892. – Вып. 2, № 2. – 20 с.
12. Розумейко, С. В. *До мікроналеонтологічної характеристики турон-коньякських відкладів околиць м. Кременеця [Текст]* / С. В. Розумейко // Доповіді АН УРСР. Сер. Б. – 1969. – № 3. – С. 216-218.
13. Розумейко, С. В. *К биостратиграфической характеристике сеноман-туронских отложений Волины [Текст]* / С. В. Розумейко, А. М. Романив, В. И. Гаврилович // Геология и геохимия горючих ископаемых – 1987. – Вып. 68. – С. 62-67.
14. Burnett, J. A. *Upper Cretaceous [Текст]* / J. A. Burnett // *Calcareous nannofossil biostratigraphy*. — 1998. — P. 132—198
15. Eichwald, E. *Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie, décriète et figurée. Période moyenne [Текст]* / E. Eichwald – Stuttgart, – 1867. – Vol. II. – 1304 p.
16. Mazurek, A. *Transgresja kredy na bazalcie w Berestowcu i Janowej Dolinie na Wołyniu [Текст]* /A. Mazurek // Sprawozd. Pol. Inst. Geol. – Warszawa, 1931. – Т. 4, Z. 3. – P. 465–480.
17. Mazurek, A. *Wyniki badań nad kredą wołyńską w r. 1927 [Текст]* / A. Mazurek // Posiedz. Nauk. Panstw. Inst. Geol. – Warszawa, 1928. – № 19-20. – P. 13-14.
18. Pessagno, E. A. 1967. *Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the western Gulf Coastal Plain [Текст]* / E. A. Pessagno // *Palaeontographica Americana*. – 1967. – P. 245-445.
19. Weaver, P. P. E. *Cenomanian Ostracoda from Southern England their Taxonomy, Stratigraphy and Palaeoecology [Текст]* дис. канд. геол.-мін. наук / P. P. E. Weaver.— Greenwich, 1978. – 400 p.
20. Robaszynski, F. *Foraminifera planktoniques du Cretace: commintaire de la zonation Europe-Mediterranee [Текст]* / F. Robaszynski, M. Caron // Bull. Soc. Geol. France.— 1995.— Vol. 166, №6.— P. 681-692.
21. Szczechura, J. *Cytheracea (Ostracoda) from the Uppermost Cretaceous and Lowermost Tertiary of Poland [Текст]* / J. Szczechura // Acta Palaeontol. Pol. – 1965 –V. 10, № 4. –P. 451–564.
22. Slipper, I. J. *Turonian (Late Cretaceous) ostracoda from Dover, south-east England [Текст]* дис. канд. геол.-мін. наук / I. J. Slipper. – Greenwich, 1997. – 473 p.

## К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ, ФАКТОРАХ И КРИТЕРИЯХ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА В ГРАНИЦАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

При прогнозе геодинамического риска территорий городов в зоне распространения лессовых отложений необходимо принимать во внимание изменения состояния, свойств всех компонентов геологической среды, в том числе – изменения свойств грунтов в зоне аэрации. Изменение микроагрегатного состава можно установить, проанализировав данные, собранные за достаточно длительный период времени. По результатам применения статистического анализа, метода группового учета аргументов (МГУА) возможно установить прогнозные значения показателей физико – механических свойств при разных сценариях. Предполагали, что время деградации просадки из-за распада агрегатов больше, чем время просадки при аварии. Первый сценарий деградации просадочных свойств описывали, задавая изменение плотности, пластичности и дисперсности при прогнозной влажности. Второй – как изменение физического состояния без изменения дисперсности. Показано, что при реализации первого сценария, при увеличении влажности на 30%, происходит значительная по величине просадка, значения прочности оказываются несколько выше. При аварийном замачивании снижается прочность. Результаты не противоречат известным данным об изменении свойств лессовых грунтов в других регионах.

**Ключевые слова:** лесс, микроагрегатный состав, прочность, прогноз, метод группового учета аргументов.

**Т. П. Мокрицька. ДО ПИТАННЯ ПРО УМОВИ, ЧИННИКИ ТА КРИТЕРІЇ ГЕОДИНАМІЧНОГО РИЗИКУ В МЕЖАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.** При прогнозі геодинамічного ризику на територіях міст в зоні поширення лесових відкладів необхідно брати до уваги зміни стану, властивостей всіх компонентів геологічного середовища, в тому числі - зміни властивостей ґрунтів в зоні аерації. Зміна мікроагрегатного складу можна встановити, проаналізувавши дані, зібрані за досить тривалий період часу. За результатами застосування статистичного аналізу, методу групового обліку аргументів (МГУА) можливо встановити прогнозні значення показників фізико - механічних властивостей при різних сценаріях. Припускали, що час деградації просадки через розпад агрегатів більше, ніж час просадки при аварії. Перший сценарій деградації ґрунтів описували, задаючи зміни щільності, пластичності і дисперсності при прогнозній вологості. Другий - як зміна фізичного стану без зміни дисперсності. Показано, що при реалізації першого сценарію, при збільшенні вологості на 30%, відбувається значна за величиною просадка, значення міцності виявляються вище. При аварійному замочуванні знижується міцність. Результати не суперечать відомим даним про зміни властивостей лесових ґрунтів в інших регіонах.

**Ключові слова:** лес, мікроагрегатний склад, міцність, прогноз, метод групового врахування аргументів.

**Постановка проблемы.** К основным факторам геодинамического риска территории Приднепровского промышленного региона относят просадочные, суффозионные явления, оползневые и эрозионные процессы [1]. Условиями возникновения риска являются сочетания особенностей структуры, свойств и состояния компонентов геологической среды сложных природно-техногенных систем локального уровня. Принято считать, что подземные воды, рельеф являются более динамичными компонентами геологической среды, чем горные породы [2]. В состав пород, подвергающихся техногенному воздействию в условиях региона, чаще входят плейстоценовые внеледниковые отложения, обладающие просадочностью. В результате изменения состояния грунтов по влажности, комплексных техногенных воздействий (электромагнитных, вибрационных, температурных) изменяется не только состояние, но и структура просадочных грунтов. Анализ влияния деградации просадочных свойств и структуры на прочностные и деформационные свойства важен. Анализ и прогноз связей между парагенетически взаимосвязанными инженерно-геологическими процессами необходим для прогноза интенсивности геодинамического риска на застроенных территориях. В данной работе приведены результаты анализа и прогноза различных вариантов реализации геодинамических опасностей - деформаций, изменения

устойчивости склонов как следствие изменения свойств грунтов на примере конкретного объекта.

**Анализ последних публикаций.** Изучение, региональных и зональных условий и факторов оползневых процессов все чаще выполняется по результатам дистанционного зондирования (Klose M. и др. (2017); F. Guzzetti and others (2012); K. Gaidzika and others (2017); Rosi, A. and others (2017)). Применение дистанционных методов позволяет выполнить общий анализ пораженности, выделить главные природные факторы, способствующие формированию оползневых явлений конкретного типа (Tom R. Robinson and others (2017); Shengwen Qi and others (2010); Tanyaş, H. and others (2017)). Изучение грунтов и геологической среды как особых природных объектов - фракталов является актуальным научным задачей современности, к решению которого причастны известные украинские научные школы (ИГТМ НАНУ, [10]). Теоретические и инженерные модели, применяемые для количественного прогноза деформаций просадки, не учитывают особенности поведения грунта как конкретного природного фрактала. Количество зарубежных публикаций, в которых изучается поведение лессовых грунтов с позиций теории фракталов стремительно увеличивается [11-13]. Вопросы совершенствования количественных прогнозов реакций грунтовой среды на механиче-

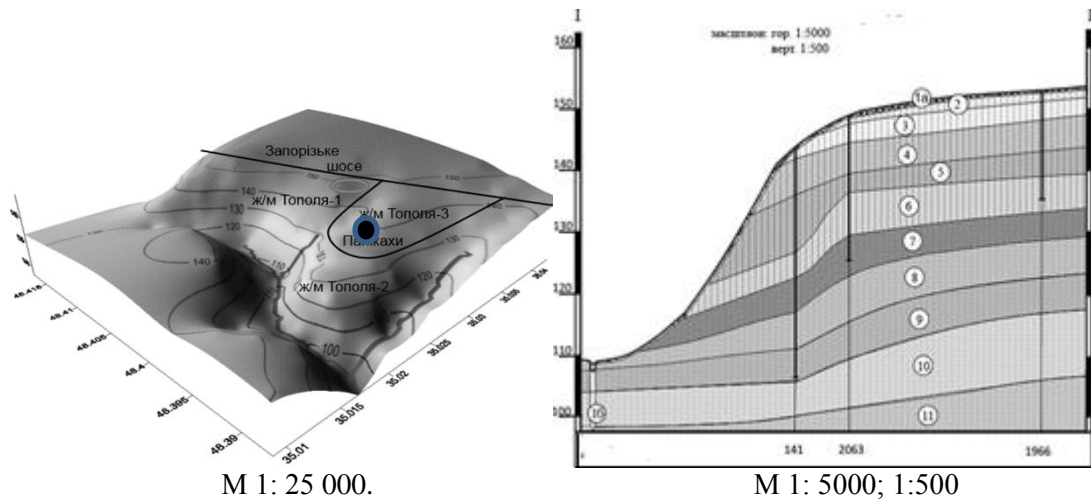
ские и гидродинамические воздействия, особенно в зонах развития оползневых явлений, является актуальным. Остроту проблеме в границах крупных городов придает истощение земельных ресурсов, в том числе, в связи с развитием опасных инженерно-геологических процессов.

**Нерешенные вопросы, которым посвящена публикация.** Обзор современной научной литературы показывает, что для решения научных и производственных задач в области управленческих проблем по оценке и прогнозу геодинамического риска необходим поиск методов, позволяющих связать изменение свойств, состава и структуры среды с вероятностью развития неблагоприятных или опасных процессов по нескольким сценариям.

**Цель настоящей работы** – показать возможности оценки последствий реализации неблагоприятных событий (деформаций просадки

грунтового основания типичного объекта и снижения устойчивости склона) посредством моделирования процесса деградации при изменении микроагрегатной структуры лессового грунта на примере условного объекта.

**Изложение основного материала исследований.** Территория г. Днепро расположена в границах фрагментов первично-морской неогеновой поверхности выравнивания, с абсолютными отметками до 160 м и выше, изрезанной крупными овражно-балочными эрозионными системами: Тоннельная, Встречная, Красноповстанческая, Монастырская, Сухой Яр. Длина балок достигает 5,0 км, глубина вреза достигает 40 м. Склоны эрозионных форм сложены просадочными лессовидными суглинками. Величины уклонов склонов балки Встречная местами составляют более 15 градусов.



● – участок расположения условного объекта – жилого дома.  
 1 – номер инженерно-геологического элемента.

Рис. 1. Схема расположения объекта и инженерно-геологический разрез склона эрозионной системы б. Встречная.

В геологическом разрезе исследуемой территории до изученной глубины 36.0 м от поверхности земли присутствуют эолово – делювиальные, элювиально – делювиальные отложения лессового комплекса, образующие восемь инженерно – геологических элементов. В подошве их залегают красно – бурые суглинки средне-нижнеплейстоценового возраста и пестрые неогеновые глины (инженерно – геологические элементы 10-11). Суглинки лессовые причерноморского, бугского, удайского и днепровского горизонтов (2, 4, 5, 6 элементы) характеризуются значительной просадочностью. Они разделены палеопочвенными горизонтами с существенно большим содержанием глинистых частиц и меньшей просадочностью. На территории микрорайонов "Тополь-1,2" уровень водоносного горизонта в эолово-делювиальных отложениях на

период изысканий был зафиксирован на глубинах от 14.0 м (плато и его склоны) до 0.5-4.5 м (склоны и дно балки). Максимальное положение уровня подземных вод приходится на апрель-май, минимальное - на октябрь-ноябрь, амплитуда сезонных колебаний составляет 0.6-1.0 м. По результатам выполненного прогноза, при средней величине инфильтрационного питания 0,00595 м/сут, вероятно повышение уровня грунтовых вод на 1.55 м за 10 лет.

Применение статистического анализа к материалам многолетних инженерно-геологических изысканий, выполненных на территории микрорайонов (1964 – 2012 гг.) показало, что значения прочностных, деформационных и физических свойств горизонтов, содержания отдельных фракций, выборочно коррелируют. Выполнен расчет прогнозных значений показателей физи-

ческих свойств при заданных значениях естественной влажности. Полагали, что значения влажности могут изменяться на 30% и 60% от возможного приращения. Величина теоретически возможного приращения определялась как разность значений природной влажности и

влажности полного водонасыщения. Прогнозные значения показателей физико-механических свойств (рис. 2), необходимые для оценки деформируемости основания и устойчивости склона, получены методом МГУА.

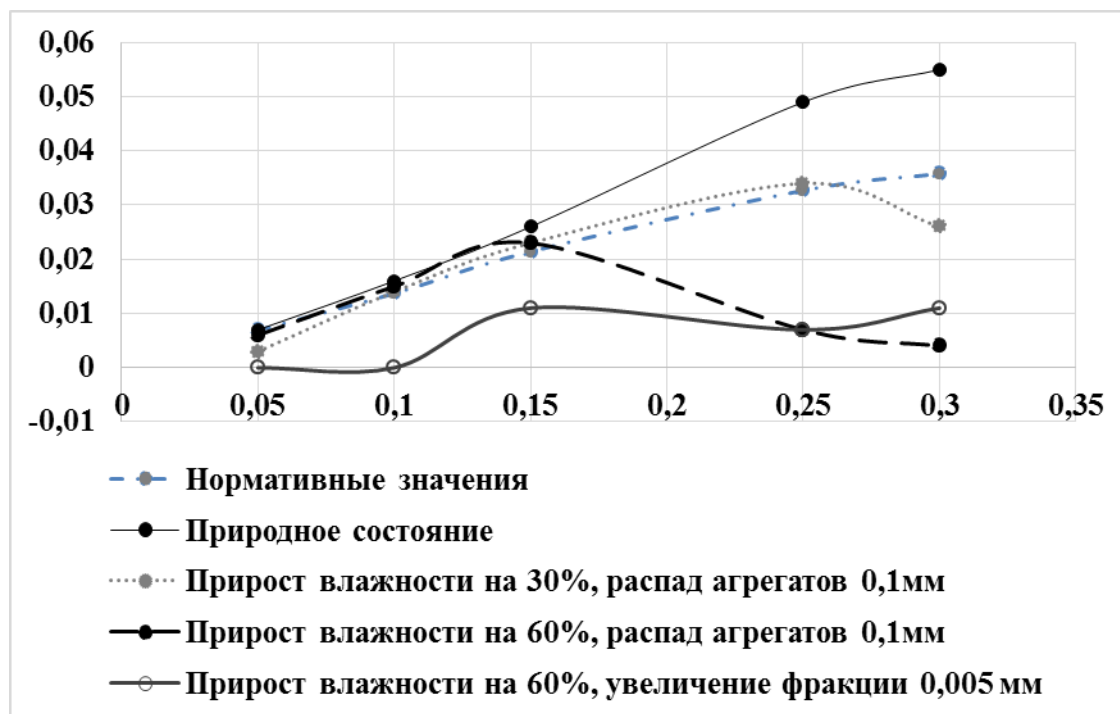


Рис. 2. Нормативные и прогнозные значения относительной просадочности лессовых горизонтов при различных сценариях изменений (природное состояние; изменение состояния по влажности и дисперсности).

Примечания к рис. 2:

1. По оси абсцисс указаны значения нормального давления, Мпа. По оси ординат указаны прогнозные значения относительной просадочности массива лессовых грунтов.
2. Нормативные значения приведены как средние, рассчитанные по результатам стандартных испытаний на просадочность.
3. Прогнозные значения получены для состояния по влажности, равной природной, при повышении на 30 % и 60% от возможного интервала.

По результатам индуктивного моделирования (МГУА), в соответствии с описанными выше сценариями, был выполнен прогноз параметров прочности. Оказалось, что величина удельного сцепления бугского лессового горизонта при умеренном повышении влажности по второму сценарию, когда длительность увлажнения мала по сравнению со временем деградации микроагрегатов, стремительно падает. В том случае, если реализуется первый сценарий, сцепление возрастает и незначительно изменяется угол внутреннего трения. Результаты были использованы в расчетах суммарных деформаций грунтового основания и расчетах устойчивости. Расчеты показали, что значения осадки мало изменяются при различных вариантах прогноза. Величины просадки в основании жилого дома в объеме активной зоны максимальны в случае умеренного по-

вышения влажности, которое сопровождается увеличением содержания частиц размером 0.005 мм.

При расчетах устойчивости уменьшение значений коэффициента в наибольшей степени произошло в условиях, моделирующих аварийное замачивание. Задавались прогнозные значения влажности и плотности грунта, другие показатели физических свойств, содержания тонких фракций не изменяли. Прогнозное значение удельного сцепления оказалось равным нулю. Прогнозное значение коэффициента устойчивости склона уменьшилось в 2,4 раза по сравнению с нормативными оценками коэффициента. Тем не менее состояние склона, без учета дополнительных нагрузок, вне зон влияния сооружений, будет далеким от предельного.



**Выводы:**

- применение МГУА к прогнозу показателей свойств грунтов позволяет количественно, на этапе проектирования, оценить деформации оснований, сопровождающиеся изменением микроагрегатного состава;

- при длительном повышении влажности лессовой толщи, при распаде микроагрегатов (первый сценарий), вероятно уплотнение грунта, рост значений удельного сцепления и незначительное снижение величин угла внутреннего трения;

- в результате аварийного увлажнения из-за утечек из водных коммуникаций, неупорядоченного экстремального поступления атмосферных осадков возможна резкая потеря прочности лессовых золово-делювиальных отложений;

- величина осадки меньше изменяется при различных вариантах изменения состояния грунта по сравнению с просадкой, что подчеркивает необходимость учета особого поведения лессовых просадочных грунтов при проектировании.

**Література**

1. Мокрицкая, Т. П. Формирование и эволюция геологической среды Приднепровского промышленного региона [Текст] / Т. П. Мокрицкая. — Д. : Акцент ПП, 2013. — 274 с.
2. Сучасні інженерно-геологічні умови України як складова безпеки життєдіяльності [Текст] / Л. М. Климчук, П. В. Блинов, В. Ф. Величко та ін. ; під заг. ред. Л. М. Климчук. — К. : ВПЦ «Експрес», 2008. — 191 с.
3. Klose, M. Landslide Hazards and Climate Change Adaptation of Transport Infrastructures in Germany. [Text] / M. Auerbach, C. Herrmann, C. Kumerics, A. Gratzki // *Advancing Culture of Living with Landslides*. — 2017. — Vol. 1. — P. 535-541.
4. Guzzetti, F. Landslide inventory maps: New tools for an old problem. [Text] / A. C. Mondini, M. Cardinali, F. Fiorucci, M. Santangelo, Kang-Tsung Chang // *Earth-Science Reviews*. — 2012. — Vol. 112, Issues 1–2. — Режим доступа : <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.02.001>
5. Gaidzika, K. Landslide manual and automated inventories, and susceptibility mapping using LIDAR in the forested mountains of Guerrero, Mexico. [Text] / M. T. Ramirez-Herrera, M. Bunn, B. A. Leshchinsky, M. Olsenb and N. R. Regmi // *Geomatics, natural hazards and risk*. — 2012. — Vol. 1. — P. 1-26. — Режим доступа : <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2017.1292560>
6. Rosi, A. The new landslide inventory of Tuscany (Italy) updated with PS-InSAR: geomorphological features and landslide distribution. [Text] / V. Tofani, L. Tanteri, et al. // *Landslides*. — 2017. — P. 1-15. — Режим доступа : <https://doi.org/10.1007/s10346-017-0861-4>
7. Robinson, T. R. Rapid post-earthquake modelling of coseismic landslide intensity and distribution for emergency response decision support [Text] / N. J. Rosser, A. L. Densmore, J. G. Williams, M. E. Kincey, J. Benjamin, H. J. A. Bell // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* — 2017. — Vol. 17. — P. 1521–1540. — Режим доступа : <https://doi.org/10.5194/nhess-17-1521-2017>
8. Qi, S. Spatial distribution analysis of landslides triggered by 2008.5.12 Wenchuan Earthquake, China [Text] / Q. Xu, H. Lan, B. Zhang, J. Liu // *Engineering Geology*. — 2010. — Vol. 116, Issues 1. — P. 95-108. — Режим доступа : <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2010.07.011>
9. Tanyaş, H. Presentation and analysis of a worldwide database of earthquake-induced landslide inventories [Text] / C. J. Westen, K. E. Allstadt, A. J. Nowicki, M. Görüm, R. W. Jibson, N. Hovius // *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. — 2017. — Vol. 22, Issue 10. — P. 1991–2015. — Режим доступа : <https://doi.org/10.1002/2017JF004236>
10. Булат, А.Ф. Фракталы в геомеханике / А.Ф. Булат, В.И. Дырда. — К. : Наукова думка, 2005. — 357 с.
11. Russell, A. R. A fractal basis for soil–water characteristics curves with hydraulic hysteresis [Text] / O. Buzzì // *Geotechnique*. — 2012. — Vol. 62, Issue 3. — P. 269–274.
12. Russell, A. R. A compression line for soils with evolving particle and pore size distributions due to particle crushing [Text] / A. R. Russell // *Geotechnique Letters*. — 2011. — Vol. 1. — P. 5–9.
13. Mokritskaya, T. P. On the Fractal Characteristics of Loess Subsidence [Text] / A. V. Tushev, E. V. Nikulchev, K. A. Samoylich // *Contemporary Engineering Sciences*. — 2016 — Vol. 9, Issue 17. — P. 799-807.

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОРИСТОСТІ СЛАБОЦЕМЕНТОВАНИХ І СИПКИХ ПОРІД

У зв'язку з тим, що останнім часом збільшено обсяги буріння на неглибокі горизонти мезозою, у керні частіше відбирають породи-колектори, представлені слабозцементованими і рихлими пісками і пісковиками. Слабка консолідація порід вельми ускладнює їх дослідження по причині неможливості застосування стандартних, зазвичай вживаних методик. Внаслідок цього загострився інтерес до методичної частини визначення колекторських властивостей таких порід. У цій роботі розглянуто методи визначення пористості, що застосовуються в інженерній геології та метод визначення загальної пористості сипких порід з використанням формули Ремньова і попереднього ущільнення сипких зразків під тиском, аналогічним ефективному на глибині відбору зразка. Розроблено пристосування для попереднього ущільнення і спосіб його застосування. Розглянуто питання про методику визначення значення ефективного тиску при ущільненні. На зразках різних родовищ виконана перевірка методик, зроблені висновки про можливість їх застосування в межах комплексу оперативних досліджень, найбільш відповідна методика рекомендована до впровадження в лабораторну практику.

**Ключові слова:** дослідження керну, слабозцементовані породи, сипкі породи, дослідження сипких порід, методика визначення пористості, пористість сипких порід, модель сипкої породи.

**С. Ф. Поверенний, А. Й. Лур'є, О. В. Піддубна. К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ СЛАБОЦЕМЕНТИРОВАННЫХ И СЫПУЧИХ ПОРОД.** В связи с увеличившимся в последнее время объемом бурения на неглубоко залегающие горизонты мезозоя, в керне чаще стали отбирать породы-коллекторы, представленные слабозцементированными и рыхлыми песками и песчаниками. Слабая консолидация пород сильно затрудняет их исследование в виду невозможности применения стандартных, обычно употребляемых методик. Вследствие этого обострился интерес к методической части определения коллекторских свойств таких пород. В данной работе рассмотрены методики определения пористости, применяемые в инженерной геологии и методика определения общей пористости сыпучих пород с использованием формулы Ремнёва при предварительном уплотнении сыпучих образцов под давлением, аналогичным эффективному давлению на глубине отбора образца. Разработано приспособление для предварительного уплотнения и способ его применения. Рассмотрен вопрос о методике определения значения эффективного давления при уплотнении. На образцах различных месторождений выполнена проверка методик, сделаны выводы о возможности их применения в рамках комплекса оперативных исследований, наиболее подходящая методика рекомендована к внедрению в лабораторную практику.

**Ключевые слова:** исследования керна, слабозцементированные породы, сыпучие породы, исследование сыпучих пород, методика определения пористости, пористость сыпучих пород, модель сыпучей породы.

**Постановка проблеми.** Останнім часом, у зв'язку з постановкою буріння на відклади нижнього мезозою (Шебелинське родовище, Бригадирівська площа) збільшено відбір керну з відносно неглибоких (перші сотні метрів) горизонтів, де він представлений слабозцементованими і сипкими породами. У багатьох випадках одержати інформацію про їх колекторські властивості неможливо, оскільки вони руйнуються в процесі буріння і виносяться на поверхню у вигляді піску та шламу. Якщо міцність цементації дозволяє підняти на поверхню консолідований керн, його руйнування часто відбувається під час виготовлення з нього циліндрів та насичення пластовою водою чи газом. Слабозцементовані, сипкі породи зустрічаються і на більших глибинах у відкладах різного віку, наприклад візейські відклади Ливенського родовища на глибині 1445-1453 м, відклади  $C_3^3$  Більського родовища на глибині 2407-2414 м та інші. Окремим питанням є методично близьке питання дослідження колекторських властивостей по шламу. Звичайні методики визначення колекторських властивостей (пористість, проникність) залежно від ступеню сипкості порід або зовсім не придатні, або дають викривлені результати.

**Мета цієї роботи** полягала у виборі найбільш підходящого для порід продуктивних товщ ДДз методу визначення пористості слабозцементованих і сипких порід і його освоєння.

**Аналіз літературних джерел** виявив, що методи, розроблені для роботи з сипкими породами, існують, але вони потребують попереднього формування моделі зразка у спеціальних пристосуваннях, у тому числі і під тиском, еквівалентним гірському. Насамперед, нас цікавило питання визначення пористості. З інженерної геології, яка часто має справу з сипкими породами, починаючи з [1] простежується два основних різновиди методів визначення пористості: «сухий» метод розрахунку по об'ємній і мінералогічній щільності з використанням відформованої моделі [2,3,4,5], і метод насичення рідиною [6,7,8,9], знову ж таки, заздалегідь відформованої моделі. При формуванні моделі в обох випадках можна ущільнювати породу або на око вручну [1,5], або з однаковою для усіх зразків зусиллям за допомогою гідравлічного пресу чи інших пристосувань, або спробувати відтворити ефективний тиск на глибині відбору конкретного зразка [2,6,7,8,10]. У третьому випадку є деяка основа для того, щоб казати про визначення пористості в пластових умовах. Основа ця досить спірна, оскільки ефек-

тивний тиск ми створюємо в умовах одновісного, а не всебічного стискання, нехтуємо процесами аутигенного мінералоутворення, ніяк не враховується чинник геологічного часу. Треба відмітити, що усі згадані методи призначалися для роботи з сипкими породами, тобто з пісками. Для сипких глинизованих порід методи лабораторного визначення пористості в інженерній геології відсутні, що підтверджує і робота [9].

**Виклад основного матеріалу.** В якості еталонного методу був прийнятий найбільш розповсюджений в лабораторній практиці метод насичення рідиною за [11], який сам по собі на сипких породах може дати велику похибку. Таким чином, ми не стільки намагалися визначити істинне значення пористості, скільки намагалися оцінити збіжність з результатами стандартного методу насичення в атмосферних умовах і можливість використання там, де метод насичення не застосовний.

Робота виконана на зразках свердловин №№ 900, 901 (J, T<sub>1sr</sub>, T<sub>1dr</sub>) Шебелинського, № 16 Кузьмичівського (C<sub>2b</sub>), № 22 Ливенського (C<sub>1v1</sub>), № 403 Більського (C<sub>3</sub><sup>3</sup>), № 26 Євгенівського (C<sub>2m</sub>), № 31 Уляннівського (C<sub>2b</sub>) родовищ та свердловин №№ 10,12 (J<sub>3km</sub>, T<sub>1dr</sub>) Бригадирівської та № 663 Молодовської площ (C<sub>2m</sub>). Вік відкладів від J до C<sub>1v1</sub>, глибини відбору – від 330 до 2414 м, карбонатність зразків – від 0 до 6,5%, проникність – (де визначається) – від 6,0 до 16250×10<sup>-15</sup> м<sup>2</sup>, пористість – від 13,5 до 40%, об'ємна щільність – від 1,59 до 2,24 г/см<sup>3</sup>, питома мінералогічна щільність – від 2,56 до 2,78 г/см<sup>3</sup>.

При виконанні роботи для розрахунку абсолютних (з урахуванням  $\Delta_{abc}$  та без урахування  $|\Delta_{abc}|$  знаку) та відносних ( $\Delta_{від}$ ) розбіжностей між результатами різних методів використана методика, рекомендована [12, 13] для розрахунку похибок при здійсненні лабораторного контролю. Розрахунок виконувався за формулами:

$$\Delta_{abc} = x_1 - x_2; |\Delta_{abc}| = |x_1 - x_2|; \Delta_{від} = 2|x_1 - x_2| \times 100 / x_1 + x_2$$

де  $x_1$  – результат стандартного методу,  $x_2$  – результат випробуваного методу.

**Методи насичення водою** в редакціях [1,5,14,15] розглядалися першими. Пробували два варіанти методу: із заповненням склянки з сипкою породою за допомогою бюретки знизу [1] і за допомогою бюретки згори [5,15]. Обидва випадки пробували з різним ущільненням: з вільним трамбуванням і без нього. Відразу з'ясувалося, що метод в обох модифікаціях придатний для чистих, неглинистих пісків. Проблема полягала в тому, що практично усі відібрані зразки були різною мірою глинистими. При спробі насичення водою такого зразка знизу мали місце ефекти набухання, спливання, неможливість точно визна-

чити момент повного насичення, та інші незручності. При спробі насичення водою згори, до цього додавалося налипання породи на бюретку і похибка, пов'язана з урахуванням цієї налиплої породи. Трохи краще справи йшли при насиченні гасом і ймовірно, що тут ще є невикористані можливості на майбутнє. Проте, в результаті пробних визначень був зроблений висновок, що метод насичення рідиною працює на чистих пісках, але слабо придатний для пісків глинистих.

Після відбракування методу насичення випробовувався метод «наливання» [1], з групи «сухих», заснованих на розрахунку по об'ємній і мінералогічній щільності [1,2,3,4,5,14,15,16]. Метод, короткий опис якого наведено нижче, притягав своєю простотою і технічно був зручніший на глинистих пісках.

У циліндричну ємність насипають сухий пісок шаром в 1-2 см і ущільнюють постукуванням по боковим стінкам та трамбуванням дерев'яним товкачиком. Процес повторюють, поки ємність не буде завантажена повністю. Надлишок піску зрізається лінійкою. Об'єм піску має строго дорівнювати об'єму ємності, який або розраховується за результатами вимірів, або – прийнятніше – наливанням з бюретки. Зважуючи ємність спочатку без піску, потім з піском, шляхом віднімання першого з другого, отримуємо вагу піску. Об'єм піску дорівнює об'єму ємності. Розділивши перше на друге, отримуємо об'ємну вагу піску.

Для розрахунку пористості потрібно визначити мінералогічну щільність, тобто питому вагу зерен пікнометричним методом. Визначення істинної мінералогічної щільності (ІМЩ) пікнометричним методом досить трудомісткий процес і для розрахунку можна застосувати позірну мінералогічну щільність (ПМЩ), що розраховується при стандартному визначенні пористості методом насичення. Як впливає з роботи [17], зазвичай (у 94% випадків) ПМЩ дещо нижче ІМЩ, середнє відносне відхилення для піщаних порід склало 1,0 % по 116 зразках, варіюючи від - 3 до +3%. В абсолютних значеннях це означає, що ПМЩ зазвичай нижче ІМЩ на 0,02 г/см<sup>3</sup>. Пояснювалося це існуванням закритої пористості. Закрита пористість для сипких порід маловірогідна і для них можна прийняти ІМЩ = ПМЩ. Однак, використання ПМЩ можливо лише тоді, коли є можливість виконати визначення пористості стандартним методом. Тому замість мінералогічної щільності конкретної породи використовується щільність найбільш поширеного компонента [16] - кварцу - що має щільність 2,65 г/см<sup>3</sup>.

Пористість у відсотках розраховується по формулі:

$$m = \left( \frac{2.65 - \delta}{2.65} \right) \times 100$$

де  $\delta$  - визначена набиванням об'ємна щільність. Наведена в [16] формула є видозміненим записом добре відомої формули для розрахунку пористості [5,18]:

$$m = \left(1 - \frac{\delta_{об}}{\delta_{мин}}\right)$$

Методом набивання отримані результати по 21 зразку стандартна пористість яких складає від 21,0 до 40,0 %. Зіставлення результатів методу набивання зі стандартним методом показало їх погану збіжність, результати значно відхилялися у більшу сторону, змінюючись від 34,3 до 51,5 % (розбіжності у табл. 1 ліворуч).

Таблиця 1

Зіставлення результатів методу «набивання» з результатами стандартного методу

Варіант методу	Розбіжність результатів					
	Без коефіцієнта			З поправочним коефіцієнтом		
	$\Delta$ абс	$ \Delta$ абс	$\Delta$ від	$\Delta$ абс	$ \Delta$ абс	$\Delta$ від
«набивання»	$\frac{(-25,9)-(-2,9)*}{-12,6}$	$\frac{2,9-25,9}{12,6}$	$\frac{8,8-76,3}{34,1}$	$\frac{(-12,3)-7}{0}$	$\frac{0,2-12,3}{3,0}$	$\frac{0,8-45,3}{10,2}$

\*Примітка: у чисельнику значення від-до, у знаменнику – середнє значення розбіжності.

Положення дещо виправлялося введенням поправочних коефіцієнтів, подібних використаним у роботі [9]. Після введення коефіцієнтів середня абсолютна розбіжність складала усього 3,0 % (відносна 10,2 %), проте мали місце досить значні максимальні відхилення – до 12,3% абсолютних, 45,3 % відносних (табл. 1 праворуч).

Всупереч даних [9] в ході досліджень не відзначено залежності ступеню ущільнення від глинистості зразка. Можливо вплинуло те, що глинистість визначалася доволі орієнтовним польо-

вим методом Рутковського [14,15] по набуханню. На рис. 1 наведений зв'язок між глинистістю і значеннями розбіжностей визначень пористості стандартним методом і методом набивання (ряд 1) та між глинистістю і коефіцієнтом ущільнення, що визначається як відношення результату стандартного методу к результату методу набивання (ряд 2). Значення останнього використані без поправочного коефіцієнту. Як свідчить рис.1 і значення розбіжностей, і коефіцієнт ущільнення слабо залежать від глинистості.

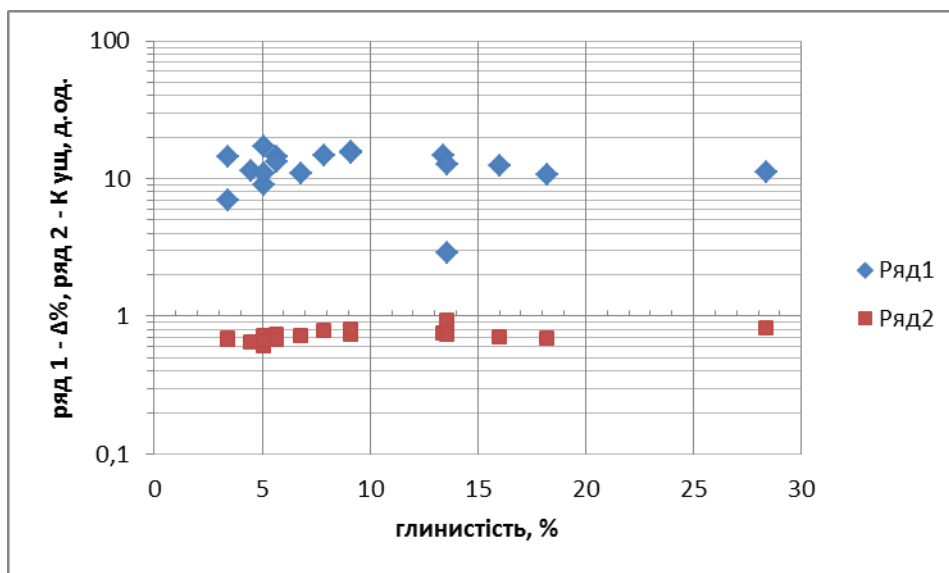


Рис. 1. Залежність від глинистості значень розбіжностей визначення пористості стандартним методом і методом набивання (ряд 1) та значень коефіцієнту ущільнення (ряд 2)

За результатами визначень цим методом був зроблений попередній висновок, що метод набивання може застосовуватися для оцінних експресних визначень, у разі попереднього визначення поправочного коефіцієнту на досить значній кількості зразків.

За даними [2,10] найбільш точним є спосіб, запропонований Б.Ф. Ремньовим [3]. Передбачалося, що отримана ним формула дає можливість визначати пористість сипких порід з абсолютною похибкою не більше 3-4 %.

Б. Ф. Ремньов вирахував відношення пористості  $m_1$  незруйнованої породи до пористості  $m_2$  породи після руйнування (сипкого піску), а потім, розглядаючи відношення  $m_1/m_2$  як функцію пористості  $m_1$  незруйнованої породи, знайшов, що

$$m_1 = \frac{0,42 \times m_2}{1 - 1,22 \times m_2} \quad (1)$$

Оскільки піски, дані для яких були використані при складанні емпіричного рівняння (1), мали найрізноманітніший гранулометричний склад, допускалося що це рівняння справедливе для усіх сипких нафтовмісних і газовмісних кварцових пісків. Цей метод був попередньо оцінений як самий перспективний і йому було приділено найбільше уваги.

Згадка формули Ремньова зустрічається в літературі досить часто, причому в різних редакціях. Наприклад, за даними [2] формула виглядає так, як вона написана вище, а за даними [10]:

$$m_1 = \frac{0,42 \times m_2}{1 - 0,22 \times m_2}$$

Різниця полягає в одному з коефіцієнтів знаменника (1,22 або 0,22).

Згадуючи формулу Ремньова, зазвичай умовчують про те, яким методом отримують початкову пористість непорушеної і порушеної породи. Виключенням є робота [2]. Незрозуміло також, формула повинна привести до пористості в атмосферних або в пластових умовах. Природно було спробувати знайти першоджерело [3] чи хоча би роботу [4], що наслідує принципи першоджерела. На жаль, після довгих пошуків, роботу [4] знайти не вдалося, а посилання на роботу [3] виявилось помилковим. По цьому посиланню дійсно знаходиться стаття Б. Ремньова «Расчёты по номограммам при исследовании кернов», проте присвячена вона номограммам при визначенні крайового кута змочування і номограммам для визначення карбонатності. Ні шукана формула, ні пористість взагалі там не згадуються. Таким чином, орієнтуватися можна було тільки на [2], де методика описана якнайповніше.

Згідно [2], користуючись формулою (1), пористість сипких, зруйнованих порід визначають таким чином. Досліджуваний зразок піску, висушений при 105-107°C, зважують у склянці і частково засипають в ступку Абіха (діаметром 17 мм) нижче за плічки. Залишок піску в склянці зважують. Віднімаючи з маси всього піску масу залишку, визначають масу піску в ступці. Зі вставленим в ступку товкачиком, пісок піддають стискуванню гідравлічним пресом. Необхідний тиск обчислюють з урахуванням глибини залягання пласта, причому щільність перекриваючих порід приймають рівною 2 г/см<sup>3</sup>. Під тиском пісок витримують 20-25 ч. Після закінчення цього часу за

допомогою штангенциркуля вимірюють висоту ступки з товкачиком і ущільненим піском. Висоту піску в ступці визначають, віднімаючи з отриманої висоти відому заздалегідь висоту ступки з товкачиком. Коефіцієнт пористості стислого піску  $m_2$  визначається по формулі

$$m_2 = \left(1 - \frac{P}{h \times f \times \rho_\mu}\right) - 0,005 \quad (2)$$

де  $P$  — маса піску в ступці, г;  $h$  — висота стовпчика піску в ступці, см;  $f$  — площа внутрішнього поперечного перерізу ступки, см<sup>2</sup>;  $\rho_\mu$  — щільність мінеральних часток піску, визначувана пікнометричним методом; 0,005 — середня поправка на реактивну пружність піску.

Щоб розкрити сенс формули (2) розглянемо дробовий вираз у дужках. Твір висоти стовпчика на площу поперечного перерізу дає нам об'єм піску. Частка від поділу ваги піску на його об'єм дасть нам об'ємну вагу піску. Отримавши відношення об'ємної ваги  $\rho_0$  до мінералогічної щільності  $\rho_\mu$  ми надійдемо до відомої [18] формули визначення абсолютної пористості, до якої додається емпірична поправка на пружність піску.

$$m_2 = \left(1 - \frac{P}{v \times \rho_\mu}\right) - 0,005 = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_\mu}\right) - 0,005$$

Отримавши таким чином значення  $m_2$ , тобто пористість стисненого піску у ступці, визначають пористість пласта по формулі (1).

Пізніше, для визначення пористості незцементованих порід, інші дослідники [4] розробили прилад, що давав можливість відтворювати гірський тиск від 1 до 1200 кгс/см<sup>2</sup>, температуру від 20 до 100°C. Для виміру висоти досліджуваного зразка породи при різних тисках на приладі були змонтовані лінійка з покажчиком і індикатор усадки породи. Перевага цього приладу в порівнянні зі ступкою Абіха полягає в тому, що на ньому можна визначати одночасно газо- і водопроникність досліджуваного зразка, що важливо для вивчення різних залежностей, пов'язаних з пористістю і проникністю. Заявлена похибка визначень на вказаному приладі не перевищує 0,5-1 %. Тривалість стискування породи при кожному новому тиску приймалася авторами рівної 60 хв. Гірський тиск в приладі відтворюється гідравлічним і гвинтовим пресами, температура пласта — термостатом. Температура вимірюється електротермісторами типу ТММ-1 або лабораторними термодарами. Як і в методі із ступкою Абіха, пористість стислого піску підраховується по формулі (2), а пористість незруйнованої породи в природних умовах — по формулі (1).

Принципово прилад подібний до установки Львівського комплексного науково-дослідного центру УкрНДІгазу, працівники якого останнім часом багато займалися питаннями досліджень колекторських властивостей слабозцементованих

і сипких порід [6,7,8]. В процесі робіт ними була розроблена спеціальна установка і методичне забезпечення для визначення комплексу петрофізичних властивостей слабозцементованих, розсипчастих і сипких порід. Наскільки можна судити за схемою, що наведена у роботі [6], в основі розробленої установки лежить кернотримач і інші блоки загально відомої установки УДПК-1М. Втім, фторопластова втулка у корпусі кернотримача навряд чи дозволяє утворення бокового тиску на зразок і визначення скоріш від усього виконується в умовах одноосового стиснення, а не трьохосового, як у базовому приладі. Виміри змін довжини зразка і вихідні з цього виміри модуля Юнга виконуються за допомогою механічних індикаторів, кількість і підключення яких з наведеної схеми не зрозумілі. Як показав наш досвід, необхідно підключення двох паралельно працюючих індикаторів з двох сторін зразка та суттєва переробка кернотримача УДПК для зме-

нення люфтів в його вузлах і отримання більш-менш достовірної інформації. В усякому разі, вищезгадані роботи вельми цікаві і представляють собою певну ступінь в організації досліджень кернового матеріалу.

Авторів даної роботи цікавили більш прості варіанти досліджень, які можна було б застосувати у межах оперативного комплексу досліджень в будь-якій виробничій лабораторії. Основною колекторською властивістю порід є пористість, на визначенні якої ми і зосередилися.

Повернемося до формули Б. Ремньова. Для перевірки можливості використання вищезгаданої методики досліджень необхідним є використання ступки Абіха і гідравлічного пресу. Замість ступки авторами було розроблено спеціальне пристосування, яке являє собою модифіковану ступку Абіха, пристосовану для роботи у складі кернотримача і гідросистеми УДПК (рис. 2, 3).

Основною частиною пристосування є верти-



Рис. 2. Пристосування в розібраному вигляді

кальний товстостінний металевий циліндр, нижній кінець якого закритий підставою, що знімається. Після засипання породи, у верхній отвір циліндру встановлюється товкач, через який плунжер преса УДПК ущільнює сипку породу.

Після ущільнення, як і вказано вище, за допомогою штангенциркуля вимірюється висота стовпчика породи у циліндрі і, з урахуванням відомої площі перетину, розраховується її об'єм, по якому знаходиться пористість. Пристосування розраховане на тиски до  $300 \text{ кгс/см}^2$ , що приблизно відповідає глибинам біля 3 км, оскільки на більших глибинах поява сипких зразків малоімовірна.

Зразки, пористість яких попередньо була визначена насиченням рідиною, руйнувалися до стану сипкого піску і ущільнювалися в пристосу-

ванні згідно з наведеною вище методикою, та з наступним розрахунком пористості за формулою Б. Ремньова. Щільність перекриваючих порід була прийнята рівною  $2,0 \text{ г/см}^3$ . Розрахунок ефективного тиску виконувався за формулою

$$P_3 = P_d - P_r, \quad (3)$$

де  $P_3$  – ефективний тиск, прикладений до зразка,  $\text{кгс/см}^2$ ,  $P_d$  – літостатичний тиск на глибині відбору зразка,  $\text{кгс/см}^2$ ,  $P_r$  – умовний гідростатичний тиск на глибині відбору зразка,  $\text{кгс/см}^2$ .

Типовий процес ущільнення моделі зразка у пристосуванні з підвищенням ефективного тиску ілюструється рис. 4 та рис. 5. У загальних рисах перебіг процесу подібний до деформації під зростаючим ефективним тиском непорушеного зразка і також апроксимується логарифмічною залежністю.



Рис. 3. Пристосування у робочому стані

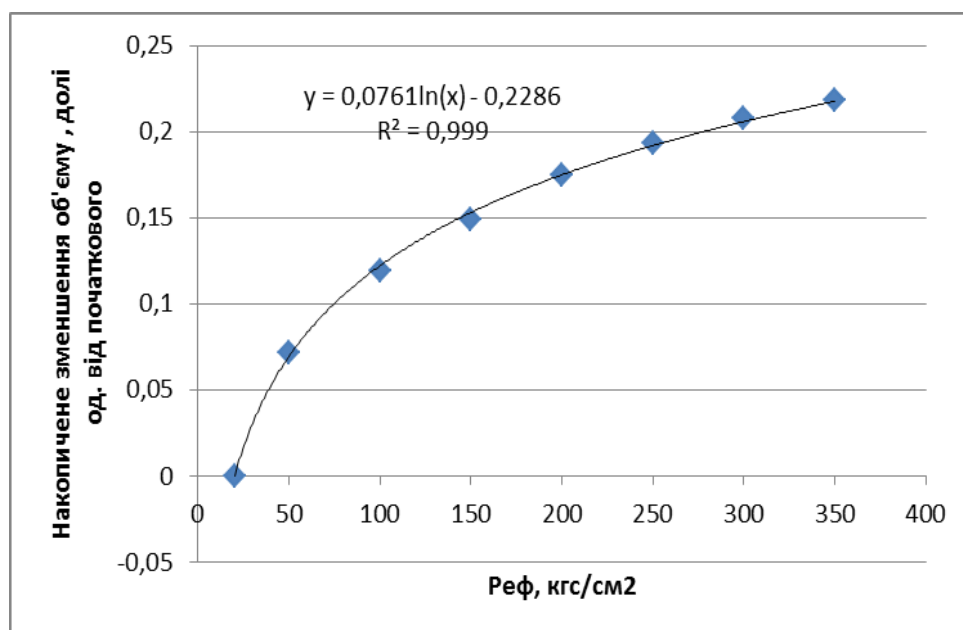


Рис. 4. Графік зниження об'єму моделі зразка з наростанням ефективного тиску для зразка 49341(Ш-900)

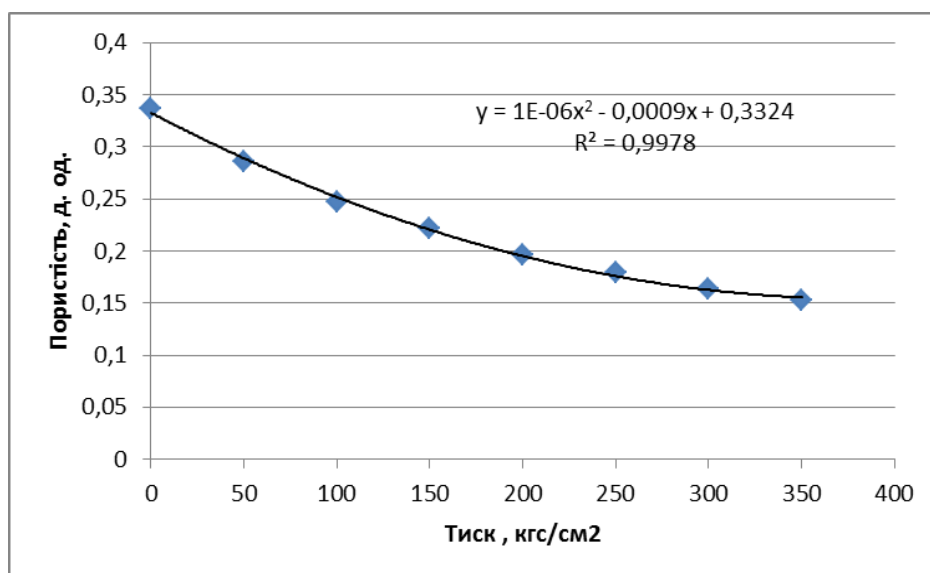


Рис. 5. Залежність пористості моделі від ефективного тиску для зр. 49341

Результати визначень цим методом отримані по 30 зразках, що мають стандартну пористість від 13,5 до 40,0%. Як і раніше, висновки робилися за співвідношенням результатів випробовуваної і стандартної методик, при цьому за істинне значення пористості приймалося значення, отримане стандартним методом насичення. Попередня оцінка основних варіантів методу можлива на

основі даних таблиці 2. В першому стовбчику – варіант досліду. Тобто фактичний вимір у пристосуванні (умовно «в Абіху») з розрахунком по ПМЩ або по щільності кварцу і перерахунок по формулі Ремньова в обох редакціях, з метою вибору більш підходящої. Три стовпчика праворуч містять значення розбіжностей зі стандартним методом насичення.

Таблиця 2

Попередня оцінка основних варіантів методу

Варіант методу	Розбіжність результатів		
	$\Delta_{\text{абс}}$	$ \Delta_{\text{абс}} $	$\Delta_{\text{від}}$
Вимір в Абіху, розрахунок за ПМЩ	<u>(-9,4)-6,9</u> -0,6	<u>0,8-9,4</u> 4,7	<u>2,8-26,0</u> 16,6
Вимір в Абіху, розрахунок за 2,65	<u>(-9,1)-7,1</u> -0,9	<u>0,2-9,1</u> 4,2	<u>0,7-31,8</u> 14,8
Перерахунок по формулі з 0,22	<u>5,3-20,7</u> 14,5	<u>5,3-20,7</u> 14,5	<u>18,2-98,3</u> 71,4
Перерахунок по формулі з 1,22	<u>(-6,6)-16,8</u> 7,8	<u>1,1-16,8</u> 8,6	<u>3,9-89,4</u> 39,8

\*Примітка: у чисельнику значення від-до, у знаменнику – середнє значення розбіжності

Перегляд таблиці 2 свідчить, що найменші абсолютні і відносні розбіжності отримані при фактичному вимірі у пристосуванні без будь-яких перерахунків. При цьому, використання при розрахунку щільності кварцу призвело до зменшення середніх розбіжностей, правда, при деякому підвищенні крайніх значень. В цілому, можна зробити висновок, що при проведенні масових аналізів цілком можливо позбавитися від трудомістких визначень мінералогічної щільності пікнометричним методом і для розрахунків використовувати щільність найбільш поширеного породоутворюючого мінералу – кварцу. Щодо перерахунків за формулою в різних редакціях, виявилось, що більш правильною є редакція (1),

при використанні якої розбіжності значно менші, хоча можливо, що це залежить від конкретного масиву порід, з яким буде використовуватися формула. Після виділення двох найбільш перспективних варіантів досліду, можна спробувати відкорегувати їх результати за допомогою поправочного коефіцієнту, що дорівнює середньому відношенню пористості, визначеної стандартним методом до пористості, визначеної випробуванням методом і подібний застосованому у роботі [9]. Результати вводу цього коефіцієнту наведені у таблиці 3, де зібрані основні результати кращих методів таблиці 2 і додані основні результати методу набивання.



## Оцінка впливу поправочних коефіцієнтів

Варіант методу	Розбіжність результатів					
	Без коефіцієнта			З поправочним коефіцієнтом		
	$\Delta$ абс	$ \Delta$ абс	$\Delta$ від	$\Delta$ абс	$ \Delta$ абс	$\Delta$ від
1	2	3	4	5	6	7
Фактич. вимір з розрахунком по 2,65	$\frac{(-9,1)-7,1}{-0,9}$	$\frac{0,2-9,1}{4,2}$	$\frac{0,7-31,8}{14,8}$	$\frac{(-8,7)-7,3}{-0,6}$	$\frac{0,3-8,7}{4,1}$	$\frac{1,4-30,8}{14,7}$
Перерахунок по формулі з 1,22	$\frac{(-6,6)-16,8}{7,8}$	$\frac{1,1-16,8}{8,6}$	$\frac{3,9-89,4}{39,8}$	$\frac{(-29,2)-9,3}{-2,9}$	$\frac{0,3-29,2}{7,8}$	$\frac{1-56,7}{24,1}$
«Набивання»	$\frac{(-25,9)-(-2,9)}{-12,6}$	$\frac{2,9-25,9}{12,6}$	$\frac{8,8-76,3}{34,1}$	$\frac{(-12,3)-7}{0}$	$\frac{0,2-12,3}{3,0}$	$\frac{0,8-45,3}{10,2}$

\*Примітка: у чисельнику значення від-до, у знаменнику – середнє значення розбіжності

Перегляд таблиці 3 по-перше дозволяє зробити висновок, що введення коефіцієнтів помітно зменшує розбіжності зі стандартним методом, по-друге – найменші середні розбіжності після введення коефіцієнтів притаманні простому та швидкому методу набивання, який до того ж лише трохи уступає у граничних значеннях методу виміру в ступці Абіха. Перерахунки за формулою Б. Ремньова призводять до найбільших похибок як по середніх, так і по граничних значеннях і у подальшому не розглядаються.

Для більш детального опрацювання методу набивання розглянемо його на прикладі семи зразків, відібраних з одного шару слабозцементованих пісковиків горизонту Б-6 Кузьмичівського родовища в інтервалі 2014-2025 м. Пісковики однорідні, середньо-дрібнозернисті і дрібнозернисті, з глинистим цементом, цементация слабка,

що дозволяє легко диспергувати зразок, але достатня для того, щоб з пісковика був виготовлений якісний циліндр. Діапазон пористостей, визначених стандартним методом – від 25,7 до 31,2%. Визначення методом набивання виконані однією людиною, в один день, за однією методикою ущільнення. Результати наведені в таблиці 4. Легко побачити, що не дивлячись на те, що стандартна пористість змінюється від 25,7 до 31,2, відповідні значення пористості набиванням коливаються від 40,2 до 42,9. Рис. 6 показує добре виражену закономірність у розбіжностях між стандартною пористістю і пористістю набивання – чим більше стандартна пористість, тим менше її розбіжність з пористістю набивання при тому, що усі значення отримані методом «набивання» коливаються у районі 40,2- 42,9%.

Таблиця 4

## Зразки Кузьмичівського родовища

Лаб. №	Літотип	Кп стандарт, %	Кп набиванням, %	Розбіжність, абс., %	Розбіжність відносна, %	Кп в «Абіху», %
48499	п-к др/з	25,7	42,7	17	66,1	21,7
48500	п-к др/з	27,8	42,3	14,5	52,2	
48501	п-к с-др/з	29,6	40,6	11	37,2	
48502	п-к с-др/з	28,6	42,9	14,3	50,0	
48504	п-к с-др/з	29,7	41,2	11,6	38,9	25
48506	п-к с-др/з	31,2	40,2	9	28,8	24,1
48513	п-к с-др/з	30,2	41,2	11	36,4	

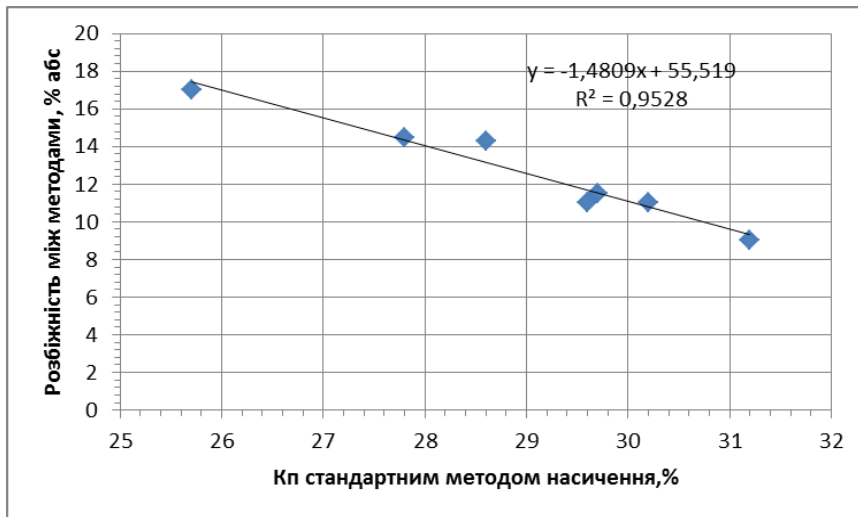


Рис. 6. Залежність розбіжності від результатів стандартного методу

З розгляду цієї добірки був зроблений висновок, що в даному випадку ми визначаємо не так пористість породи, як пористість упаковки, тобто пористість, що утворилася в ході штучного ущільнення. Мінералогія і структурно-текстурні особливості породи впливають на результат, але вплив цей затушовується впливом міри і якості ущільнення. Іншими словами, усі визначення тяжітимуть до області 40-45%, і положення їх в цій області залежатиме не стільки від властивостей породи, скільки від методу і міри ущільнення її моделі. Стає зрозумілим, чому в інженерній геології застосовуються пристрої постійного ущільнення – вони дозволяють різні зразки ущільнювати однаково.

Проте для нафтової і газової геології такий підхід непридатний: зразки відібрані з відкладів різних горизонтів, що залягають на різних глибинах, і ущільнені різною мірою. Слабозцементовані породи навряд чи можна зустріти на глибинах, що перевищують 2,5-3 км, проте область їх розповсюдження є областю найбільш інтенсивного механічного ущільнення і саме тут найбільш великий розкид значень пористості, обумовлений гравітаційним ущільненням. З цієї точки зору, прийнятнішим видається метод визначення за допомогою ступки Абіха, де ми тиск формування моделі зразка задаємо відповідно до глибини його відбору. Проте, розбіжності зі стандартним методом тут виявилися більшими, ніж у методі набивання.

Розглянемо ті ж зразки Кузьмичівського родовища (таблиця 4). Значення пористості «по Абіху» завжди менші за стандартних, тобто модель ущільнена більше, ніж вихідна порода. Породи має пористий каркас, цецементований глинистим цементом, упаковка його кластичних зерен далека від найщільнішої. Пориста природна упаковка створена з одного боку механічним ущільненням, з іншого – консолідуючою, структурот-

ворною дією аутигенного цементу, який після утворення схильний протидіяти подальшому ущільненню. У нашому випадку карбонатний або кременистий матеріал в цементі практично відсутній, цемент глинистий, механічним впливам протидіє слабо. Приймаючи, що основним діючим чинником утворення породи є гравітаційне ущільнення, ми повинні визнати, що в процесі формування моделі попередньо дезінтегрованого зразка, ми створюємо більш щільну упаковку, ніж природна. Отже, тиск формування моделі не повинний перевищувати того, при якому утворена порода.

Як розраховувався тиск формування? Літостатичний тиск ( $P$ ) розраховувався за формулою  $P = \gamma h$ , при цьому  $\gamma$  (питома вага) приймалася рівною  $2,0 \text{ г/см}^3$  [2], а  $h$  (глибина) – розраховувалась на середину інтервалу відбору керна. Умовний гідростатичний тиск ( $P_{\text{г}}$ ) – за тією ж формулою, але  $\gamma = 1,0 \text{ г/см}^3$ . Ефективний тиск ( $P_3$ ), рівний тиску формування моделі зразка розраховувався по формулі  $P_3 = P - P_{\text{г}}$  і склав  $200 \text{ кг/см}^2$ . Чи дійсно на глибині відбору зразків Кузьмичівського родовища був такий ефективний тиск?

По 4 зразках з цього шару була визначена пористість в пластових умовах зі зняттям компресійних кривих, по яких побудована усереднена крива і по цій усередненій кривій, згідно [19, 20] визначений ефективний тиск, що діяв на ці зразки в природних умовах (рис. 7). Як видно з побудов на цьому рисунку, ефективний тиск не перевищує  $110 \text{ кг/см}^2$ .

По трьох зразках Кузьмичівського родовища було виконано визначення пористості моделі, відформованої тиском  $110 \text{ кг/см}^2$ . Середнє відхилення від стандартного результату склало  $1,4 \%$  абсолютних при варіаціях від  $0,5$  до  $2,7 \%$ . Середнє відносне відхилення склало  $5,1\%$ . Відхилення від стандарту як в «плюс», так і в «мінус», тобто один зразок ущільнений трохи сильніше,

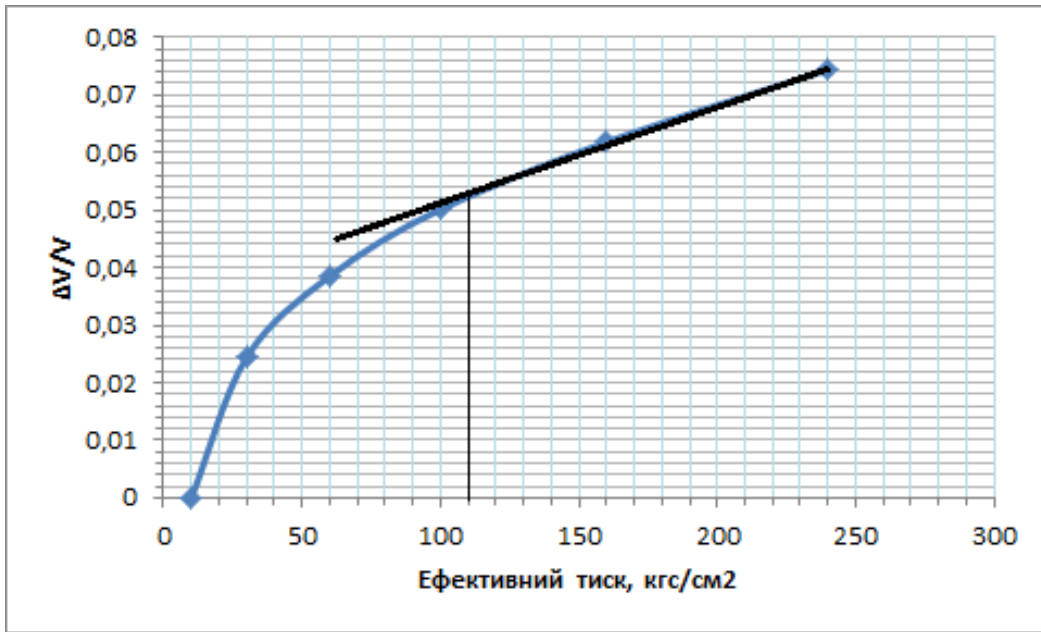


Рис. 7. Усереднена компресійна крива і визначення ефективного тиску для умов залягання горизонту Б-6 Кузьмичівського родовища

інший трохи слабкіше, але в цілому міра ущільнення, мабуть, відповідає природній і результат значно краще за усі отримані раніше будь-якими методами (таблиця 5).

Як впливає з таблиці 5, результат можна ще трохи поліпшити шляхом введення поправочного коефіцієнта, але поліпшення це незначне і не представляється обов'язковим, досить результату прямого виміру.

Для перевірки результатів, отриманих на зразках Кузьмичівського родовища, аналогічні досліди виконані на зразках Улянівського родовища. Попередньо на двох зразках були виконані визначення з тиском формування моделі 190 кг/см<sup>2</sup>, розрахованим по формулі (3), де  $P_d = \gamma h$ .

Після цього по 4 зразках з цього шару була визначена пористість в пластових умовах зі зняттям компресійних кривих, по яких побудована усереднена крива і по цій усередненій кривій, згідно [19, 20] визначений ефективний тиск, що дорівнює 120 кг/см<sup>2</sup>. По тих же двох зразках виконані визначення з тиском формування моделі 120 кг/см<sup>2</sup>. Результати наведені в таблиці 6.

Як свідчить ця таблиця, розбіжності визначення пористості при формуванні моделі тиском, визначеним по компресійній кривій, також помітно менші, і знаходяться в межах допустимих похибок визначення пористості по паралельних зразках стандартним методом насичення.

Таблиця 5

Співставлення результатів, отриманих раніше і результатів, отриманих при формуванні моделі уточненим тиском

Варіант методу	Розбіжність результатів					
	Без коефіцієнта			З поправочним коефіцієнтом		
	$\Delta \text{abc}$	$ \Delta \text{abc} $	$\Delta \text{вд}$	$\Delta \text{abc}$	$ \Delta \text{abc} $	$\Delta \text{вд}$
Фактич. вимір з розрахунком по 2,65	$\frac{(-9,1)-7,1}{-0,9}$	$\frac{0,2-9,1}{4,2}$	$\frac{0,7-31,8}{14,8}$	$\frac{(-8,7)-7,3}{-0,6}$	$\frac{0,3-8,7}{4,1}$	$\frac{1,4-30,8}{14,7}$
«Набивання»	$\frac{(-25,9)-(-2,9)}{-12,6}$	$\frac{2,9-25,9}{12,6}$	$\frac{8,8-76,3}{34,1}$	$\frac{(-12,3)-7}{0}$	$\frac{0,2-12,3}{3,0}$	$\frac{0,8-45,3}{10,2}$
Фактич. вимір з розрахунком по 2,65 і тиском 110 атм	$\frac{(-1)-(+2,7)}{0,7(3)}$	$\frac{0,5-2,7}{1,4(3)}$	$\frac{1,7-10,5}{5,1(3)}$	$\frac{(-2)-(+1,8)}{0,03(3)}$	$\frac{0,3-2,0}{1,4(3)}$	$\frac{1-7,8}{4,9(3)}$

\*Примітка: у чисельнику значення від-до, у знаменнику – середнє значення розбіжності

Співставлення результатів визначення пористості зразків Улянівського родовища при тисках формування моделі 190 і 120 кг/см<sup>2</sup>

Лаб. №	Літотип	Кп, % стандарт	Кп, %, 190 ат.	Розбіжність абс, %	Розбіжність відносна, %	Кп, %, 120 ат.	Розбіжність абс, %	Розбіжність відносна, %
51064	п-к р-с/з	24,7	22,8	1,9	7,7	25,1	0,4	1,6
51068	п-к р-с/з	24,6	21,2	3,4	13,8	24,1	0,5	2,0
<b>Середні:</b>				<b>2,65</b>	<b>10,75</b>		<b>0,45</b>	<b>1,8</b>

У разі виконання оперативних досліджень по сипких зразках важко розраховувати на наявність відбудованих компресійних кривих і можливість визначення по них ефективного тиску. В такому разі могла б допомогти можливість розрахунку ефективного тиску ( $P_{ef}$ ) по формулі, наведеній в роботах [19, 20]:

$$P_{ef} = \frac{1+2k}{3} P_z - P_{y.g.} \quad (1)$$

У цій формулі  $(1+2k)/3$  – коефіцієнт розвантаження,  $k$  – коефіцієнт бічного розпору,  $P_z$  – вертикальна складова гірського тиску,  $P_{y.g.}$  – умовний гідростатичний тиск.

Відносно коефіцієнту розвантаження ( $n$ ), який часто вводять в формулу (1) в якості множника до величини пластового тиску, можна відмітити, що чим більше пористість, тим більше і його значення, яке прагне до одиниці [22]. У даному випадку слабозцементованих і сипких порід з великими значеннями пористості, цей коефіцієнт можна вважати близьким до одиниці і знехтувати його впливом.

Практичним розрахункам по цій формулі заважає невизначеність з коефіцієнтом Пуасона, знання якого необхідно для розрахунку коефіцієнту бічного розпору. Можливість прямого лабораторного визначення дуже обмежена, а літературні та довідкові дані суперечливі. Так, наприклад, за даними [12] коефіцієнт Пуасона для пісковиків складає 0,30-0,35, а за даними [21] – 0,06-0,29. У розглянутому випадку із зразками Кузьмичівського родовища, для отримання  $P_{ef} = 110$  кгс/см<sup>2</sup>  $k$  повинен бути рівним 0,56, тобто коефіцієнт Пуасона повинен дорівнювати 0,36. Ситуація ускладнюється тим, що за експериментальними даними [22] коефіцієнт бічного розпору швидко зростає із збільшенням літостатичного тиску, прагнучи до одиниці. Швидше всього коефіцієнт бічного розпору зростає в області порівняно невеликих тисків, десь до 800-1000 кгс/см<sup>2</sup> досягаючи значень 0,95, потім вже поступово збільшується до одиниці. В області невисоких тисків відзначається також залежність від пористості: чим більша пористість, тим менше коефіцієнт бічного розпору. Правда, досліди, з яких зроблені ці висновки, виконані в умовах одноосьового стиску.

Так чи інакше, у випадку із зразками Кузьмичівського та Улянівського родовищ отримано дуже непоганий результат, проте розраховувати на отримання такого ж результату в усіх випадках необачно. Перегляд співвідношень пористості породи і пористості її моделі по інших свердловинах свідчить, що при максимальних розрахункових тисках виникає як переущільнення (13 зразків), так і недоущільнення (17 зразків). Тобто навіть частіше потрібно не зменшення, а збільшення тиску формування проти розрахункового за формулою  $P = \gamma h$ . Наприклад, для зразків св. № 901 Шебелинського родовища максимальні розрахункові тиски складають 80 кгс/см<sup>2</sup>, визначені по компресійній кривій – 40 кгс/см<sup>2</sup>, фактичний тиск формування моделі – 75 кгс/см<sup>2</sup> і при цьому модель недоущільнена.

Можливо справа в тому, що у зразку зафіксованим є максимальний рівень безповоротних деформацій, тобто максимальне напруження, яке порода зазнала за час свого існування. Цей максимальний рівень залежить не лише від максимального літостатичного тиску, тобто ваги розташованих вище товщ, але і від результуючої тектонічної напруги, міри розвитку епігенетичних процесів, тривалості процесу ущільнення. Поточний ефективний тиск без урахування геологічного часу, який тільки і відтворюється в процесі експерименту, може бути набагато менше колишнього існувавшего палеотиску, не кажучи вже про інші чинники ущільнення. Так, для зразків згаданого вище Шебелинського родовища надто значний літостатичний палеотиск маловірогідний (ймовірні потужності розмиву надто малі), але значні тектонічні напруження мали місце. Можна припустити, що порода колишнього відчула значно вищі геодинамічні палеотиски, які призвели до значніших безповоротних деформацій.

Оскільки мова йде про оперативні визначення пористості, під час яких невідомо, чи відчула порода тиски, що перевищують поточні літостатичні, даний метод визначення тиску формування моделі поки не можна рекомендувати до впровадження.

Таким чином, повертаючись до таблиці 5, виключаємо метод набивання і метод з формуванням під тиском, розрахованим по компресій-

ній кривій. Тоді, як свідчить таблиця, найбільш точним методом є метод прямого виміру в пристосуванні по зразку, що відформований під пластивим тиском, з результатом, розрахованим по щільності кварцу ( $2,65 \text{ г/см}^3$ ) і з введенням поправочного коефіцієнта. Середня абсолютна розбіжність 4,1 %, відносна 14,7 %. Величина максимальних відхилень може скласти до 8,7 % абсолютних.

Поправочні коефіцієнти можуть бути точно розраховані тільки за наявності великої партії зразків і для цієї партії зразків, тому практично більш надійним є метод безпосереднього визна-

чення. При безпосередньому визначенні у пристосуванні (табл. 5) середня абсолютна розбіжність 4,2 %, відносна 14,8 %. Величина максимальних відхилень може скласти до 9,1 % абсолютних. Розподіл абсолютних розбіжностей по частотах наведений на рис.8. Як свідчить графік розподілу, найбільш часто зустрічаються розбіжності від 2 до 4 %. Основні статистики розподілу: середнє 4,15, медіана 4, мода 3,7, стандартне відхилення 2,477.

Розподіл розбіжностей відносно значень пористості хаотичний, без наявної закономірності (рис. 9).

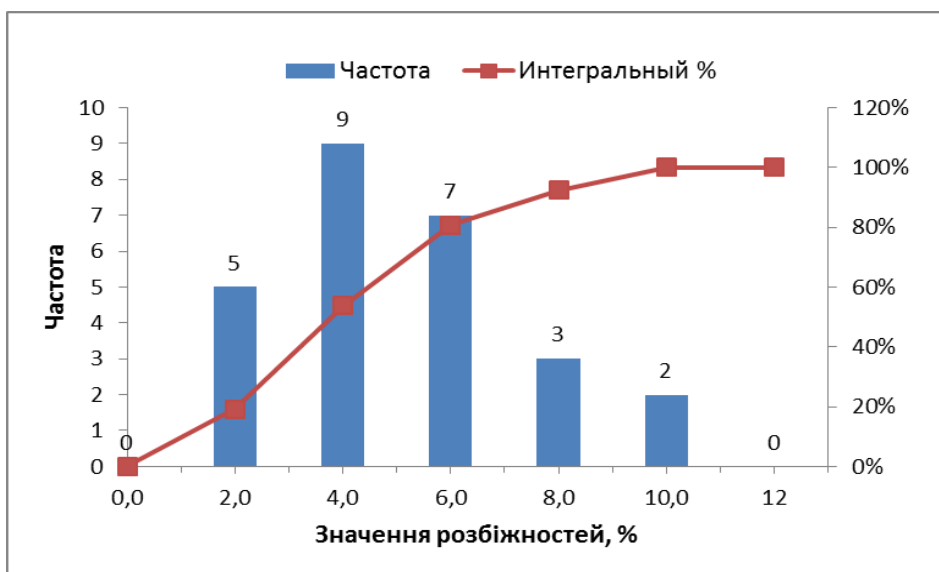


Рис. 8. Розподіл частот абсолютних розбіжностей («Абіх»; 2,65)

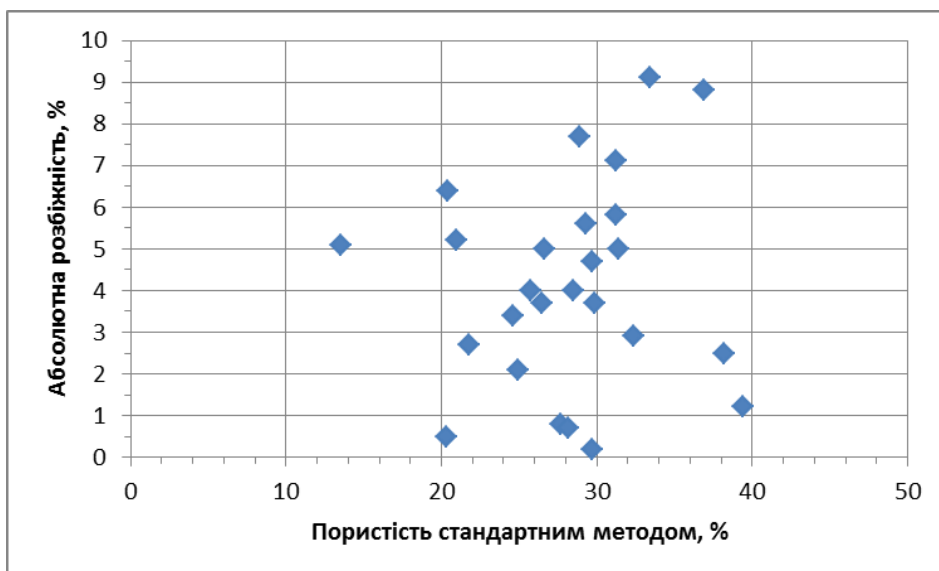


Рис. 9. Розподіл абсолютних розбіжностей відносно пористості («Абіх»; 2,65)

Метод прямого виміру з розрахунком по  $2,65 \text{ г/см}^3$  без введення поправочного коефіцієнта можна визнати практично найбільш надійним і рекомендувати до впровадження.

#### Заключення

*Проміжні висновки, отримані у перебігу роботи.*

1. Метод насичення рідиною працює на чистих пісках, але слабо придатний для пісків гли-

нистих, до яких призводить дезінтеграція реальних слабозцементованих порід.

2. Метод набивання може застосовуватися для оцінних експресних визначень сипких порід. Визначається не так пористість породи, як пористість упаковки, тобто пористість, що утворилася в ході штучного ущільнення, але у випадку, коли пористість сипких порід прагне до 35-40%, похибка стає відносно невеликою.

3. Єдиною прийнятною альтернативою стандартному методу насичення є метод визначення пористості по моделі, що відформована тиском, рівним пластовому.

4. Перерахунки за формулою Ремньова призводять до найбільших похибок в обох редакціях формули як по середніх, так і по граничних значеннях і навряд чи доцільні.

5. Найбільш надійним є метод прямого виміру в пристосуванні по моделі зразка, що відформована під пластовим тиском і з розрахунком по щільності кварцу (2,65), без введення поправочного коефіцієнта. При цьому середня абсолютна розбіжність – 4,2 %, середня відносна – 14,8 %, найбільш часто зустрічаються розбіжності в 3-4 %.

6. Розрахунок пластових тисків для визначень у межах оперативного комплексу потрібно вести по формулі  $P=\gamma h$ . Розрахунок пластових тисків за компресійними кривими доцільний

(якщо є обумовлена наявністю часу і достатньою міцністю цементациї можливість побудувати компресійну криву), але дає позитивний результат тільки коли породи не зазнали палеотисків, що перевищують поточні.

Остаточні висновки щодо найбільш підходящих методів визначення пористості сипких порід у межах оперативного комплексу такі:

1. До тих пір, поки це технічно можливо, у межах оперативного комплексу визначення пористості слабозцементованих порід краще робити стандартним методом насичення [11].

2. В інших випадках на слабозцементованих і завжди на сипких породах потрібно використовувати метод прямого виміру по моделі, відформованій під пластовим тиском, розрахованим по формулі (3), де літостатичний тиск розраховано за формулою  $P=\gamma h$ . Розрахунок пористості виконувати за формулою (2) з використанням питомої ваги кварцу  $= 2,65 \text{ г/см}^3$ .

3. З метою подальшого доопрацювання методу бажано з методичної сторони продовжити роботу по розробці методики визначення тиску формування моделі, а з технічної сторони – переробити пристосування на більший діаметр (під стандартний зразок) і змінити робочу частину товчачика на конусну для більш рівномірного ущільнення моделі.

#### Література

1. Васильев, А. М. Лабораторные исследования физических и водных свойств грунтов [Текст] / А. М. Васильев. – М.-Л. : Госгеолгиздат, 1941. – 152 с.
2. Котяхов, Ф. И. Физика нефтяных и газовых коллекторов [Текст] / Ф. И. Котяхов. – М. : Недра, 1977. – 287 с.
3. Ремнев, Б. Ф. Расчеты по номограммам при исследовании кернов [Текст] / Б. Ф. Ремнев // Новости нефтяной техники. Нефтепромышленное дело. – 1953. – Вып. 3. – С. 29–32.
4. Аванесов, В. Т. Прибор для определения проницаемости и пористости сыпучих пород при различных горных давлениях и температурах (ПСР-АРТ2) [Текст] / В. Т. Аванесов, З. Ф. Рзабеков, В. Р. Товарян // Новости нефтяной и газовой техники. Нефтепромышленное дело. – 1962. – № 11. – С. 41–43.
5. Ломтадзе, В. Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород [Текст] / В. Д. Ломтадзе // Л. : Недра. – 1972. – 312 с.
6. Владика, В.М. Методика досліджень і тестові експерименти з вивчення петрофізичних властивостей слабобоконсолідованих і сипучих порід [Текст] / В. М. Владика, М. Ю. Нестеренко, Р. С. Балацький // Нафтогазова галузь України. – 2013. – № 2. – С. 3-5.
7. Владика, В. М. Моделювання процесу ущільнення слабозцементованих і сипучих піщано-алевритових порід [Текст] / В.М. Владика //Нафтогазова галузь України. – 2014. – № 1. – С. 8-11.
8. Владика, В. М. Удосконалення методологічних основ вивчення фільтраційних властивостей та газовіддачі порід-колекторів у різних геологічних умовах [Текст] : автореф. дис. канд. геол. наук / В.М. Владика. – Львів., 2015. – 23 с.
9. Бортницкая, В. М. Определение кондиционных значений параметров сыпучих песчано-глинистых коллекторов [Текст] / В. М. Бортницкая, Т. С. Изотова, Ю. С. Губанов // Геология нефти и газа. – 1978. – №4. – С. 48-54.
10. Ковалёва, Л. А. Физика нефтегазового пласта [Текст] : учеб.пособие / Л. А. Ковалёва. – Уфа : РИО БашГУ, 2008. – 110 с.
11. ГОСТ 26450.1-85. Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением [Текст]. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.
12. Методичні вказівки. Обґрунтування кондиційних значень фільтраційно-ємнісних параметрів теригенних порід-колекторів для підрахунку загальних запасів вуглеводнів (за лабораторними дослідженнями керн) [Текст]. – Київ-Львів : ЛВ УкрДГРІ, 2005. – 58 с.

13. СОУ 09.1-30019775-218:2013 Дослідження керна нафтових і газових свердловин. Порядок проведення [Текст]. – Київ, ПАТ «Укргазвидобування», 2013. – 28 с.
14. Чаповский, Е. Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов [Текст] / Е. Г. Чаповский. – Изд. 4-е. М. : Недра, 1975. – 304 с.
15. Фролов, А. Ф. Инженерная геология [Текст] : учеб. / А. Ф. Фролов, И. В. Коротких. – М. : Недра, 1990. – 412 с.
16. Таранов, В. Г. Учебно-методический комплекс дисциплины «Механика грунтов, основания и фундаменты» [Текст] / В. Г. Таранов, А. А. Набока, В. А. Александрович. Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х. : ХНАГХ, 2012. – 160 с.
17. Лагутин, А.А. Научная обработка геолого-геофизических материалов и результатов опробования параметрической скважины 800 Шебелинская с подготовкой заключительного отчёта [Текст] / А.А. Лагутин, О.Б. Горайнова, С.Ф. Поверенный и др. // Отчёт о НИР. Заключительный договор 52.49/98-98. – Х. : УкрНИИГаз, 1998. – 245 с.
18. Ханин, А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение [Текст] / А. А. Ханин. – М. : Недра, 1969. – 368 с.
19. Абеленцев, В. М. Інтерпретація результатів лабораторних досліджень ємнісних та пружних властивостей гірських порід відносно пластових умов [Текст] / В. М. Абеленцев, А. Й. Лур'є, С. Ф. Поверенний, Т. Я. Сусяк // Матеріали наук.- практ. конф., «Сучасні проблеми нафтогазової геології», ІГН НАН України. – Київ, 16-17 червня 2016. – С. 26-30.
20. Абеленцев, В. М. Нова методика інтерпретації результатів лабораторних досліджень гірських порід при моделюванні пластових умов [Текст] / В. М. Абеленцев, А. Й. Лур'є, С. Ф. Поверенний, Т. Я. Сусяк // Геологічний журнал. – 2017. – №3. – С.23-30.
21. Белоусов, В. В. Структурная геология [Текст] / В.В. Белоусов. – Изд.3-е. – М. : Изд-во Моск. Ун-та, 1986. – 248 с.
22. Александров, Б. Л. Аномально-высокие пластовые давления в нефтегазоносных бассейнах [Текст] / Б. Л. Александров. – М.-Л. : Недра, 1987. – 216 с.

## МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННА БАЗА АГРОРУДИ НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті, на підставі вивчення великої кількості робіт, проведених на території Харківської області протягом останніх 90 років організаціями Держкомгеології України (м. Харків), Українським державним геологорозвідувальним інститутом (м. Сімферополь), Українською Академією аграрних наук (м. Київ), Національною металургійною академією (м. Дніпропетровськ) та Інститутом ґрунтознавства та агрохімії ім. Соколовського (м. Харків), детально проаналізовано стан мінерально-сировинної бази агроруди (фосфоритів, торфу та сапропелю) на території Харківської області. Наведено дані попередніх досліджень стосовно запасів та вмісту вказаних порід, шляхів підвищення їх якості методом збагачення та раціонального використання у народному господарстві. Розглянуто геологічну будову перспективних родовищ та напрямки подальших робіт з метою забезпечення Харківської області агрорудою.

У статті детально описано всі генетичні типи фосфоритів (плитні, жовнові в мергелі та піску), які зустрінуті під час проведення дослідницьких робіт, вивчено їх якісний та кількісний склад та шляхи використання; приведено детальний аналіз родовищ торфу та сапропелю.

Результати виконаних досліджень переконливо свідчать про наявність і широке поширення на території Харківської області родовищ фосфоритів та сапропелю, подальшим вивченням яких можливо ліквідувати дефіцит в фосфорних, азотних та калійних добривах.

**Ключові слова:** Дніпровсько-Донецька западина, поклад, родовище, запаси, фосфорити, торф, сапропель, добрива.

**Н. Г. Рудой. МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА АГРОРУДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.** В статье, на основании изучения большого количества работ, проведенных на территории Харьковской области на протяжении последних 90 лет организациями Госкомгеологии Украины (г. Харьков), Украинским государственным геологоразведочным институтом (г. Симферополь), Украинской Академией аграрных наук (г. Киев), Национальной металлургической академией (г. Днепропетровск) и Институтом ґрунтоведения и агрохимии им. Соколовского (г. Харьков), детально проанализировано состояние минерально-сырьевой базы агроруды (фосфоритов, торфа и сапропеля) на территории Харьковской области. Приведены данные предыдущих исследований относительно запасов и содержания указанных пород, путей повышения их качества методом обогащения и рационального использования в народном хозяйстве. Рассмотрено геологическое строение перспективных месторождений и направления дальнейших работ с целью обеспечения Харьковской области агрорудой.

В статье детально описаны все генетические типы фосфоритов (плитовые, желваковые в мергеле и песке), которые встречены во время проведения исследовательских работ, изучен их качественный и количественный состав и пути использования; приведен детальный анализ месторождений торфа и сапропеля.

Результаты выполненных исследований убедительно свидетельствуют о наличии и широком распространении на территории Харьковской области месторождений фосфоритов и сапропеля, дальнейшим изучением которых возможно ликвидировать дефицит в фосфорных, азотных и калийных удобрениях.

**Ключевые слова:** Днепровско-Донецкая впадина, залежь, месторождение, запасы, фосфориты, торф, сапропель, удобрения.

**Постановка проблеми.** Харківська область - промислово-аграрна і сільське господарство в її структурі займає важливе місце. Але від інтенсивного використання ґрунти бідніють і вміст поживних речовин в них щороку зменшується. Для відновлення родючості виснажених ґрунтів і підвищення врожайності сільськогосподарських культур необхідно щороку вносити певну кількість мінеральних добрив: азотних, фосфорних та калійних. Науково обґрунтована потреба сільгоспвиробників області в цих добривах щорічно складає біля 300 тисяч тон, яка вирішується за рахунок їх ввозу.

Проведені автором статті дослідження стану мінерально-сировинної бази Харківщини дають змогу вирішити проблему дефіциту азотних, фосфорних та калійних добрив за рахунок своїх родовищ, які розташовані на території Харківської області.

Створення власної сировинної бази для виробництва фосфатних, азотних та калійних добрив в області залишається справою великої ваги. Для її вирішення необхідно проводити розвідку

родовищ, які тут є на доступних глибинах із простими гірничо-геологічними умовами розробки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема забезпечення сільгоспвиробників Харківщини існувала вже давно. Ще в 20-х роках минулого сторіччя на території області велися пошукові, розвідувальні та дослідно-промислові розробки на фосфорити на території Ізюмщини та у Лозівському районі. Такі роботи проводилися на Синичино-Яремівському, Малокамишувахському та Ізюмському родовищах. Але із-за невисокої рентабельності видобутку, складних гірничо-геологічних умов розробки, примарів гігантоманії та дешевизни транспортування Кольських апатитів кар'єри були закриті, а запаси в 1971 році зняті з балансу.

Роботи по вивченню родовищ фосфоритів Харківщини були відновлені у 1998 році і продовжувалися протягом 12 років, результати яких наведені у даній статті.

**Метою статті** є аналіз мінерально-сировинної бази фосфоритів, торфу та сапропелю по результатами робіт Держкомгеології України за період з 30 рр. минулого сторіччя по 2010



р. двадцять першого сторіччя з надією зацікавити обласне керівництво у продовженні вказаних робіт.

**Виклад основного матеріалу.** Харківська область – промислово-аграрна і сільське господарство в його структурі займає важливе місце. Але для відновлення родючості виснажених ґрунтів і підвищення врожайності сільськогосподар-

ських культур необхідно щороку вносити певну кількість мінеральних добрив: азотних, фосфорних та калійних. [1, 16, 17, 20].

Науковцями обґрунтована потреба сільгоспвиробників Харківської області у мінеральних добривах для формування щорічного врожаю, яка наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Науково-обґрунтована потреба сільгоспвиробників у мінеральних добривах для формування щорічного врожаю

Культура	Врожай жай-ність, ц/га	Науково-обґрунтована потреба							
		Кг/га поживних речовин				Тис. тон поживних речовин			
		всього	N	P	K	всього	N	P	K
Пшениця озима	32,7	190	75	69	46	81,3	32,1	29,5	19,7
Пшениця яра	22,0	130	51	46	33	1,0	0,4	0,4	0,2
Ячмінь	22,0	134	46	53	35	33,6	11,6	13,3	8,7
Кукурудза на зерно	32,0	183	64	61	58	18,3	6,4	6,1	5,8
Овес	23,0	129	51	44	34	5,1	4,0	0,6	0,5
Гречка	10,0	109	31	43	35	2,4	0,7	0,9	0,8
Просо	15,0	78	33	24	21	0,9	0,4	0,3	0,2
Горох	20,0	150	40	62	48	6,0	1,6	2,5	1,9
Цукрові буряки	189,0	281	98	79	104	26,0	9,1	7,3	9,6
Соняшник	16,0	157	50	61	46	34,9	11,1	13,6	10,2
Соя	15,0	209	52	109	48	2,5	0,6	1,3	0,6
Овочево-баштанні та картопля	135,0	191	69	77	45	6,1	2,2	2,5	1,4
Інші		40	20	10	10	18,8	9,4	4,7	4,7
Разом		146,3	54,0	52,0	40,3	233,6	86,3	83,0	64,3

Аграрна сировина, яка служить джерелом для вироблення азотних, фосфорних та калійних добрив, на території Харківської області представлена родовищами фосфоритів, торфу та сапропелю [2, 3, 7, 9, 10, 11].

Харківська область є однією із найбільш малозабезпечених областей України фосфатними добривами. Технологічні потреби в фосфатних добривах для землеробства, які становлять близько 80,0 тис. т поживних речовин на рік, Харківщина задовольняє за рахунок їх ввозу.

Створення власної сировинної бази для виробництва фосфатних добрив в області залишається справою великої ваги. Для її вирішення необхідно проводити розвідку і дослідну експлуатацію невеликих родовищ фосфоритів, які тут є, на доступних глибинах з простими гірничо-геологічними умовами розробки.

Фосфорити в Харківській області мають обмежене поширення, розповсюджені в південно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини

(Ізюмський, Барвенківський та Лозівський райони) і пов'язані з крейдяною і палеогеновою системами. В крейді накопичення фосфоритів відмічаються у відкладах сеноманського ярусу, який характеризується постійним літологічним розрізом. В ньому фосфорити представлені хемогенними, жовтовими і жовтово-плитними типами, які накопичені на контакті карбонатних і теригенних порід у верхній частині розрізу.

Фосфорити палеогену пов'язані з відкладами сумської, канівської, бучакської та київської свит. Фосфорити палеогену вторинно-галечникові і приурочені до нижніх частин розрізів перерахованих свит. Продуктивність цих фосфоритів (за виключенням річок Орелі і Орельки у Лозівському районі) низька, у зв'язку з чим вони не представляють промислового інтересу.

Основним фосфоронесним горизонтом Харківщини являється сеноманський, який найбільше розповсюджений у Ізюмському та Лозівському районах. У Лозівському районі пошуковими

роботами 1971-73 рр. виявлено Орільське родовище фосфоритів, яке складається із 2-х ділянок: Орільська-1 та Орільська-2. Оцінені тут перспективні і прогностичні ресурси фосфоритів складають 67,5 млн. тон. В 1993-96 рр. на ділянці Орільська-2 проведені пошуково-оціночні роботи, де були підраховані запаси та перспективні ресурси фосфоритів по категорії  $C_2$  і  $P_1$  у кількості 20,2 млн. тон. Але із-за великої потужності покривних порід (>30 м) та заводненості ділянка не була рекомендована для подальшого вивчення.

В Ізюмському районі фосфоритний горизонт виходить на денну поверхню і падає під кутом 7-9°. Сеноманський фосфоритовий горизонт складається із трьох шарів: жовна фосфоритів у крейді, фосфоритова плита і фосфоритові жовна у глауконітовому мергелі. Перші два шари мають обмежене поширення, а третій (основний шар) – простежується повсюдно.

На території Ізюмського району Харківської області є декілька родовищ фосфоритів і спроби

вирішення проблеми були ще за радянських часів. Так в 1930-1950 рр. на Ізюмщині були розвідані Синичино-Яремівське, Малокамишувахське та Ізюмське родовища фосфоритів загальними запасами 5286 тис. т., які в ті роки були частково і розроблені. Але із-за невисокої рентабельності видобутку фосфоритів, складних гірничо-геологічних умов розробки, примарів гігантоманії та дешевизни транспортування Кольських апатитів кар'єри були закриті, а запаси в 1971 році зняті з балансу.

У 1998-2002 рр. на Синичино-Яремівському та Малокамишувахському родовищах були проведені пошуково-ревізійні роботи, в результаті яких на п'яти ділянках – Заводській, В'язоватий Яр, Перемога, Синичанській та Яремівській – по категоріям  $C_2$  та  $P_1$  були підраховані запаси та перспективні ресурси фосфоритів у кількості 2,5 млн. тон.

Основні відомості про родовища фосфоритів Харківської області приведено у таблицях 2 та 3.

Таблиця 2

Відомості про родовища фосфоритової сировини Харківської області по результатам робіт 1939-1996 рр.

№ п/п	Назва родовищ і ділянок	Вид корисних копалин	Адміністративні райони	Ким і коли розвідані родовища	Запаси категорій, тис. тн			Ким і коли затверджені запаси
					A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Кременецьке (Ізюмське)	Жовна і жовново-плитні фосфорити	Ізюмський	Інститут прикладної фізико-хімії в 1933 р. і в 1938 р. Донецьким рудоуправлінням	780 вміст P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 13%	-	-	ВКЗ, 1939 р.
2	Малокамишувахське, Ділянки Заводська, В'язоватий Яр та Перемога	Жовна в мергелі, плита фосфоритова, жовна в піску кварц-глауконітовому	Ізюмський	«Укргеолстром», Донецька ГРП в 1954 р.	2018; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – до 14,4% 797; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – до 16,4% 535; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – до 17,8%	-	-	Не затверджені ДКЗ, пр.. №611 від 19.06.19 51 р.
3	Синичино-Яремівське	Жовна в мергелі	Ізюмський	1925 р. «Укргеолтрест», в 1940 р. інститут по удобренню	1819; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 13-19%	-	-	ВКЗ пр.. №2926 від 23.12.19 40 р.
4	Орільське Орільська-1 Орільська-2	Жовна і зерна фосфоритів в мергелі	Лозівський	ВГО «Південукргеологія» в 1971-73 рр. і в 1993-1996 рр.	-	- 453 5	P <sub>2</sub> – 47.340 15.609	Не затверджені Не затверджені

## Відомості про запаси фосфоритової руди і крейди Ізюмщини по результатам пошуково-ревізійних робіт 1998-2002 рр.

№ п/п	Найменування ділянок	Категорія запасів, ресурсів	Площа, тис.м <sup>2</sup>	Середня потужність, м		Обсяги розкритих порід, тис.м <sup>3</sup>	Запаси та ресурси фосруди		Запаси P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , тис. тн.
				Розкритих порід до крейди	фосшару		тис. м <sup>3</sup>	тис. тн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Синичино-Яремівська площа									
1	Синичанська	C <sub>2</sub>	420	8,2	0,4	3664	167,8	335,6	27,3
		P <sub>1</sub>	385	7,5	0,5	2887	154	308	24
2	Центральна	P <sub>1</sub>	610	4,4	0,3	2541	18,2	347	21,2
3	Яремівська	C <sub>2</sub>	51	4,1	0,4	209	20,4	38,7	2,2
		P <sub>1</sub>	1040	5,3	0,3	6429	312	592,7	35,5
Разом по площі		C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	2506			15730	836,2	1622	110,2
2. Малокамишувахська площа									
4	В'язоватий Яр	C <sub>2</sub>	83	2,8	0,4	233	37,4	71	6,0
		P <sub>1</sub>	516	3,7	0,4	2107	230	437	35,8
5	Перемога	C <sub>2</sub>	181	3,0	0,5	534	90,5	171,7	11,1
		P <sub>1</sub>	275	10,8	0,4	2970	110	209	11
Разом по площі		C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>					467,9	888,7	63,9
Всього		C <sub>2</sub>						617,1	46,6
		P <sub>1</sub>						1893,7	127,5
		C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>						2510,8	174,1

В геологічній будові родовищ приймають участь крейди, неогенові і четвертинні відклади. Фосфоритовий шар потужністю 0,2-0,8 м приурочений до сеноманського ярусу верхньої крейди. Підстиляють фосшар зеленувато-сірі глауконітові піски потужністю від 3,1 до 5,2 м, а перекривають його крейдоподібні мергелі і крейда. Глибина залягання фосшару змінюється від 0,8 до 78,0 м (середня 26,0 м).

Корисною копалиною на Кременецькій, Синичино-Яремівській та Малокамишувахській площах є фосфоритова руда і крейда. Руди цих родовищ відносяться до жовного типу фосфоритів. Жовнова фракція (+2 мм) в фосфоруді коливається від 27,4 до 71,8 %. Зерниста фракція (+2 мм - +0,04 мм) складає 15,4-36,8%, а шлами – від 7,0 до 40,2%.

Вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в фосфоритовій руді в контурі підрахунку запасів змінюється від 3,5 до 11,4%, а в фосфоритах (+4мм) – від 5,8 до 19,97%.

Речовинний склад фосруди родовищ майже однаковий і відрізняється лише кількісним співвідношенням мінералів, які входять до її складу: кварцу, фосфату, кальциту та глауконіту.

Основним корисним компонентом руд є фосфатні мінерали, які представлені фторхлоргідроксилпатитом.

Основна кількість фосфатів зосереджена в класі крупніше 0,315 мм. Крім фосфатів практичний інтерес мають кварцові піски, глауконітовий концентрат та карбонатний продукт. Кримським відділенням УкрДГРІ видано рекомендації з технології збагачення фосруди по схемі: дезінтеграція руд в скубер-бутарі, грохочення, природна сушка жовен в буртах, подріблення до 0,2 мм, згущення, фільтрація та сушіння продукту, завантаження фосборошна у мішки. В середньому вихід фосфатного продукту складає 60,3%, вилучення – 82,3%.

При необхідності до схеми збагачення можуть бути включені флотація та магнітна сепарація, що дозволить збільшити вилучення фосфоритів та супутньо отримані високоякісні кварцові піски та карбонатний продукт.

Фосфоритне борошно, отримане в результаті збагачення фосруди Синичино-Яремівського та Малокамишувахського родовищ, відповідає вимогам ТУ У6 14005076.053-99 для першого і другого гатунку і придатне для використання у сіль-

ському господарстві у якості мінерального добрива при безпосередньому внесенні у ґрунт.

Проведеними інститутом ґрунтознавства та агрохімії ім. Соколовського (м. Харків) дослідями доказано, що фосфоритне борошно з фосфоритів Синичино-Яремівського родовища є ефективним добривом. Сумарний ефект від внесення фосборшна за 4 роки дослідів склав 92,4% від ефективності суперфосфату. Кращі результати отримані при внесенні фосмуки з фосфоритів Малокамишувахського родовища на підзолистих ґрунтах, де прибавка врожаю рівноцінна від внесення суперфосфату.

Для легування сталі та чавуну необхідний ферофосфор, який Україна закупляє в Росії та Казахстані, так як свого виробництва ферофосфору в Україні немає.

Дослідженнями Національної металургійної академії України (НМетаУ) м. Дніпро проб Малокамишувахського родовища розроблена магнітно-флотажна схема збагачення фосфоритів з отриманням в кінцевій стадії продукту з вмістом  $P_2O_5$  до 27,2%, що дає можливість використовувати його в металургії при виплавці ферофосфору для легування. [4, 5, 6, 15].

Як супутні корисні копалини на родовищах вивчалися покривна крейда та підстиляючі кварц-глауконітові піски. За даними хімічних досліджень до складу глауконітових пісків входить до 25%  $K_2O$  і цілком можливе їх використання у якості калійного добрива.

Крейда на родовищах біла, писальна, з включеннями уламків, іноді валунів кременю. Вміст  $CaCO_3 + MgCO_3$  в крейді коливається від 87,0 до 95,7%, середній 92,3%. Вміст глинистих домішок ( $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ) складає 1,49 – 7,65%, середній – 3,98%. Згідно вимог ОСТ 21-27-88 крейда відповідає класам А і Б для виробництва будівельного вапна.

За даними радіологічних досліджень Харківської СЕС вміст природних радіонуклідів урану, торію, цезію і калію в фосфоритах і крейді знаходиться у межах норми. Фосфорити Ізюмщини, на відміну від апатитів Хібін, а тим більш фосфоритів Африки, відзначаються екологічною чистотою.

Гідрогеологічні умови розробки родовищ благоприємні. Фосфоритовий шар і крейда залягають вище водоносного горизонту. При розробці перспективних ділянок водоприитоки в кар'єр будуть формуватися тільки за рахунок атмосферних опадів. Рельєф місцевості дозволяє позбавитися поверхневих вод побудовою нагірних каналів та відводом води за кар'єрне поле в балки. Приитоки води за рахунок атмосферних опадів на 1 га площі кар'єру складатимуть  $16,4 \text{ м}^3$  / добу.

Загальні запаси фосфору і перспективні ресурси по категорії  $C_2 + P_1$  по 2 площах складають 2510,7 тис. тн, а запаси  $P_2O_5$  – 174,1 тис. тн. Сумарні запаси крейди по категорії  $C_2$  складають 2011 тис.  $\text{м}^3$ , або 3419 тис. тн.

Техніко-економічними міркуваннями (ТЕМ) доказана доцільність розвідки і наступної розробки в першу чергу ділянок Перемога, Синичанська, а потім ділянки В'язоватий Яр.

Згідно складених ТЕМ рентабельність підприємства при можливій експлуатації родовищ складає по ділянкам Синичанська – 31,4%, Перемога – 34,7% і В'язоватий Яр – 11,4%; окупність капвкладень відповідно 3,4, 3,1 та 9,3 років.

Роботи по вивченню родовищ фосфоритів Ізюмщини необхідно продовжувати.

Державним балансом запасів корисних копалин України, станом на 01.01.2017 р., по Харківській області не враховано жодного родовища торфу. [11].

Харківська область бідна на родовища торфу і виявлення на її території торфородовища можна сприймати як велику подію. Але про велику зацікавленість в торфородовищах на території області свідчить постійний інтерес до них різних місцевих організацій.

За скромними підрахунками науковців щорічний дефіцит торфу по Харківській області складає біля 300 тис. тон і роботи по виявленню родовищ торфу (особливо до 60-х і після 98-х років) все ж таки веліся. В результаті проведених робіт на території Харківської області виявлено і з різним ступенем складності розвідано шість родовищ торфу. Це ділянки Сухомлинська, Мереш'янська, Мож, Колодязна, Мереш'янська-2 і Вільховий Ріг. Відомості про родовища торфу на території Харківської області приведено у таблиці 4.

Як видно із таблиці 4 потужність торфу на вивчених родовищах коливається від 1,1 до 1,89м, мінерального наносу – від 0 до 0,6 м. Вміст  $CaO$  коливається від 4,3 до 13,15%, зольність – від 30,5 до 41,0%. Загальні запаси розвіданих на території Харківської області шести родовищ торфу по категоріям  $A+B+C_1 +C_2$  складають 952,7 тис. тон.

По своїм якісним характеристикам торф розвіданих родовищ придатний для використання його у якості добрив і чекає свого виробника. В той же час роботи по виявленню нових і розвідці старих родовищ торфу на території області необхідно продовжувати.

На відміну від торфу Харківська область багата родовищами сапропелю. Згідно державного балансу, станом на 01.01.2017 р., по Харківській області враховано 22 родовища сапропелю зага-

льними запасами 6,34 млн. тон по категорії С<sub>2</sub> [2].

Відомості про родовища сапропелю на території Харківської області приведено у таблиці 5.

Таблиця 4

Відомості про родовища торфу на території Харківської області

№ п\п	Назва родовища	Площа, га	Мінеральний на-нос, м	Потуж-ність торфу, м	Вміст СаО, %	Зольність, %	Запаси по кате-горіям, тис. тн
1	Сухо-млинське	245,0	0,2-0,6	1,1	13,15	30,5	A+B+C <sub>1</sub> – 214,0
2	Мере-ф'янське	30,0	0,5	1,33	9,3	40,0	C <sub>1</sub> -96,0
3	Мож	70,0	0,6	1,65	8,5	41,0	C <sub>1</sub> -218,0
4	Колодязне	12,0	0,4-0,5	1,89	6,2	25,0	C <sub>2</sub> -40,0
5	Мере-ф'янське-2	15,6	0,3	1,53	4,3	33,6	C <sub>2</sub> -234,7
6	Вільховий Ріг	11,9	-	1,26	6,25	33,5	C <sub>2</sub> -150,0
	Всього	384,5					A+B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> -952,7

Таблиця 5

Відомості про родовища сапропелю на території Харківської області

№ п\п	Назва родовища	Площа родовища, га	Середня глибина мулу, м	Запаси мулу по категорії С <sub>2</sub> , тис. тн	Вміст, %		
					СаО	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	зольн
1	Люботинське-б	13,75	1,0	91,0	11	2,94	81
2	Люботинське-4	21,25	1,24	235,0	10	2,46	81
3	Певний	17,0	1,44	58,0	13	2,8	81
4	Караванське	9,98	0,66	58,0	11	1,32	81
5	Ново-Іванівське	10,8	1,31	96,0	4	3,7	83
6	Покровське	7,43	1,0	64,0	4	3,8	84
7	Газівське	12,38	1,03	86,0	7	2,5	76
8	Матвіївське	24,48	2,01	424,0	4,3	4,7	61
9	Воскресенівське	35,4	1,75	552,0	3,2	4,6	54
10	Вертіївське	9,98	1,31	82,0	6,1	4,3	63
11	Задонецьке-2	13,28	1,3	154,0	4,6	3,9	80
12	Коропівське	12,83	2,1	161,0	13,75	3,8	68
13	Борівське	37,13	1,37	332,0	2,4	3,4	74
14	Чайка	91,5	1,25	1019,0	21,1	3,4	65
15	Світличне	47,5	1,32	289,0	15,25	1,5	45
16	Комишуватське	103,18	1,47	1352,0	26,0	1,7	53
17	Черничне	13,0	1,26	146,0	4,5	4,1	74
18	Вільхуватське	10,15	1,18	107,0	2,0	2,7	76
19	Пролетарське	9,4	1,24	697,0	6,2	2,3	73
20	Полянничницьке	8,5	1,16	82,0	9,39	5,0	80,9
21	Купне	9,4	1,0	81,0	6,9	6,5	82,5
22	Зим'яне	30,55	1,01	173,0	7,0	6,1	84
Всьо-го				6339,0			

Як видно із таблиці 5 потужність сапропелю вивчених родовищ коливається від 0,66 до 2,1 м, вміст СаО – від 2,0 до 26,0%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – від 1,31 до 6,5%. По своїм якісним показникам сапропель розвіданих родовищ придатний для використання у якості комплексних добрив.

Як свідчить Державний баланс України жодне з родовищ сапропелю до цього часу не розробляється.

**Висновки.** За даними науковців із-за виснаження ґрунтів щорічний дефіцит Харківської області в фосфорних, калійних та азотних добривах складає біля 300 тисяч тон, який вирішується за рахунок їх ввозу.

Дані досліджень стану мінерально-сировинної бази Харківщини за останні 90 років дають змогу вирішити проблему дефіциту добрив за рахунок своїх родовищ, які розташовані на території області.

Це родовища фосфоритів: у Лозівському районі – Орільське сумарними запасами 4,5 млн.

тон по категорії С<sub>2</sub> та сумарними ресурсами (кат. Р<sub>2</sub>) – 62,5 млн. тон; у Ізюмському районі – Краснокутське, Малокамишувахське та Синичино-Яремівське сумарними запасами та ресурсами по категоріям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>+Р<sub>1</sub> у кількості 3,3 млн. тон.

Вміст Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в концентраті після збагачення можливо довести до 11,0-15,0% і використовувати у якості фосфорних добрив.

Крім того на території Харківської області виявлено та опішукано 22 родовища сапропелю сумарними запасами 6,3 млн. тон по категорії С<sub>2</sub>, придатного для використання у якості комплексних добрив.

Виконані дослідження свідчать про наявність і широке поширення на території Харківської області родовищ фосфоритів та сапропелю і подальшим їх вивченням та розробкою можливо ліквідувати дефіцит області в фосфорних, азотних та калійних добривах.

#### Література

1. Брагін, Д. Ю. Зернистые фосфориты Донбасса и их использование в сельском хозяйстве / Д. Ю. Брагін // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 44-47.
2. Василенко, І. Й. Сучасний стан сировинної бази сапропелю / І. Й. Василенко // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 121-123.
3. Галецький, Л. С. Перспективи використання українських фосфоритів / Л. С. Галецький, Я. П. Цвей // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 50-52.
4. Гасик, М. И. Естественная радиоактивность украинских фосфоритов как сырья для выплавки феррофосфора / М. И. Гасик, А. Ю. Пройдак, О. И. Поляков, Н. Г. Рудой, В. В. Билай // *Металургическая и горнорудная промышленность*. – Днепропетровск. - 2009. - С. 15-18.
5. Исследование минералогического состава и металлургической характеристики продуктов обогащения фосфорита Малокамишевахского месторождения как сырья для выплавки феррофосфора / М. И. Гасик, А. Ю. Пройдак, А. В. Жаданос, и др. // *Науково-практичний семінар «Надрокористування в Україні. Перспективні-інвестування»*. – Днепропетровськ. – 2014. - С. 150-153.
6. Гасик, М. И. Рентгеноспектральный микроанализ минеральных образований в структуре фосфоритов – сырья для электротермического производства феррофосфора / М. И. Гасик, А. Ю. Пройдак // *Металургическая и горнорудная промышленность*. – Днепропетровск. – 2007. - № 3 – С. 34-35.
7. Губіна, В. Г. Обеспеченность Украины собственными фосфорными рудами / В. Г. Губіна, І. А. Гамалинський // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 82.
8. Гулій, В.М. Нові технології продукування фосфатних добрив з бідних руд / В. М. Гулій, В. В. Дігонський // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. - Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 133-135.
9. Дегодюк, Е. Г. Фосфориты Украины – проблемы и перспективы использования / Е. Г. Дегодюк, Н. Г. Буслаева // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 158-160.
10. Калінін, В. І. Агрономічні руди України: сировинна база, перспективи її розвитку і використання / В. І. Калінін, Д. П. Хруцов // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 14-23.
11. Косенко, М. П. Сучасний стан сировинної бази торфу / М. П. Косенко // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 123.
12. Мінеральні ресурси України та світу на 01.01.2006 р. / Ю. І. Третяков, В. У. Мартиненюк, А. Г. Суботін та ін. ; Державне науково-виробниче підприємство «Геоінформ України». - Київ, 2007. - 560 с.
13. Патица, В. П. Еколого-токсикологічна оцінка фосфоритів родовищ України, як сировини для виготовлення мінеральних добрив / В. П. Патица, Н. А. Макаренко // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 149-151.

14. Петрографические исследования минерального состава фосфоритовой руды как сырья для выплавки феррофосфора / А. Ю. Пройдак, О. П. Поляков, М. И. Гасик, и др. ; Отв. ред. М. И. Гасик // *Металургическая и горнорудная промышленность*. – Днепропетровск. – 2009. – №4. – С. 32-35.
15. Пройдак, А. Ю. Экспериментальное исследование процесса выплавки феррофосфора с использованием фосфорита месторождения «Перемога» / А. Ю. Пройдак // *Металургическая и горнорудная промышленность*. – Днепропетровск. - 2012. - №1.- С. 27-29.
16. Соболевська, М. Ф. Перспективи виявлення фосфоритів і нетрадиційних мінеральних добрив / М. Ф. Соболевська // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 105-108.
17. Цвей, Я. П. Вплив жовноватих фосфоритів на продуктивність цукрових буряків і фосфатний режим темно-сірих опідзолених ґрунтів / Я. П. Цвей // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 151-152.
18. Черняков, О. М. Гідровидобуток (СГВ) зернистих фосфоритів: стан, проблеми, перспективи / О. М. Черняков // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 135-139.
19. Шехунова, С. Б. Калійна сіль і фосфатні руди: сировинна база і стан використання калійних та фосфатних добрив (світовий огляд) / С. Б. Шехунова, Н. А. Данишурка // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. – С. 85-88.
20. Янусик, М. М. Продуктивність цукрових буряків залежно від внесення зернистого фосфориту за показником гідролітичної кислотності в умовах правобережного лісостепу України / М. М. Янусик // *Матеріали міжвідомчої науково-технічної конференції «Агрономічні руди України»*. – Київ : УкрДГРІ. - 2004. - С. 156-157.

## ГІДРОГЕОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ У КАРБОНАТНИХ ПОРОДАХ. ЧАСТИНА I. СУФОЗІЯ

Розглянуто гідрогеодинамічні процеси у карбонатних породах мергельно-крейдяної товщі верхньої крейди Святогірської брахіантикліналі. Результатом цих процесів є явища суфозії та карсту. Описано процеси суфозії – як наслідок фізичної (механічної) дії підземних вод на карбонатні породи. Охарактеризовано можливості визначення кількісних показників «твердого стоку», що утворюються в процесі механічного руйнування гірських порід та перенесення твердої мінеральної речовини підземними водами.

Встановлено, що інтенсивність суфозії знаходиться у прямій залежності від об'ємів інфільтраційних вод, що проникають у карбонатні гірські породи у різні періоди року та геоморфологічних особливостей території. Розвитку цього процесу сприяє новітня і сучасна тектонічна активізація Петрівсько-Кремінського розлому, яка обумовлює не лише зйомання південного крила Святогірської брахіантикліналі, а й дезінтеграцію карбонатних мергельно-крейдових порід верхньої крейди. Висхідний тектонічний розвиток рельєфу асоціюється із опуклими схилами, які суттєво переважають у рельєфі «крейдяної брили». Це є причиною зростання потенціалу денудаційних процесів і, відповідно, збільшення впливу потоків інфільтраційних вод на карбонатні породи зони вивітрювання.

Обґрунтовано, що на певному етапі розвитку процесу суфозії спостерігається перехід кількісних змін, пов'язаних з усе більшим подрібненням часток карбонатних порід, у якісні – фізичних (суфозійних) процесів у хімічні (карстові).

**Ключові слова:** геодинамічні процеси, суфозія, карбонатні породи, підземні води, фізичне руйнування, інфільтраційні потоки.

**В. Г. Суярко, В. В. Сухов, А. В. Чуєнко. ГИДРОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ. ЧАСТЬ I. СУФОЗИЯ.** Рассмотрены гидрогеодинамические процессы в карбонатных породах мергельно-меловой толщи верхнего мела Святогорской брахиантиклинали. Результатом этих процессов являются явления суффозии и карста. Описаны процессы суффозии – как следствие физического (механического) воздействия подземных вод на карбонатные породы. Охарактеризована возможность определения количественных показателей «твердого стока», образующегося в процессе механического разрушения горных пород и переноса твёрдого минерального вещества подземными водами.

Установлено, что интенсивность суффозии находится в прямой зависимости от объёмов инфильтрационных вод, проникающих в карбонатные горные породы в разные периоды года, и геоморфологических особенностей территории. Развитию этого процесса способствует новая и современная тектоническая активизация Петровско-Кременецкого разлома, которая обуславливает не только поднятие южного крыла Святогорской брахиантиклинали, но и дезинтеграцию карбонатных мергельно-меловых пород верхнего мела. Восходящее тектоническое развитие рельефа ассоциируется с выпуклыми склонами, которые преобладают в рельефе «меловой глыбы». Это является причиной роста потенциала денудационных процессов и, соответственно, увеличения влияния потоков инфильтрационных вод на карбонатные породы зоны выветривания.

Обосновано, что на определенном этапе развития процесса суффозии наблюдается переход количественных изменений, связанных со всё большим измельчением частиц карбонатных пород, в качественные – физических (суффозионных) процессов в химические (карстовые).

**Ключевые слова:** геодинамические процессы, суффозия, карбонатные породы, подземные воды, физическое разрушение, инфильтрационные потоки.

**Формулювання проблеми.** Підземні води – активний чинник геодинамічних процесів, наслідком яких, зокрема, є такі явища, як суфозія і карст карбонатних порід. Води, що приймають участь у цих процесах, є переважно інфільтраційними, хоча, за певних обставин, у зонах розривних тектонічних порушень, вони можуть мати глибоке формування і включати глибинні флюїди. Ці води бувають як безнапірними, так і напірними. Вони характеризуються аномальними параметрами хімічного складу, мінералізації, а також інших фізико-хімічних параметрів (рН, Eh та ін.).

Процеси суфозії та карсту, що несуть суттєві загрози будівлям та спорудам, відбуваються, переважно, під дією вод вільного водообміну, горизонти і комплекси яких знаходяться у приповерхневій, порушеній процесами вивітрювання, частині літосфери. Ці води відрізняються високими швидкостями фільтрації і мають безпосередній

зв'язок з денною поверхнею. Інфільтраційні води зони вільного водообміну включають «верховодку», ґрунтові води четвертинних відкладів, а також води, що циркулюють у найбільш вивітрілій верхній частині мергельно-крейдяної товщі верхньої крейди до глибин від 5-10 до 100-150 м, а іноді й більше [11,17]. Великою мірою на зазначені геодинамічні процеси впливають й інші природні фактори (тектонічні, літологічні геоморфологічні).

Підземні води характеризуються двома основними видами геологічної діяльності – фізичною (механічною) та хімічною (розчинною), що, відповідно, обумовлює розвиток у карбонатних породах таких геодинамічних процесів, як суфозія та карст.

Дуже часто і механічна, і хімічна діяльність підземних вод відбувається одночасно. Тому визначення ролі кожного з цих процесів у руйнуванні карбонатних порід потребує польових спо-



стережень, лабораторних досліджень і теоретичних обґрунтувань.

На основі фактичного матеріалу досліджень геодинамічних процесів за участю підземних вод та їх наслідків у породах верхньої крейди на Святогірській брахіантикліналі нами розглянуто особливості суфозії та карсту у карбонатних осадових відкладах. Оскільки підготовлені до друку матеріали є досить об'ємними, їх поділено на дві частини (частина 1 – суфозія, частина 2 – карст), що вийдуть як окремі статті.

**Геологічні особливості Святогірської брахіантикліналі.** Святогірська брахіантикліналь знаходиться на південному борту Бахмутської уголовини. Мергельно-крейдянні відклади північніше м. Святогірськ відслонюються на правому березі р. Сіверський Донець у вигляді «крейдяної брили», на якій розташований історично-архітектурний комплекс Святогірського монастиря. По відкладах карбону Святогірська брахіантикліналь є асиметричною, а з півдня, півночі і сходу обмежена розривними порушеннями різних напрямків та амплітуд. Найбільшу тектонічну амплітуду (до 1000 м) зафіксовано в зоні Петрівсько-Кремінського глибинного розлому. В плані вона узгоджується з руслом р. Сіверський Донець і крейдяної брилою, на якій розташований монастир. Розривні тектонічні порушення, що відокремлюють структуру з півночі та північного сходу характеризуються відносно невеликими амплітудами – до 20-25 м.

У геологічній будові південного, здійсненого крила Святогірської структури приймають участь мезозойські (юрсько-крейдові) породи, що мають південно-східне падіння під кутом 10-20° та четвертинні відклади.

Верхньоярські породи представлені келовейським, оксфордським, кимериджським та волжським ярусам, які поділяються на два стратиграфічних підрозділи: а) вапнякова товща, що об'єднує породи келовейського та оксфордського ярусів ( $I_3cl-ox$ ) та б) барвіста піщано-глиниста товща, яка відповідає кимериджському і волжському ярусам ( $I_3km-v$ ).

Крейдові породи включають відклади нижньої та верхньої крейди. Нижньокрейдіві відклади ( $K_1$ ) представлено світлосірими каоліністими пухкими пісковиками товщиною до 30 м з прошарками сірих глин (до 20-50 см) і вуглистим детритом.

Верхньокрейдіві породи ( $K_2$ ), які відслонюються у вигляді «крейдяної брили» представлені мергельно-крейдяною товщею туронського ( $K_2t$ ) і кон'якського ( $K_2cn$ ) ярусів та глауконітовими пісками кампанського ( $K_2cp$ ) ярусу в основі розриву. Над ними залягають карбонатні породи туронського та кон'якського ярусів. Представлені

вони писальною крейдою з рідкими прошарками мергелів і чисельними включеннями темно-сірих та буровато-сірих кременів. Ці породи і складають саму «крейдяну брилу».

Четвертинні відклади представлені жовто-бурими суглинками з прошарками пісків та супісся з включеннями дресви і щебеню, писальної крейди, а також ґрунтовим шаром і штучно-насіпними ґрунтами товщиною 0,3-1,5 м.

Натомість, на зануреному північному крилі складки, на лівому березі р. Сіверський Донець під четвертинними відкладами, представленими ґрунтами, алювіальними пісками, лесоподібними суглинками ( $aQ_{IV}-aQ_{III-IV}$ ) залягають міоценові кварцові піски новопетрівського ярусу ( $N_1np$ ) та верхньопалеогенові піски і глини берекського ( $P_3br$ ) та межигірсько-обухівського ( $P_3mz-ob$ ) ярусів.

Підземні води в межах території досліджень приурочені до водоносних горизонтів і комплексів четвертинних, нижньокрейдівих та юрських відкладів.

Підземні інфільтрогенні (ґрунтові) води четвертинних відкладів знаходяться в еолово-делювіальних утвореннях, що покривають верхньокрейдіву товщу на височинах та у алювії долин Сіверського Донця. Глибина залягання дзеркала вод четвертинних осадів коливається тут від 20-30 см до 0,5-1,5 м. Вони знаходяться у порових колекторах і є безнапірними. Хімічний склад вод – гідрокарбонатний або гідрокарбонатно-сульфатний (кальцієвий, магнієвий) при невисокій (до 1,0-3,0 г/дм<sup>3</sup>) мінералізації, нейтральній реакції і невеликому вмісті двооксиду вуглецю (до 10,0-30,0 мг/дм<sup>3</sup>) [9].

Мергельно-крейдяна товща верхньої крейди переважно є водотривкою. Водоносний горизонт сформувався у її верхній тріщинуватій, вивітрілій зоні, товщина якої в районі досліджень коливається від 2-5 до 10-15 м. Коефіцієнти фільтрації в межах території досліджень від 1,2-2,3 м/доб до 10,8-16,7 м/доб [9]. Води безнапірні або слабконапірні, переважно гідрокарбонатного кальцієвого (магнієвого) складу з мінералізацією до 3,0-5,4 г/дм<sup>3</sup>. В зонах тектонічної тріщинуватості вони часто характеризуються зростанням вмісту йонів хлору, сульфатів, а також натрію. Це свідчить про вірогідну участь у живленні водоносного горизонту верхньої крейди вод глибоких горизонтів.

Нижче залягає водоносний комплекс піщаних верхньокрейдівих та юрських відкладів, водоносними породами якого є піски та пісковики, а водоупорами – глини. Води мають напірний характер. Живлення їх відбувається як за участі залягаючих вище водоносних горизонтів, так, значною мірою, і за рахунок підземних вод триа-

су та палеозою, що розвантажуються по розломно-тріщинних зонах. Останнє, ймовірно, є причиною того, що на фоні холодних, нейтральних гідрокарбонатно-сульфатних вод змішаного катіонного складу на окремих ділянках, на глибині до 100-150м, виявляються субтермальні (більше 15-20°C), лужні (рН > 7,8) хлоридні натрієві або сульфатно-хлоридні натрієві кальцієві (магнієві) води підвищеної (до 10,2 г/дм<sup>3</sup>) мінералізації [17].

**Викладення основного матеріалу.** Історичний розвиток геологічних структур регіону постійно супроводжується фізичною діяльністю підземних вод, яка включає: 1) механічне руйнування гірських порід інтенсивними потоками вільних гравітаційних вод; 2) перенесення різних за розмірами (від 1-2 мм і більше до суспензій) часток інфільтраційними водами; 3) перевідкладення мінеральної речовини порід фільтраційними водними потоками. Ці процеси, що об'єднуються поняттям «твердий стік», можуть відбуватися одночасно і призводять до такого поширеного геодинамічного явища як суфозія.

Явище суфозії розглядається у роботах багатьох дослідників. Проте сутність цього процесу іноді висвітлюється з різних, часом протилежних, позицій [3,5,6,7,10 та ін.]. Так, існує думка, що суфозія – результат вилушення розчинної речовини гірських порід підземними водами. Але ж у такому випадку – це хімічний процес, що визначає карстоутворення. Через це й виникла необхідність у чіткому визначенні поняття суфозії, яка, на нашу думку, є *геодинамічним наслідком фізичної геологічної діяльності підземних інфільтраційних вод, що супроводжується фізичним (механічним) руйнуванням гірських порід (мінералів) з формуванням «твердого стоку»*.

Таким чином, твердий стік формується у разі фізичного руйнування та перенесення мінеральних часток водами, що течуть. Хоча основним видимим агентом твердого стоку є поверхневі (особливо – річкові) води, підземні води також відіграють величезну роль у вільному перенесенні різних за величиною часток гірських порід. Особливо це стосується карстових, тріщинних та ґрунтових вод. Процеси суфозії з утворенням підземного твердого стоку найчастіше відбуваються у зоні аерації.

На території досліджень твердий стік формується, головним чином, за рахунок вивітрілих карбонатних порід верхньої крейди та четвертинних ґрунтів, що їх перекривають [10], а також палеогенових та неогенових піщано-глинистих відкладів, які вміщують гігроскопічну, плівкову, капілярну вологу і повітря. Присутність гравітаційної води пов'язана тут з гідрометеорологіч-

ними особливостями регіону і корелюється з періодами розтавання снігу та дощів [2].

Явище твердого стоку неодноразово спостерігалось нами в умовах виходів крейדיх порід на правому березі р. Сіверський Донець [6,8]. Водопровідність порід у річкових долинах є значно більшою у порівнянні з вододільними площами. З величин, записаних у вигляді значень опорів, можна визначити відомий критерій Боचेвера ( $B_c$ ):  $B_c = \frac{T_g \cdot x_0}{T_0 \cdot x_g}$ , що характеризує водонасиченість порід, яка має пряме відношення до формування твердого стоку і може бути розрахована за відомими формулами. У кожному конкретному випадку це дозволяє розробити ефективні заходи із запобігання руйнівного впливу суфозії на будівлі та споруди.

Найважливішим показником твердого стоку є його модуль, який розраховується на основі даних моніторингу [6]:

$$M_{тс} = \frac{Q_{тс}}{F}, \text{ де:}$$

$M_{тс}$  – модуль твердого стоку,  $m/рік \cdot км^2$ ;  $Q_{тс}$  – річний твердий сток,  $m$ ;  $F$  – площа водозбору,  $км$ . Слід зазначити, що модуль твердого стоку найпростіше розраховується для водоносних горизонтів, що розвантажуються у річкову мережу [4].

Показником фізичної (механічної) роботи підземних вод є просторово-часовий розподіл та динамка формування твердого стоку. Дослідження його дозволяє кількісно охарактеризувати інтенсивність такого важливого геологічного процесу, як механічна ерозія. Модуль твердого підземного стоку характеризується різними значеннями в залежності від кліматичних, геоморфологічних, структурно-тектонічних, літологічних, гідрогеологічних та деяких інших особливостей території досліджень.

За нашими спостереженнями, об'єми твердого підземного стоку різко зростають у періоди дощів (осінь) та розтавання снігу (весна). Одним з основних факторів формування твердого підземного стоку є також геоморфологічний. Спостерігається пряма залежність між різкістю форм рельєфу та інтенсивністю проявів цього процесу [13], а також з розвитком тектонічної тріщинуватості. Останнє є характерним для мергельно-крейдиної товщі нижньої крейди суттєво впливає на швидкість і силу гідро геодинамічних процесів в руслі р. Сіверський Донець. Різні за розмірами фрагменти карбонатних порід, які не встигають розчинитися, виносяться по тріщинах турбулентними потоками підземних вод (у тому числі і з осередків карстоутворення) у вигляді механічних часток різних розмірів. Таким чином, на фоні суфозії спостерігається і явище карстоутворення [14].

Суфозія спричиняє просідання вищезалюгаючої товщі порід. Це зазвичай призводить до утворення на поверхні замкнених низовин (мікрозападин, блюдць, воронки), які у породах нижньої крейди характеризується діаметрами від 0,5-1,0 м до 10,0-15,0 м і глибиною від 5,0-10,0 см до 50-100 см. Такі суфозійні (фільтраційні) форми нагадують карстові, але нічого спільного з карстом на мають.

Суфозійні явища великих масштабів і пов'язані з ними процеси формування поверхневих депресій великого діаметру (до 100 м) відомі в регіоні на терасах обох берегів Сіверського Донця [1]. Утворення таких геоморфологічних форм може бути пов'язане, зокрема, з інтенсивною інфільтрацією атмосферних опадів у зону вільного водообміну внаслідок недостатньої дренаваності площі водозбору [7]. Суфозійний винос речовини можна розглядати виключно як один з видів фільтраційного руйнування порід та заповнення пор, тріщин і порожнин у щільних теригенних товщах пісковиків (кальматація) [6]. Проте цей процес має значно ширше розповсюдження, проявляючись також і у пухких відкладах (піски, леси, суглинки та ін.), які у вигляді покривних товщ розвинуті практично на усій території розповсюдження порід верхньої крейди у ДДЗ.

Суфозія може відбуватися у глибині масиву гірських порід і без виносу їх часок на земну поверхню. Це так звана «підземна суфозія». Процес часто проходить за умов, коли пухкі відклади, що зазнають суфозійного впливу (піски, суглинки, леси), підстилаються закарстованими карбонатними породами. Це явище на території досліджень спостерігається на тих схилах р. Сіверський Донець, де пухкі кайнозойські відклади, що представлені пісками, супесями, суглинками та лесоподібними осадами залюгають на мергельно-крейдяній товщі верхньої крейди у якій відбуваються карстові процеси. Так, за нашими спостереженнями, великі карстово-суфозійні поховані воронки є як у районі Святогірського монастиря і с. Богородичне, що знаходиться у 800-1200 м вище за течією, так і на крейдяній горі Кремінець на південній околиці м. Ізюм. Тут четвертинні ґрунти, піски та суглинки у яких відбуваються процеси суфозії, також підстилаються закарстованими верхньокрейдювими мергельно-крейдяними відкладами.

Наповнення похованих карстових порожнин продуктами суфозії може бути дуже інтенсивним. Внаслідок взаємодії двох генетично різних геодинамічних процесів, формуються депресивні екзогенні геологічні структури, що заповнені підземними водами. Механізм цього явища полягає у зміні форми, структури і складу порід під дією

факторів геологічного вивітрювання з подальшим пристосуванням їх до нових термодинамічних умов, що склалися під впливом інфільтраційних та підземних вод. При цьому подрібнення гірських порід (а разом з ними і речовини будівельних конструкцій) аж до пилюватих часток, різко збільшує загальну поверхню дотику їх з водою, що у свою чергу може започаткувати процеси хімічного вивітрювання [14].

Таким чином, на певному етапі розвитку суфозії спостерігається перехід кількісних змін, пов'язаних з усе більшим подрібненням мінеральних часток карбонатних порід у якісні – суфозійних процесів у карстові, що цілком відповідає одному з основних законів природи про перехід кількісних змін у якісні. В процесі зазначених перетворень у мергельно-крейдяній товщі верхньої крейди утворюються специфічні геоморфологічні форми, які можна віднести до суфозійно-карстових [10]. Останні мають широке розповсюдження в карбонатних породах у районі Святогірського монастиря.

Інфільтрація атмосферних опадів у четвертинні ґрунти та тріщинувату зону мергельно-крейдяної товщі верхньої крейди призводить на території досліджень до різких змін у масиві карбонатних порід. Це є основним фактором їх геологічного вивітрювання і дезінтеграції у верхній її частині, забезпечуючи формування тріщинного горизонту підземних вод [9].

Суфозія може бути інтенсивною лише за умови структурної неоднорідності водоносних відкладів. Ця неоднорідність оцінюється відповідним коефіцієнтом ( $K_n$ ) [10]:

$$K_n = d_{60}/d_{10}, \text{ де}$$

$K_n$  – коефіцієнт неоднорідності порід;  
 $d_{60}$  – діаметр часток у породі (ґрунті), кількість яких складає ~60%;

$d_{10}$  – діаметр часток, сумарний вміст яких складає ~10%.

На території досліджень така неоднорідність обумовлюється наявністю як крейдяного елювія так і четвертинних піщано-глинистих ґрунтів, для яких  $K_n > 4$ .

Утворюючи зону вільного водообміну товщиною до 3,0-10,0 м, ґрунти і вивітрілі карбонатні породи сприяють розвитку тут інтенсивних суфозійних процесів. Водні потоки, що циркулюють з великими швидкостями (до 10,0-15,0 л/с) є їх головною енергетичною складовою, що призводять до появи різних за масштабами деформацій у самій «крейдяній брилі».

Суфозійні процеси у мергельно-крейдяній товщі – не лише причина її поверхневої денудації, а й основний фактор сучасного збільшення тріщинуватості і порожнинності порід. Результатом цього є збільшення в них водообміну, що

обумовлює активну взаємодію між інфільтраційними водами та гірськими породами. При цьому як швидкості циркуляції, так і хімічний склад вод значно змінюються через хімічні реакції у системі «інфільтраційні води – карбонатні породи».

В процесі польових досліджень нами проводився моніторинг з визначення динаміки розвит-

ку суфозії в мергельно-крейдяній товщі. Зокрема, у різні періоди року, (весною, літом, восени та зимою) з урахуванням даних про кількість атмосферних опадів та об'єм винесеної потоками інфільтраційних вод мінеральної речовини побудовано графік, що відображає сезонну динаміку залежності між інфільтраційним водообміном та інтенсивністю суфозійних процесів (рис. 1).

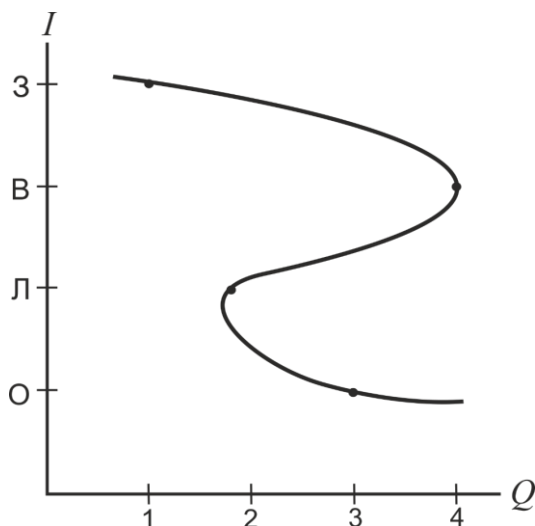


Рис. 1. Сезонна динаміка розвитку суфозійних процесів у верхньокрейдяних карбонатних породах «крейдяної брили»

Умовні позначення:

I – сезонне інфільтраційне живлення ґрунтів та зони вивітрювання порід верхньої крейди у різні пори року (З – зима, В – весна, Л – літо, О – осінь); Q – умовний об'єм сезонного твердого стоку.

Особливості рельєфу суттєво впливають на характер та спрямованість різних геодинамічних процесів, включно із суфозією. Геоморфологічні особливості визначають енергетику і швидкості фільтраційних водних потоків, що обумовлюють інтенсивність фізичного руйнування гірських порід у зоні вивітрювання [13].

Суфозійні процеси розвиваються на території «крейдяної брили» на фоні періодичної тектонічної активізації Петрівсько-Кремінського розлому [16]. Це пов'язано не лише з дезінтеграцією порід у масиві але й зі здійсненням Святогірської брахіантиклиналі у сучасний період. Висхідний тектонічний розвиток рельєфу асоціюється із опуклими схилами, які суттєво переважають і у рельєфі «крейдяної брили». Це обумовлюється збільшенням енергетичного потенціалу денудаційних процесів і, відповідно, збільшенням впливу інфільтраційних вод на карбонатні породи зони вивітрювання [15].

Про інтенсивні суфозійні процеси в межах Святогірського монастиря свідчать схили, що позбавлені рослинності та ґрунтового покриву, свіжі донні врізи поверхневих потоків та пов'язані з ними невеликі конуси винесення у

місцях виположення біля руслової частини р. Сіверський Донець.

Розвитку процесів суфозії карбонатних порід мергельно-крейдяної товщі сприяє тонкий (до 0,3-0,5 м) шар четвертинних ґрунтів та піщано-глинистих відкладів на верхній (субгоризонтальній) частині брили. Тому суфозійна діяльність поверхневих, а у зоні вивітрювання – і підземних вод прослідковується повсюдно [18].

Серед форм рельєфу, що утворилися завдяки суфозії, на території досліджень виділяються дві основні: яри та вимоїни (воронки). Зовнішній їх вигляд та присутність або повна відсутність рослинності на схилах свідчать про те, що ці суфозійні утворення, що характеризуються різним ступенем активності, знаходяться на різних стадіях розвитку. Якщо яри є сучасними геодинамічними формами, то вимоїни – переважно значно старішими утвореннями [12].

Формування суфозійних форм рельєфу відбувається як поверхневими, так і підземними потоками води. Дослідження, проведені під час дощових злив та весняних повенів на денній поверхні «крейдяної брили» дозволило нам встановити, що потоки води, руйнуючи та розмиваючи карбонатні породи, виносять з них не лише су-

спензійні пилуваті глинисті частки діаметром менше 0,005 мм та крейдянну дресву розмірами від 1,0 до 10,0 мм, а й дрібну (до 25,0 мм), середню (до 50,0 мм) і крупну (до 100,0 мм) крейдянну щєбінку. Інколи з такими потоками переміщуються вниз по схилу і набагато більші за розмірами уламки породи. Усі ці продукти руйнування активно накопичуються у різних тріщинах і поглибленнях, більша частина з яких є древніми суфозійними формами.

Інтенсивний розвиток підземної ерозії (суфозії) забезпечується в основному, екзогенними, і меншою мірою – літогенними тріщинами. Тектонічна тріщинуватість «крейдяної брили» за нашими спостереженнями майже не впливає на суфозійні явища. Як відкриті, так і заповнені уламковим матеріалом тріщини є головними каналами фільтрації підземних вод. Про сучасну активність процесу підземної ерозії свідчать суфозійні канали, які виявлено при обстеженні порід верхньокрейдової карбонатної товщі. На це вказують і сліди затікання насиченого гумусом матеріалу ґрунтів у тріщини, що можна спостерігати у багатьох субвертикальних суфозійних каналах крутого мергельно-крейдяного відслонення [18].

Геоморфологічним проявом сучасної суфозії у верхньокрейдовій карбонатній товщі є морфологічно молоді чашеподібні форми, у днищах яких інколи виявляються і водовідвідні канали.

Ерозійна енергія рельєфу залежить від глибини базису ерозії (яка сягає на території досліджень 100-120 м) та форми схилу. Крутіший схил забезпечує не лише інтенсивніший підземний стік, а й зростання його енергетичної сили [6].

Південні та північні схили відрізняються за інтенсивністю суфозійних процесів – на південних вони бувають значно інтенсивнішими [19]. Тому північна експозиція як відслонення крейдяної брили, так будівель і споруд Святогірського монастиря сприяють зменшенню енергетики руйнівних суфозійних процесів.

## Висновки.

1. Підземні води – активний чинник геодинамічних процесів, одним із наслідків яких є суфозія карбонатних порід, яка є проявом фізичної діяльності підземних інфільтраційних вод. Вона проявляється у механічному руйнуванні гірських порід з формуванням поверхневого і підземного «твердого стоку». Останній утворюється внаслідок перенесення підземними водами мінеральних часток у зоні вільного водообміну. Найважливішим показником «твердого стоку», а отже й інтенсивності суфозії, є його модуль, що залежить від параметрів кінематичних та геологічних особливостей суфозійних процесів. Суфозія може відбуватися як у приповерхневій зоні вивітрювання, так і у глибині масиву гірських порід без виносу механічних продуктів їх руйнування на денну поверхню («підземна суфозія»).

2. Встановлено, що інтенсивність процесів суфозії прямо залежить від об'єму інфільтраційних вод у різні сезони року та геоморфологічних особливостей території. Найбільшого розвитку вони досягають весною та восени – за найактивнішого інфільтраційного живлення ґрунтів і вивітрелих порід і у місцинах з різкими формами рельєфу. Новітня та сучасна тектонічна активізація Петрівсько-Кремінського розлому обумовлює висхідний розвиток рельєфу південного крила Святогірської брахіантикліналі, результатом якого є зростання енергетичного потенціалу денудаційних процесів і, відповідно, інтенсифікації суфозії.

3. Протягом всього розвитку суфозійних процесів спостерігається подрібнення карбонатних порід на все менші й менші мінеральні частки (аж до суспензій), що, за певних фізико-хімічних умов, обумовлює перехід кількісних змін в системі «карбонатні породи–підземні води» в якісні – фізичних (суфозійних) процесів у хімічні (карстові), що цілком відповідає одному з основних законів природи про перехід кількісних змін у якісні.

## Література

1. Веригин, Н. Н. Диффузия и массообмен при фильтрации жидкостей в пористых средах / Н. Н. Веригин, Б. С. Шерзжук. – В кн. : Развитие исследований по теории фильтрации в СССР (1917-1967). – М. : Наука, 1969. – 237–313 с.
2. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Методы изучения водообмена / В. М. Шестопалов, А. Б. Ситников, В. И. Лялько и др. Отв. ред. В. М. Шестопалов. – Изд. ИГН АН УССР. – Киев : Наук. думка, 1988. – 272 с.
3. Гірничий енциклопедичний словник. Т. 2 / За редакцією В. С. Білецького. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2002. – 632 с.
4. Демчишин, М. Г. Інженерно-геологічні умови в долинах рівнинних рік / М. Г. Демчишин, О. М. Анацький // У зб. «Будівельні конструкції». – К. : НДІБК. – 2008. – Кн. 1, вип. 71. – С. 156-164.
5. Ломтадзе, В. Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология / В. Д. Ломтадзе. – Л. : Недра, 1978. – 496 с.
6. Лопатин, Г. В. Эрозия и сток наносов / Г. В. Лопатин // Природа. – 1950. – №7. – С. 19-28.

7. Луговой, В. П. Особенности развития суффозионных явлений на территории с интенсивной техногенной нагрузкой / В. П. Луговой, Ю. С. Остапенко, С. М. Жулин, В. В. Сухов // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія–Географія–Екологія». – 1999. – № 455. – С. 65-72.
8. Луцкич, А. В. Формирование режима подземных вод в районах развития активных геодинамических процессов / А. В. Луцкич, Г. В. Лисиченко, Е. О. Яковлев. – К. : Наукова думка, 1988. – 164 с.
9. Методические рекомендации по применению гидрогеохимического метода поисков скрытого оруденения в Донбассе и Днепроовско-Донецкой впадине / В. Г. Суярко. – Симферополь : Изд-во ИМП МГ УССР, 1985. – 92 с.
10. Основы гидрогеологии. Геологическая деятельность и история воды в земных недрах / Е. В. Пиннекер, Б. И. Писарский, С. Л. Шварцев и др. – Новосибирск : Наука, 1982. – 239 с.
11. Соколов, А. Д. Закономірності тріщинуватості крейдяних порід долини р. Сіверського Донця / А. Д. Соколов //Доповіді АН УССР, №7. – К. – 1963. – С. 937-940.
12. Сухов, В. В. Инженерно-геологические изыскания в связи с охраной архитектурных памятников в особо сложных природно-техногенных условиях Украины / В. В. Сухов, В. Г. Суярко // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія – Географія – Екологія». – 2009. – № 882. – С. 58-64.
13. Сухов, В. В. Инженерно-геологические и гидрогеологические факторы влияния на стабильность историко-архитектурных памятников / В. В. Сухов // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія – Географія – Екологія». – 2012. – № 997. – С. 73-76.
14. Сухов, В. В. Про особливості суфозії карбонатних порід / В. В. Сухов, В. Г. Суярко, О. В. Чуєнко // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». – 2016. – Вип. 45. – С. 74-79.
15. Сухов, В. В. Про зв'язок сучасних геодинамічних процесів у карбонатних породах з тектонічною активізацією Петрівсько-Кремінського розлому / В. В. Сухов, В. Г. Суярко, О. В. Чуєнко // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». – 2017. – Вип. 46. – С. 56-61.
16. Суярко, В. Г. О современной активизации древних гидротермальных систем / В. Г. Суярко, О. А. Шевченко // Горный журнал ДНТУ. – Донецк – 1996. – № 2(4). – С. 95-97.
17. Суярко, В. Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепроовско-Донецкого авлакогена / В. Г. Суярко. – Харьков : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2006. – 225 с.
18. Суярко, В. Г. Концептуальна синергетична геолого-гідрогеологічна модель розвитку суфозії та карсту у карбонатних породах на території Святогірського монастиря / В. Г. Суярко, В. В. Сухов // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». – 2015. – № 1157. – С. 63-68.
19. Fournier, F. Climatetel erosion / F. Fournier. – Press Universitaires de France. – Paris, 1960. – 120 p.
20. Moffat, R. Hydromechanical model for internal erosion and its relationship with the stress transmitted by the finer soil fraction / Ricardo Moffat, Paulo Herrera // Acta Geotechnica, 2015. – Springer Heidelberg, Germany. – Vol. 10, 5. – P. 643-650. DOI: 10.1007/s11440-014-0326-z
21. Slangen, P. The role of particle type on suffusion and suffusion / P. Slangen, R. J. Fannin // Geotechnique Letters, 2017. – Ice Publishing: England –Vol. 7, 1. DOI: 10.1680/jgele.16.00099
22. Slangen, P. A Flexible Wall Permeameter for Investigating Suffusion and Suffosion / P. Slangen, R. J. Fannin // Geotechnical Testing Journal, 2017. – Amer Soc Testing Materials, USA. – Vol. 40, 1. – P. 1-14. DOI: 10.1520/GTJ20150287
23. Ouyang, M. Optical quantification of suffusion in plane strain physical models / M. Ouyang, A. Takahashi // Geotechnique Letters, 2017. – Ice Publishing: England –Vol. 5, 3. – P. 118-122. DOI: 10.1680/geolett.15.00038

# ГЕОГРАФІЯ

УДК 911.3

*Д. В. Венгрин, студентка,  
К. Ю. Сегіда, к. геогр. н., доцент,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

## ТИПІЗАЦІЯ РЕГІОНАЛЬНИХ УРБАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ

*Поширення урбанізаційних процесів в світі та в Україні обумовлює актуальність відповідних досліджень. Просторова впорядкованість і організація урбанізаційних форм змінюються в часі, обумовлюють особливості регіональних умов життя, його рівня та якості. При загальній тенденції збільшення рівня урбанізації в Україні та його значення, існує суттєва диференціація в розрізі областей. Метою даної статті є виконання типізації регіональних урбанізаційних процесів в Україні на основі встановлених їх часових та структурних особливостей. Виконано групування областей України за динамікою рівня урбанізації та чисельності міського населення (виокремлено шість груп областей), за показником реальної урбанізації та його динамікою (виокремлено сім груп областей), за показниками реальної урбанізації та рівня урбанізації (виокремлено шість груп областей), за особливостями міського розселення та його відповідності правилу «ранг – розмір» (виокремлено три групи і п'ять підгруп). Визначено структурні (особливості обласних систем розселення за правилом Цифа-Медведкова, рівень реальної урбанізації) та часові особливості (динаміка рівня урбанізації та реальної урбанізації, чисельності міського населення), що дало змогу виконати типізацію регіональних урбанізаційних процесів в Україні та виділити сім їх типів.*

**Ключові слова:** урбанізація, урбанізаційні процеси, регіональні урбанізаційні процеси, реальна урбанізація, рівень урбанізації, система розселення, правило Цифа-Медведкова, типізація, населення, Україна.

**Д. В. Венгрин, Е. Ю. Сегіда. ТИПИЗАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ УРБАНИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В УКРАИНЕ.** Интенсификация урбанизационных процессов в мире и в Украине обуславливает актуальность соответствующих исследований. Пространственная упорядоченность и организация урбанизационных форм меняются во времени, обуславливают особенности региональных условий жизни, его уровня и качества. При общей тенденции увеличения уровня урбанизации в Украине, существует его существенная дифференциация в разрезе областей. Целью данной статьи является выполнение типизации региональных урбанизационных процессов в Украине на основе установленных временных и структурных особенностей. Выполнено группирование областей Украины по динамике уровня урбанизации и численности городского населения (выделено шесть групп областей), по показателю реальной урбанизации и его динамики (выделено семь групп областей), по показателям реальной урбанизации и уровня урбанизации (выделено шесть групп областей), по особенностям городского расселения и соответствия правилу «ранг-размер» (выделено три группы и пять подгрупп). Определены структурные (особенности обласных систем расселения по правилу Цифа-Медведкова, уровень реальной урбанизации) и временные особенности (динамика уровня урбанизации и реальной урбанизации, численности городского населения), что позволило выполнить типизацию региональных урбанизационных процессов в Украине и выделить семь их типов.

**Ключевые слова:** урбанизация, урбанизационные процессы, региональные урбанизационные процессы, реальная урбанизация, уровень урбанизации, система расселения, правило Цифа-Медведкова, типизация, население, Украина.

**Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень.** У сучасному динамічному світі поширюються тенденції до збільшення чисельності населення міст та зростання рівня урбанізації. Урбанізація – багатоаспектний суспільно-просторовий процес підвищення ролі міст в житті суспільства, концентрації населення у міських поселеннях, поширення міського способу життя. Як і будь-який інший суспільно-просторовий процес, він характеризується стадійністю та циклічністю розвитку; просторова впорядкованість і організація урбанізаційних форм змінюються в часі, отже, потребують відповідних досліджень, чим і пояснюється цікавість науковців до урбаністичної тематики в Україні [4, 7, 8, 10, 14, 15] та світі. Детальний аналіз урбаністичних досліджень в Україні [6] свідчить про повноту, значні наукові й практичні результати українських учених-географів. Україна є високоурбанізованою країною, проте спостерігаються значні внутрішньорегіональні відмінності урбаністичних про-

цесів, які потребують досліджень та мають бути враховані при розробці заходів регіональної політики. У попередніх дослідженнях нами було розглянуто особливості ієрархічної структури міст в системі розселення областей України, різні аспекти урбанізації в Україні та окремих областях. **Метою** даної статті є виконання типізації регіональних урбанізаційних процесів в Україні на основі встановлених їх часових та структурних особливостей. Через брак даних ми не розглядаємо АР Крим, Донецьку та Луганську області.

**Виклад основного матеріалу.** Рівень урбанізації визначається часткою міського населення певної території. Найвищий рівень урбанізації у східних індустріальних областях як Дніпропетровська, Харківська, Запорізька, нижче середнього показника – у західних областях України (рис. 1). Міський спосіб життя стає більш привабливим порівняно із сільським, що стимулює міграції до міст із сільської місцевості, як наслідок,

відбувається швидке зростання міст, чисельності та частки міського населення (міське населення зростає швидше, ніж сільське, проте сільське населення також продовжує зростати) яскравим прикладом є Закарпатська область. Черкаській, Вінницькій, Житомирській, Хмельницькій, Волинській областям характерне «насичення» міст (передусім внаслідок приросту за рахунок мігрантів із сільської місцевості), що зумовлює формування навколо найбільших з них приміських зон, появу міських агломерацій. При цьому голо-

вні міста зростають швидше, ніж передмістя, а сільське населення в результаті значного міграційного відтоку починає скорочуватись. Для Київської, Полтавської, Чернігівської, Кіровоградської, Львівської, Херсонської, Миколаївської, Одеської областей характерний розвиток процесів субурбанізації (більш швидкий порівняно з головними містами розвиток приміської зони, що стає міграційно привабливою для міських жителів); скорочення чисельності сільського населення.

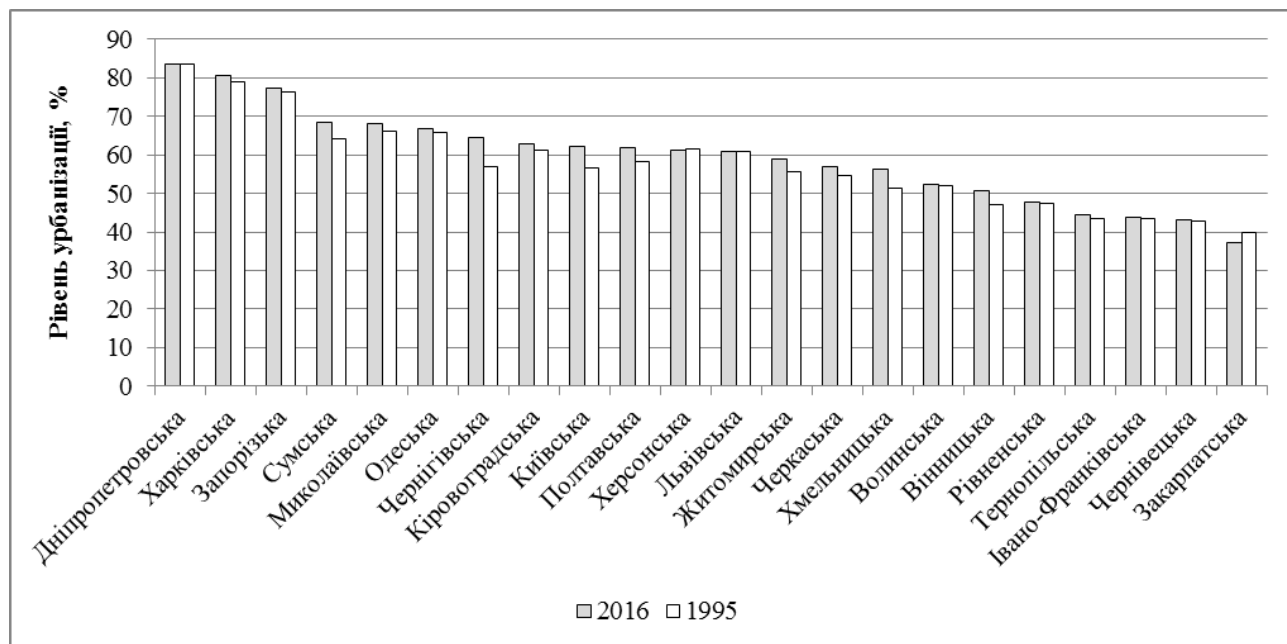


Рис. 1. Розподіл регіонів України за рівнем урбанізації на 2016 рік та порівняння із 1995 роком (побудовано за даними [9])

На тлі загальної тенденції збільшення рівня урбанізації, є регіони, де цей показник зменшуються. До того ж, характерною рисою урбанізації в Україні є збільшення рівня при зменшенні чисельності населення, в тому числі й міського [2,

3, 13]. Дослідивши співвідношення кількості міського населення до загальної чисельності населення та їх узагальнену динаміку за 20 років у областях України можна виділити наступні групи розвитку урбанізації (таблиця 1).

Таблиця 1

Групування областей України за динамікою рівня урбанізації та чисельності міського населення (побудовано за даними [9])

Рівень урбанізації \ Міське населення	Збільшується	Стабільний	Зменшується
<b>Збільшується</b>	Київська, Волинська, Івано-Франківська області		
<b>Стабільне</b>	Херсонська, Львівська, Черкаська, Тернопільська, Хмельницька, Вінницька, Харківська області	Закарпатська область	
<b>Зменшується</b>	Житомирська, Миколаївська, Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська, Чернігівська, Сумська, Полтавська області		Рівненська, Одеська області



Зменшення та чисельності міського населення та його частки (рівня урбанізації) відзначається у Рівненській та Одеській областях; майже без змін залишається чисельність населення та його частка у Закарпатській області. В інших областях спостерігається збільшення рівня урбанізації, а лише у Київській, Волинській, Івано-Франківській областях цей процес супроводжується і зростанням чисельності міського населення. У Житомирській, Миколаївській, Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській, Полтавській, Чернігівській та Сумській областях чисельність міського населення скорочується.

Урбанізація – це динамічний процес, який характеризується, насамперед, високими темпами зростання кількості і частки міського населення. Інша справа – урбанізованість. Цим поняттям описується досягнений на сьогоднішній день рівень урбаністичного розвитку, який може бути оцінений за великим переліком показників, що охоплюють як міське, так і сільське населення, поселенську мережу. Г. Гольц ввів поняття

реальної урбанізації, яку він рекомендував обчислювати як середню геометричну наступних показників (1):

$$I_{\text{реал.урб.}} = \sqrt[4]{X_1 * X_2 * X_3 * X_4} \quad (1),$$

де  $x_1$  – частка міського населення в населенні регіону;

$x_2$  – частка міських поселень у загальній кількості поселень;

$x_3$  – частка міст з населенням більше 100 тис. у міському населенні;

$x_4$  – частка міст у загальній кількості міських поселень.

Реальну та офіційну урбанізацію необхідно розглядати разом, для того щоб побачити відмінність між цими показниками (рис. 2). Найвищий рівень реальної урбанізації, як і рівня урбанізації, у Дніпропетровській області, найнижчий – у Харківській, яка за рівнем урбанізації є одним із лідерів.

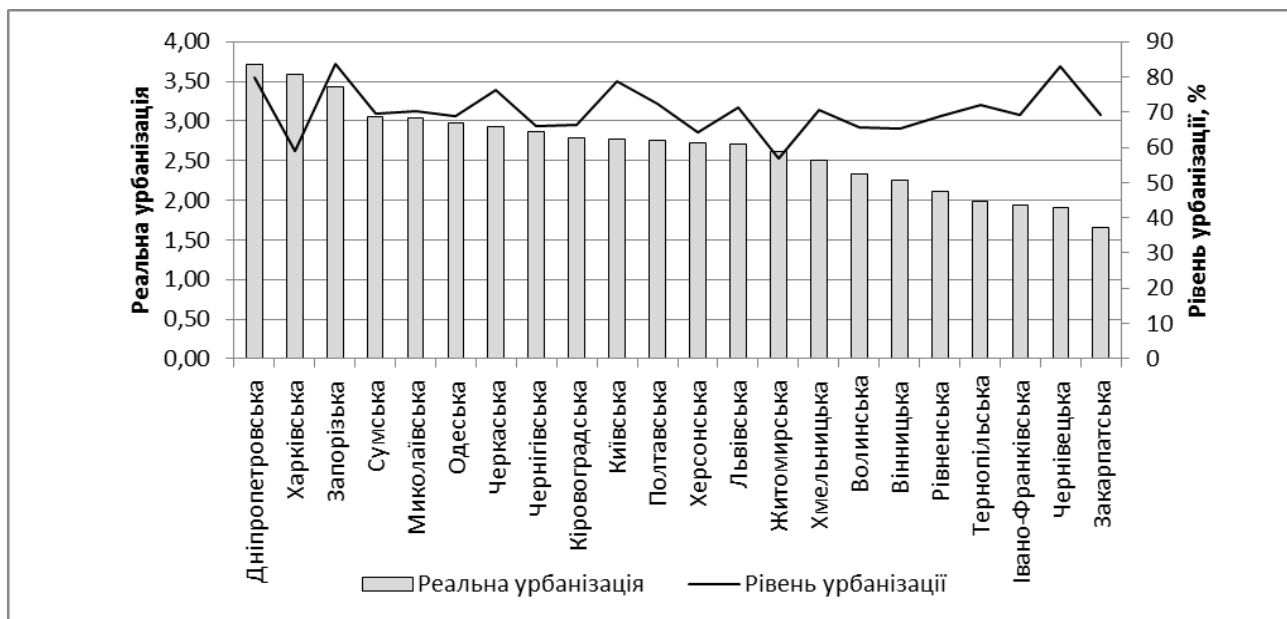


Рис. 2. Розподіл областей України за рівнем реальної урбанізації на 2016 рік (обчислено і побудовано за даними [9])

Найвищий показник реальної урбанізації із тенденцією до збільшення у Чернівецькій та Запорізькій областях, у Дніпропетровській області високий показник характеризується тенденцією до зменшення (таблиця 2). Найнижчі показники із тенденцією за зменшення у Харківській та Житомирській областях, що свідчить про загострення внутрішньорегіональних диспропорцій соціально-економічного розвитку.

У Дніпропетровській та Запорізькій областях високі показники як реальної урбанізації, так і її рівня (таблиця 3), у Чернівецькій області низький рівень урбанізації при високому показнику

реальної урбанізації, що пояснюється поселенською структурою. Як бачимо, чим більше міських поселень на території (чим густішим є їх розташування), тим меншою є відстань між ними, відповідно, вища доступність до соціальних послуг тощо. Переважання в системі розселення одного міста, де сконцентрована основна частина міського населення, є негативним чинником розвитку системи в цілому, тому що єдине велике місто з домінуючою роллю є причиною консервації «центр – периферійної» моделі просторового розвитку регіону.

Таблиця 2

Групування областей України за показником реальної урбанізації та його динамікою (побудовано за даними [9])

Тенденція зміни реал. урб. / Індекс реал. урбанізації	Збільшується	Стабільна	Зменшується
більше 3,5	Чернівецька, Запорізька		Дніпропетровська
3 – 3,5	Рівненська, Івано-Франківська, Закарпатська, Хмельницька, Львівська, Тернопільська, Полтавська, Черкаська, Київська	Одеська, Миколаївська, Сумська	
менше 3	Кіровоградська, Волинська, Вінницька, Херсонська	Чернігівська	Харківська, Житомирська

Таблиця 3

Групування областей України за показниками реальної урбанізації та рівня урбанізації (побудовано авторами)

Рівень урбанізації / Реал. урбанізація	Більше 70%	69-50%	Менше 49%
Більше 3,5	Дніпропетровська, Запорізька області		Чернівецька область
3-3,5		Львівська, Черкаська, Хмельницька, Миколаївська, Київська, Сумська, Полтавська, Одеська, Черкаська області	Тернопільська, Рівненська, Івано-Франківська, Закарпатська області
Менше 3	Харківська область	Чернігівська, Житомирська, Кіровоградська, Волинська, Херсонська, Вінницька області	

На нашу думку, доцільно проаналізувати систему міського населення та ієрархічну структуру міст, зокрема за правилом Зіпфа-Медведкова. Згідно гіпотези, для певних систем міст, які входять в єдину систему розселення (в даному дос-

лідженні – регіону), існує специфічна залежність між чисельністю населення міста та його порядковим номером (рангом) за ступенем зменшення чисельності населення в містах у виді рівняння.

$$N_j = N_1 * j^{(-a)} \quad (2)$$

де  $N_j$  – людність  $j$ -го міста,  
 $N_1$  – людність 1-го за чисельністю населення міста системи;  
 $j^{(-a)}$  – коефіцієнт контрастності, притаманний для певної системи міст.

$$N_j = K * N_1 * j^{(-a)} \quad (3)$$

де  $N_j$  – людність  $j$ -го міста,  
 $N_1$  – людність 1-го за чисельністю населення міста системи;  
 $j$  – номер міста за ступенем зменшення людності;  
 $a$  – коефіцієнт міри контрастності в розмірах міста;  
 $K$  – «коефіцієнт першості» головного міста, якій дорівнює відношенню  $C/N_1$ , де  $C$  – людність головного міста (найважливішого ринкового центру країни або регіону), яка б теоретично повинна була бути при дотриманні тенденції розподілу людності міст згідно гіпотези Зіпфа

Ми дослідили міське розселення областей України за правилом «ранг-розмір» (таблиця 3). У відповідність до розділу сукупності міст області в порівнянні із «ідеальною» кривою Ципфа, області України можна умовно поділити на три

основні групи, система міського розселення яких є близькою до «ідеального» розподілу Ципфа, двоцентричною, моноцентричною [1, 11, 12].

Встановивши регіональні особливості урбанізаційних процесів в Україні ми виділили 7 ти-

пів за показниками офіційної та реальної урбанізації, а також системою міського розселення в регіонах (рис. 3).

Таблиця 3

Групування областей України за особливостями міського розселення та його відповідності правилу «ранг – розмір» [11]

Система міського розселення близька до ідеального розподілу Зіпфа	Система міського розселення є двоцентричною	Система міського розселення є моноцентричною		
		із наближенням до «ідеальної»: головне місто переважає над другим у 3-5 разів	моноцентрична: головне місто переважає над другим у 5-9 разів	різко моноцентрична: головне місто переважає над другим більш ніж у 10 разів
Дніпропетровська, Кіровоградська, Хмельницька області	Полтавська, Закарпатська області	Сумська, Чернігівська, Житомирська, Івано-Франківська, Волинська області	Тернопільська, Запорізька, Рівненська, Херсонська, Вінницька, Миколаївська області	Львівська, Одеська, Київська, Харківська, Чернівецька області



Рис. 3. Типізація регіональних урбанізаційних процесів в Україні, 2017 р. (складено за результатами дослідження)

Першому типу характерний високий рівень офіційної та реальної урбанізації. У ньому виділяємо два підтипи: I-а – система розселення близька до ідеального розподілу (Дніпропетровська

область), I-б – моноцентрична система розселення (Запорізька область). Харківська область належить до другого типу, район є високо урбанізованим із низьким рівнем реальної урбанізації.

Притаманна різко моноцентрична система розселення. До третього типу належить одна Київська область, для якої характерний середній рівень офіційної урбанізації та високий рівень реальної урбанізації. Система міського розселення різко моноцентрична.

Найчисленнішим є четвертий тип середньо-урбанізований з середнім рівнем реальної урбанізації. Він поділяється на чотири підтипи. До підтипу IV-а належить Хмельницька область з системою розселення близькою до ідеального розподілу. Полтавська область належить до підгрупи IV-б з двоцентричною системою розселення. Черкаська, Миколаївська, Сумська області характеризуються моноцентричною системою розселення і відносяться до підтипу IV-в. Львівська та Одеська область формують підтип IV-г з різко моноцентричною системою розселення.

П'ятий тип середньо урбанізований з низьким рівнем реальної урбанізації. У ньому виділяємо два підтипи: V-а – система розселення близька до ідеального розподілу (Кіровоградська область), V-б – моноцентрична система розселення (Волинська, Житомирська, Вінницька, Чернігівська області).

Низькоурбанізований із високим рівнем реальної урбанізації шостий тип. Йому характерна різко моноцентрична система розселення. Чернівецька область є саме такою.

Останній сьомий тип низько урбанізований з середнім рівнем реальної урбанізації, поділяється на два підтипи. Закарпатська область має двоцентричну систему міського розселення, VII-а. Івано-Франківська, Тернопільська та Рівненська області мають моноцентричну систему розселення і належать по підгрупі VII-б.

**Висновки.** Зростання та розвиток міських поселень, питомої ваги міського населення, поширення міського способу життя характерні риси сучасних урбанізаційних процесів. Для виконання типізації регіональних урбанізаційних процесів в Україні було досліджено чисельність та частку міського населення в областях України, розглянуто мережу міських поселень; визначено часові особливості зміни цих показників за 20 років. В результаті виділено сім типів та тринадцять підтипів регіональних урбанізаційних процесів в Україні. Отримані результати можуть бути використані при розробці заходів регіональної політики, спрямованої на зменшення територіальних диспропорцій у рівні та якості життя населення, особливо в умовах реформи адміністративно-територіального устрою нашої держави. Важливим є пошук причин та чинників регіональних урбанізаційних процесів, аналіз моделей просторового розвитку регіонів; вивчення особливостей урбанізаційних процесів у європейських країнах, порівняння із українськими реаліями, що буде висвітлено в подальших дослідженнях.

#### Література

1. Венгрин, Д. В. Применение правила "ранг-размер" для исследования расселения Украины и Белоруссии / Д. В. Венгрин // Демографические риски XXI века : (к Международному дню народонаселения) (г. Минск, 13 мая 2016 г.). – Минск : Белсэкс, 2016. – С. 28-30.
2. Венгрин, Д. В. Суспільно-географічні особливості урбанізації в регіонах України / Д. В. Венгрин // Матеріали XXIX Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації» : Зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький, 2017. – Вип. 29. – С. 19-22.
3. Венгрин, Д. В. Урбанізаційні процеси в Україні / Д. В. Венгрин // Регіон – 2017 : суспільно-географічні аспекти : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 20-21 квітня 2017 р.). – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – С. 162-165.
4. Дмитрук, О. Ю. Урбанізація та екологічний туризм: теорія і практика конструктивно-географічного дослідження: посібник / О. Ю. Дмитрук. – К. : ВПЦ «Київський», 2002. – 76 с.
5. Мазур, Т. Еволюція змісту термінів «метрополізація», «метрополія», «метрополізований ареал», «метрополізований простір» в контексті урбанізаційних процесів XX – початку XXI століть / Т. Мазур, С. Король // Вісник Нац. Ун-ту «Львівська політехніка». Серія «Проблеми української термінології» – 2010. – №675. – С. 28–33.
6. Мезенцев, К. Розвиток урбаністичних досліджень в Україні: внесок вітчизняних вчених / К. Мезенцев, Я. Олійник, М. Пістун / За ред. К. Мезенцева, Я. Олійника, Н. Мезенцевої ; Урбаністична Україна: в епіцентрі просторових змін : колективна монографія. – К. : Видавництво «Фенікс», 2017. – С. 7-44.
7. Мезенцев, К. Тестування моделі диференціальної урбанізації в країні / К. Мезенцев, О. Гаврилук // Збірник наукових праць. – Київ, 2015. – Вип. 73. – С. 15-26.
8. Мезенцев, К. В. Регіональний розвиток в Україні: суспільно- просторова нерівність і поляризація: монографія / К. В. Мезенцев, Г. П. Підгрушній, Н. І. Мезенцева. – К. : ДП «Прінт Сервіс», 2014. – 132 с.
9. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>
10. Підгрушній, Г. П. Формування системи полюсів зростання в Україні як передумова її переходу до моделі поліцентричного просторового розвитку / Г. П. Підгрушній // Український географічний журнал. – 2017. – № 1. – С. 48-54.

11. Сегіда, К. Ю. Групування областей України за правилом «ранг-розмір» / К. Ю. Сегіда, Д. В. Венгрин // *Актуальні проблеми країнознавчої науки: матеріали III Міжнар. наук. практ. Інтернет-конференції (м. Луцьк, 15-16 грудня 2015 р.)*. – 2015. – С. 116-121.
12. Сегіда, К. Ю. Дослідження міського розселення за правилом "ранг- розмір" (на прикладі Кіровоградської, Закарпатської та Одеської областей) / К. Ю. Сегіда, Д. В. Венгрин // *Регіон – 2016: суспільно-географічні аспекти: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 14-15 квітня 2016 р.)*. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2016. – С. 93-96.
13. Сегіда, К. Ю. Особливості процесів урбанізації в Харківській області / К. Ю. Сегіда, Д. В. Венгрин // *Регіон – 2017: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 19-20 вересня 2017 р.)*. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2017. – С. 143-145.
14. Урбаністична Україна: в епіцентрі просторових змін : колективна монографія / За ред. К. Мезенцева, Я. Олійника, Н. Мезенцевої. – К. : Видавництво «Фенікс», 2017. – 438 с.
15. Шабашова, Л. Ю. Зміни в ієрархичній структурі великих міст України / Л. Ю. Шабашова // *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 4: Географія і сучасність: збірник наукових трудов; М-во освіти і науки України; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова*. – Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова. – 2014. – Вип. 20(32). – С. 106-111.

УДК 911.52

**В. П. Воровка**, к. геогр. н., доцент,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

### ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯМ У ПРИБЕРЕЖНІЙ СМУЗІ АЗОВСЬКОГО МОРЯ

У статті зроблений огляд існуючої системи природокористування в українській частині Приазов'я та реалізованих проєктів в рамках її оптимізації, окреслені напрями оптимізації природокористування у прибережній смузі Азовського моря. Проаналізований вплив природних та антропогенних чинників, який необхідно враховувати при оптимізації системи управління прибережною смугою Азовського моря. Природні чинники (річковий стік, гравітаційні процеси, особливості циркуляції атмосфери та вітрового режиму, мікрокліматичні особливості, чередування ділянок з абразійними та акумулятивними типами берегів, швидкість берегової абразії, гідрологічні та гідрохімічні особливості прибережних вод моря та ін.) разом з антропогенними (рекреація, рибальство, судноплавство, вітрова електроенергетика, забруднення атмосфери, води і ґрунту промисловими і побутовими відходами та викидами) формують складну систему взаємодій, ігнорування яких не дасть бажаного результату в управлінні.

Систему управлінських заходів запропоновано формувати в ландшафтних межах Приазовської парадинамічної ландшафтної системи (ПДЛС), яка об'єднує взаємодіючі на основі контрастності акваторіальну (смуга моря до ізобати 10 м) і територіальну (смуга суші, обмежена лінією водозбору) складові з центром їх взаємодії у прибойній смузі. Сформульований перелік заходів, спрямованих на оптимізацію природокористування і підтримання належного стану середовища в межах Приазовської ПДЛС.

**Ключові слова:** прибережна смуга моря, прибойна смуга, парадинамічна ландшафтна система, оптимізація природокористування, управління природокористуванням, контрастні середовища, взаємодія.

**В. П. Воровка. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЕ АЗОВСКОГО МОРЯ.** В статье осуществлен обзор существующей системы природопользования в пределах украинской части Приазовья и реализованных проєктов в рамках ее оптимизации. Обозначены главные направления оптимизации природопользования в прибрежной полосе Азовского моря. Определены природные и антропогенные факторы, которые не обходимо учитывать при оптимизации системы управления природопользованием в прибрежной полосе Азовского моря. Естественные факторы (речной сток, гравитационные процессы, особенности атмосферной циркуляции и ветрового режима, микроклиматические особенности, чередование разных типов берегов, скорость береговой абразии, гидрологические и гидрохимические свойства воды и пр.) совместно с антропогенными (рекреация, рыболовство, ветровая энергетика, морской транспорт, загрязнение атмосферы, воды и почв промышленными и бытовыми отходами и выбросами) формируют сложную систему взаимодействий, игнорирование которых не даст желаемого результата в управлении.

Систему управленческих мероприятий предлагается формировать в ландшафтных границах Приазовской парадинамической ландшафтної системи (ПДЛС), целостность которой представлена взаимодействующими на основе контрастности акваториальной (полоса моря от линии берега до изобаты 10 м) и территориальной (полоса суши, ограниченная линиями берега и водосбора) составляющими с центром их взаимодействия в прибойной полосе. Сформулирован перечень управленческих мероприятий, направленных на оптимизацию природопользования и поддержания необходимого состояния среды в пределах Приазовской ПДЛС.

**Ключевые слова:** прибережна полоса моря, прибойная полоса, парадинамическая ландшафтная система, оптимизация природопользования, управление природопользованием, контрастность сред, взаимодействие.

**Постановка проблеми.** Світовою спільнотою визнана доцільність і необхідність комплексного управління прибережними морськими смугами для сталого розвитку. Його керівні принципи, основні підходи та алгоритми науково обґрунтовані, сформульовані і викладені у резолюціях

багатьох світових форумів з проблем стану доквілля, зокрема на конференції з навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992). У 1999 році Радою Європи прийнятий модельний Закон про стійке управління прибережними зонами. Комплексний характер управління поясню-

ється усебічним врахуванням природних умов та максимального числа видів господарської діяльності у прибережній смузі моря, а запропонована система управління може ґрунтуватися як на «жорсткій» чи «м'якій» конструкції, так і на їх комплексному застосуванні.

Незважаючи на світове визнання, система управління у прибережній смузі Азовського моря до цих пір не відповідає сучасним підходам та вимогам і більшою мірою залишається нереалізованою. Це підтверджується відсутністю чіткого планування розвитку прибережних територій, неузгодженістю дій між управлінськими органами та органами місцевої влади. Та й на рівні держави управління прибережною смугою Азовського моря, як показав аналіз, є другорядним після чорноморського узбережжя.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Переважна більшість досліджень та відповідних їм публікацій, присвячених управлінню прибережними смугами моря, здійснено закордонними вченими у період з кінця 70-х рр. ХХ ст. по кінець другого тисячоліття. Значних успіхів в управлінні прибережними смугами моря досягли такі країни як Нідерланди, Бельгія, США, Франція, Німеччина, Норвегія, Швеція та ін. Відповідно, численні публікації присвячені управлінню прибережними зонами в США, європейських країн, східного узбережжя Африки, Пакистану, азійської частини тихоокеанського узбережжя. Практичне втілення сформульованих наукових рекомендацій відбувалося на Всесвітніх конференціях з океанів, узбереж та островів 2001 та 2003 рр. (Париж), конференціях про прибережним зонам 2015, 2016, 2017 рр. Серед ґрунтовних наукових праць з управління прибережними зонами варто вказати на публікації В.П. Зенковича [7], В.О. Дергачова [4], Г.І. Швєбса [16], В.І. Лимарєва [10], Р. Кнехта [22], Ш. Хака [23], Л. Хільдебранта [21], Дж. Хана [19] та ін. По Азовському морю та його басейну відомі публікації Ю.П. Хрустальова і В.А. Мамікіної [11], О.М. Бронфмана [1], Ю.М. Гаргопи [3], Г.Г. Матишова [12] та ін.

Незважаючи на значну кількість публікацій, управлінню прибережною смугою Азовського моря присвячені лише окремі статті, які аналізують певні складові управління і не вирізняються комплексним підходом.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Дана стаття є спробою узагальнити результати існуючої системи управління природокористуванням у прибережній смузі Азовського моря, виявити головні її проблеми та сформулювати загальне бачення комплексного управління прибережною смугою Азовського моря у світовому розумінні.

**Мета статті** – схарактеризувати особливості управління природокористуванням у прибережній смузі Азовського моря з врахуванням природних та антропогенних факторів, на основі чого сформулювати загальне бачення комплексного управління прибережною смугою Азовського моря.

**Виклад основного матеріалу.** Основою управління будь-якою територією чи акваторією упродовж ХХ ст. були відповідні законодавчо затверджені стратегії розвитку, засновані переважно на господарському використанні. Їх основою був і залишається процес стратегічного планування процесу природокористування з затвердженням планових документів різного типу, організація виконання планів, проектів і програм з метою отримання максимального економічного ефекту та належного функціонування території у довгостроковій перспективі. Стратегічне планування здійснювалося на рівні держави і всі регіональні та місцеві плани розвитку обов'язково враховували його основні позиції.

В рамках стратегічного планування розроблялися системи заходів, спрямованих на інтенсифікацію природокористування (збільшення обсягів вилучення ресурсу, підвищення ефективності видобутку тощо), попередження негативного впливу на навколишнє середовище через оцінку конкретного впливу та вжиття відповідних профілактичних заходів (формування відстійників і накопичувачів, створення дамб, зміна вітро- та гідроциркуляційних процесів тощо).

За період інтенсивного природокористування у межах прибережної смуги Азовського моря заплановано, спроектовано і частково реалізовано значну кількість господарських і науково цілеспрямованих тематичних проектів, покликаних зменшити вплив несприятливих природних процесів і факторів на господарське освоєння та використання акваторії Азовського моря і його басейну. На суші поширеними були гідромеліоративні роботи (обводнення і зрошення території), гідротехнічне будівництво (зарегулювання річкового стоку), лісомеліоративні заходи (захист полів і схилівих земель лісосмугами від вітрової та водної ерозії), рекреаційне освоєння території; проекти енергозабезпечення та риборозведення. В акваторії Азовського моря відомі проекти будівництва мостів та створення гідрорегулюючих споруд, звуження гирла Таганрозької затоки, створення суднохідних (підхідних) каналів з дам্পінгом донних відкладів, створення захисних та відсічних дамб, відбір піщано-черепашкових відкладів з дна на господарські потреби, буріння свердловин та створення штучних рифів, акліматизація видів і аквакультура. Безпосередньо в межах берегової смуги найбільш поширеними

видами діяльності було будівництво берегозахисних споруд, портів та портової інфраструктури, об'єктно-запускних споруд, облаштування пляжів.

Більшість з проектів були дієвими та ефективними. Значимість окремих проектів однозначно оцінити складно (русьове гідротехнічне будівництво, створення судоходних (підхідних) каналів, дампінг донних відкладів, створення відсічних дамб, видобуток газу на шельфі). Деякі проекти були взагалі абсурдними і їх реалізація так і не розпочалася. Особливістю багатьох реалізованих проектів було те, що по суті вони не були комплексними і мали вузько спеціалізований відомчий характер. Відповідно виникала і виникає неузгодженість дій, неадекватна координація між ними та рішеннями місцевих органів влади. Внаслідок цього, орієнтовані на одну й ту ж територію, вони не тільки не доповнювали одна одну, а часто носили навіть суперечливий характер.

Переважна більшість проектів призначалася для полегшення господарського освоєння території та вилучення необхідних ресурсів – це була загальносвітова тенденція. Однак ресурсний підхід до природокористування супроводжувався постійним погіршенням стану навколишнього середовища та збідненням ресурсів і біорізноманіття. У зв'язку з цим у 1999 році Радою Європи був прийнятий модельний Закон про стійке управління прибережними зонами, яким передбачений комплексний його характер через усебічне врахування природних умов та усіх видів господарської діяльності у прибережній смузі моря. Це зорієнтовано на передбачення та вирішення складних питань раціонального використання прибережних морських смуг – від збереження природних ресурсів до поліпшення якості середовища з метою укріплення економічної спроможності для їх збалансованого використання людиною.

Просторово управлінню підлягають прибережні морські води разом з дном і островами, а також частина прилеглої суші з розташованими на ній водотоками, використання якої зумовлює безпосередній та опосередкований вплив на прибережні води. Для розробки ефективної системи управління прибережною смугою суші в адміністративному відношенні важливим визнається врахування адміністративно-територіального поділу на рівні місцевих громад, прилеглих до моря [18]. У більшості випадків до уваги беруться адміністративні одиниці рівня районів, в тому числі у прибережній смузі чорноморського узбережжя України [9, 15]. Адміністративний підхід є важливим для управління, оскільки заснований на єдності управлінської одиниці, що дає можливість концентрації управлінських функцій, регу-

лювання інтенсивності природокористування, узагальнення та використання матеріалів статистичної звітності тощо. Однак він не враховує взаємодій між природними та антропогенними утвореннями у ландшафті, які часто виступають ключовими у процесах управління територіями та акваторіями.

З ландшафтно-екологічних позицій важливим є врахування площ водозборів на суші та частини морської акваторії, на яку поширюється їх взаємний вплив. Взаємодіючі на основі явища контрастності території та акваторії названі в географії парадинамічними ландшафтними системами (ПДЛС) [13]. Така географічна система сформувалася і функціонує на основі взаємодій між контрастними водним та суходільним середовищами, між природними та антропогенними ландшафтами, у даному випадку – в прибережній смузі Азовського моря [2]. Як джерело сприятливих природних умов та різноманітних природних ресурсів вона знаходиться під інтенсивним впливом господарської діяльності людини. Внаслідок такого сусідства сформувався і розвивається складний природно-господарський комплекс, який потребує комплексного управління. Останнє передбачає безперервний процес підтримки адміністративних рішень, спрямованих на дослідження і раціональне використання природних, соціальних та економічних ресурсів. Комплексне управління ресурсами неможливе без системного підходу, який враховує систему причинно-наслідкових взаємозв'язків між геофізичними, культурними, соціальними та економічними процесами. Тому суть проблеми комплексного управління ресурсами території-акваторії зводиться до оптимізації природокористування одночасно по багатьох критеріях.

Систему управлінських заходів доцільно формувати саме в межах акваторіальної (смуга моря до ізобати 10 м) і територіальної (смуга суші, обмежена лінією водозбору) складових Приазовської ПДЛС з центром їх взаємодії у прибіжній смузі моря. Саме в цих смугах проявляється тісна взаємодія між складовими, відбувається активна міграція речовин, енергії та організмів, сконцентровані природні ресурси та господарська діяльність людини (рибальство, рекреація, промисловість, портова діяльність, судноплавство, прибережна вітрова електроенергетика та ін.). Тут же відбувається концентрація, асиміляція та утилізація забруднюючих речовин, знесених з водозбору чи скинутих в акваторію моря.

Природні особливості та риси унікальності Приазовської ПДЛС є результатом досить короткої за геологічними вимірами еволюції системи, упродовж якої сформувалися її основні складові природні комплекси. Акваторіальна складова ви-

різняється мілководністю, добрим прогріванням водної товщі, малою інерційністю водної маси, низькою солоністю та високими показниками біопродуктивності. Низька солоність води спричинена незначним об'ємом моря і суттєвим значенням у водному балансі прісноводного річкового стоку. Малі глибини сприяють швидкому та інтенсивному прогріванню води. Низька інерційність водної маси моря пов'язана з конфігурацією берегової лінії, малим об'ємом води та особливостями вітроциркуляційних процесів. Це спричинює різкі згінно-нагінні зміни рівня, інтенсифікацію абразійно-аккумулятивних процесів, високу динаміку берегової лінії та формування неповторної її конфігурації. Висока потенційна біопродуктивність акваторії пов'язана з малими глибинами, швидким прогріванням водної товщі, інтенсивною вертикальною та горизонтальною циркуляцією водної маси, хімічними властивостями води. Територіальна – розвитком рівнинних (височинних і низовинних) посушливих та помірно посушливих теплих і дуже теплих ландшафтів з домінуванням трав'яної рослинності. Сформовані на різних висотних рівнях, вони відрізняються між собою інтенсивністю промивного режиму, ступенем засолення ґрунтів, швидкістю міграції хімічних речовин, інтенсивністю ерозійних процесів, рівнем господарського освоєння та забруднення території. Проаналізовані природні особливості суттєво впливають на процеси взаємодії між водним і суходільними середовищами, визначаючи функціональну цілісність Приазовської ПДЛС.

Взаємодія суходолу і морської акваторії є основою формування геостатичних процесів у системі. Такими процесами є, наприклад, стабілізація солоності морської води, підтримання вмісту у ній фосфору та азоту. Солоність води в Азовському морі коливається у незначних межах (9,5 ... 12,5‰), інколи понижуючись менше 9,0‰ або зростаючи до максимальних значень у 13,9‰. При цьому суттєво змінюється загальна біопродуктивність акваторії з найвищими її значеннями за солоності 10,5 ... 11,6‰. Механізм регуляції солоності забезпечують прісноводний стік річок і надходження солоних чорноморських вод через Керченську протоку за значної участі вітроциркуляційних процесів. Геостазис вмісту фосфору у воді забезпечують насичені водним гумусом донні відклади пелоконтур: регенерація седиментованої органічної речовини сприяє переходу частини фосфору у воду, а механізми адсорбції знижують його вміст у пелагіалі, фіксує у донних відкладах [1]. Так само відбувається регуляція вмісту азоту – насичення ним водної товщі відбувається у процесі анаеробної амоніфікації органічних речовин дна і розчинен-

ням амонійних солей, а також у вигляді органічних розчинних сполук.

Природні особливості Приазовської ПДЛС (фізичні та хімічні властивості морської води, наявність пляжів та інших природних ресурсів, висока рибна продуктивність, наявність морського шляху сполучення) сприяли розвиткові антропогенної діяльності у прибережній смузі моря. Найбільше розвиненими її видами є промислове рибальство, рекреація і туризм, портова діяльність і морський транспорт, розвиток промисловості, прибережного будівництва, добування мінеральних ресурсів. Антропогенні об'єкти з моменту їх створення вступають у тісну взаємодію з природними [17] і ще більше ускладнюють систему взаємодій в Приазовській ПДЛС. Природні та антропогенні фактори необхідно враховувати під час планування управлінської діяльності у прибережній смузі моря.

Проблеми в управлінні неодмінно проявляються на стані навколишнього середовища через його забруднення, зміну чи руйнування ландшафтів та оселищ, збіднення або погіршення стану ресурсів тощо. Натепер проблеми управління у прибережній смузі Українського Приазов'я пов'язані переважно з відомчою розпорошеністю управлінських обов'язків, управлінням прибережними морськими смугами різними рівнями влади, нерозумінням управліннями принципово важливих процесів взаємодії між водною та суходільною складовими прибережної смуги моря, відсутністю в управлінців та місцевих громад розуміння складності та вразливості еко- та геосистем та ін. Крім того, морське узбережжя в природному, соціальному, культурному та економічному відношеннях вирізняється своєю секторністю з подекуди суттєвою різницею між секторами. Непередбачуваність наслідків неефективного управління суттєво обмежує прогнозування результатів кожного з видів антропогенної діяльності в прибережних морських смугах.

Типовою проблемою управління прибережними смугами моря є необхідність інтегрувати кілька важливих аспектів:

- 1) принципова важливість взаємодії прибережних смуг суші і води;
- 2) комплексне використання ресурсів за принципом «не нашкодь»;
- 3) важливість взаємодії між органами державної, регіональної та місцевої влади;
- 4) використання та охорона прибережного доквілля мають супроводжуватися вирішенням соціокультурних та економічних проблем.

Правильне планування та послідовне управління прибережною смугою моря повинно враховувати наявну природно-екологічну та організаційно-інституційну складові (рис. 1). Пер-



ша передбачає знання природних абіотичних та біотичних процесів, особливості поведінки забруднювачів у межах берегової смуги. Друга дає розуміння особливостей функціонуючої системи управління територіями як у юридичному, так і в економічному плані, відношення центрального та місцевих органів влади.

Успішність комплексного управління прибережною смугою моря ґрунтується на спільному плануванні та організації управлінської діяльності державною та місцевою владою і громадами. При цьому мають бути враховані усі місцеві інтереси, в т.ч. особливості традиційного природокористування місцевого населення.

Режим управління у прибережній смузі має складатися з планувальної та управлінської видів

діяльності на трьох рівнях – національному (формування політики управління, законодавства і стандартів у приморських смугах), регіональному (на рівні реалізації регіональних програм) та локальному (програми місцевого самоуправління, спрямовані на конкретні ділянки узбережжя). Як показує практика, повноваження і можливості державних та місцевих органів влади суттєво відрізняються (рис. 2).

Українська практика управління прибережною смугою морів включає етапи її розгляду як об'єкта наукових досліджень (з початку 1990-х років), об'єкта національної політики (з другої половини 1990-х років) та об'єкта інтегрованого управління (з кінця 1990-х років). Саме на тако-



Рис. 1. Особливості управління прибережною смугою моря

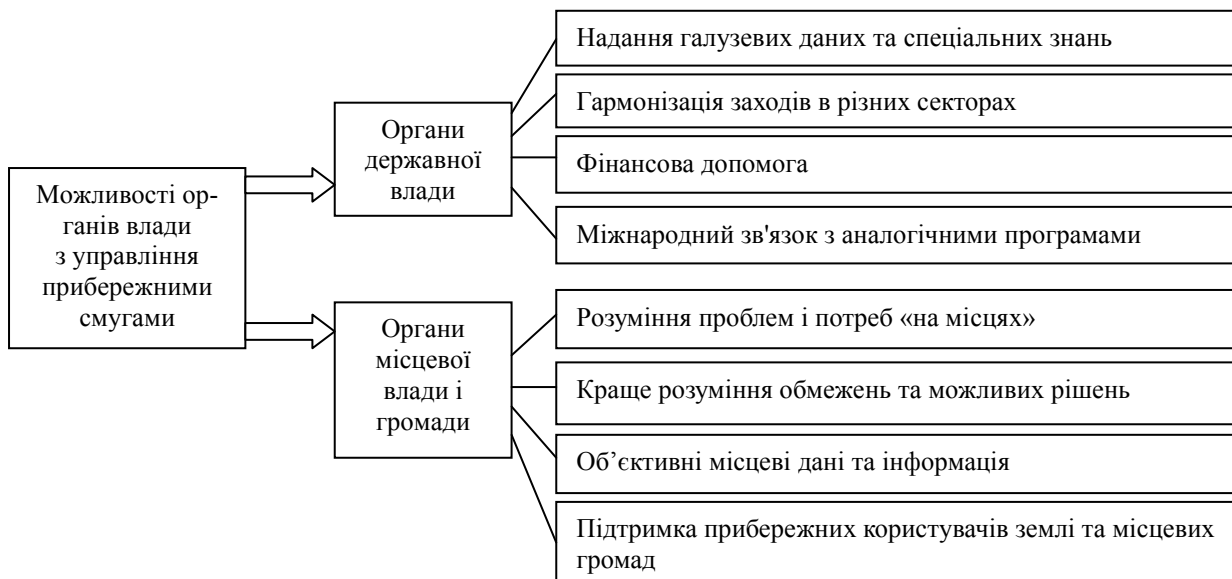


Рис. 2. Можливості державної та місцевої органів влади в галузі управління прибережними смугами

му підході побудовані Концепція національної політики і стратегії комплексного управління прибережною смугою Чорного і Азовського морів України (1997), окремі положення Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України (2000), Генеральна схема планування території України (2001), Загальнодержавна програма охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів (2001), проект Закону України «Про прибережну смугу морів» (2004), проект Закону України "Про природокористування у прибережній смузі Чорного і Азовського морів"(2004), Державна стратегія регіонального розвитку України (2006). У більшості цих документів про прибережну смугу моря йдеться опосередковано і тільки деякі з них (на жаль, так і не затверджені) передбачали оптимізаційні планувальні та управлінські заходи в їх межах. Лише в Концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року (2007) передбачена розробка схеми функціонального зонування прибережної смуги морів, визначення придатних для різних видів господарської та природоохоронної діяльності територій, а також здійснюється орієнтація на впровадження інтегрованого управління прибережною смугою моря.

Серед головних проблем управління прибережною смугою Азовського моря, визначених розділом IV Закону України «Про затвердження загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського та Чорного морів» [5], незважаючи на усталену в Україні систему управління природокористуванням, визнана відсутність системи комплексного управління природокористуванням у прибережній смузі моря. Цілісна система планування та управління використанням морських територій у поєднанні з прибережним суходолом в Україні також відсутня [8]. Свідченням цього є провалений Проект Закону «Про прибережну смугу морів», а також ігнорування цього питання у ґрунтовній науковій монографії «Управление морским природопользованием» [14].

Українським державним науково-дослідним інститутом «Діпромисто» на замовлення Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України у 2006 р. виконана робота «Схема планування території узбережжя Чорного та Азовського морів для застосування у Донецькій, Запорізькій, Херсонській, Одеській, Миколаївській областях та АР Крим» [6]. Звіт про цю роботу вміщує енциклопедичні довідкові дані стосовно природно-ресурсного, господарського та демографічного потенціалу приморських територій України. На-

жаль, дотепер матеріали звіту оприлюднені лише частково й доступ до них є вкрай обмеженим.

Усе це свідчить про необхідність у перспективі удосконалення правових відносин у сфері стратегічного і територіального планування, використання та управління прибережною смугою моря шляхом об'єднання окремих законодавчих актів у єдиний документ інтегрального змісту – Закон України «Про прибережну смугу моря». Крім того, слід закріпити поняття «прибережна смуга моря» та її межі на суші та акваторії в усіх законодавчих нормах, законодавчо визначити цей регіон з особливим типом природокористування та управління, єдиним для усіх приморських адміністративних одиниць та місцевих громад, включити землі прибережної смуги моря до категорії особливо цінних.

Найважливішими елементами управління, які мають лягти в основу планувальної структури Приазовської ПДЛС, є [20]:

- чітке визначення фізичного та екологічного функціонування прибережних систем (внутрішній і зовнішній стани середовища);
- детальний аналіз існуючих та перспективних ресурсів та загроз;
- виявлення потреб та пов'язаних з ними проблем;
- чіткий розподіл обов'язків між різними органами управління;
- організація та активне залучення місцевого населення до вирішення проблем управління прибережними морськими смугами;
- аналіз існуючої діяльності на основі комплексних аспектів управління прибережними морськими смугами;
- розуміння того, що управління прибережною смугою є частиною загального управління водними та земельними ресурсами;
- поняття, що управління прибережною морською смугою є неперервним процесом і не закінчується ніколи.

**Висновки.** Таким чином, управління природокористуванням у прибережній смузі Азовського моря потребує системності і комплексності. Незважаючи на значну кількість здійснених у прибережній смузі, морській акваторії та в межах прилеглої суші Українського Приазов'я проектів і заходів, їх реалізація не носила системних ознак у зв'язку з відсутністю єдиної державної політики у прибережних смугах моря. І дотепер у більшості державних нормативних документів управлінського характеру про прибережну смугу моря йдеться опосередковано.

Управління природокористуванням слід планувати за територіальним принципом з орієнтацією не на політико-адміністративні одиниці, а на природно-господарські. У якості останніх за-

пропоновані межі Приазовської ПДЛС включно з суходільними та акваторіальними складовими і системою взаємозв'язків між природними та антропогенними утвореннями у визначених межах.

На перспективу з метою формування системи управління слід зробити детальний аналіз

процесів і факторів, важливих у процесі управління та інвентаризацію об'єктів управління у запропонованих межах. Паралельно слід на рівні держави формувати законодавчу базу з управління приморським природокористуванням.

#### Література

1. Бронфман, М. А. Азовское море: Основы реконструкции / М. А. Бронфман, Е. П. Хлебников; под ред. А. И. Симонова. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 272 с. – илл. – Библиогр. : с. 253-269.
2. Воровка, В. Приазовська парадинамічна ландшафтна система як форма організації ландшафтного простору / В. Воровка // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2016. - № 1 (64). – С. 30-36.
3. Гаргона, Ю. М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря: дисс. ... д-ра геогр. наук: 25.00.28 - океанология / Гаргона Юрий Михайлович; Мурманский морской биологический институт Кольского НЦ РАН. – Мурманск, 2003. – 467 с. – илл. – Библиогр.: с. 377-407.
4. Дергачёв, В. А. Экономико-географические проблемы освоения береговой зоны моря. Автореф. дис. ... докт. геогр.н.: 11.00.11 / В. А. Дергачёв; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – М., 1987. – 36 с.
5. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2001. – №28. – С. 135
6. Звіт про науково-дослідну роботу «Схема планування території узбережжя Чорного та Азовського морів для застосування у Донецькій, Запорізькій, Херсонській, Одеській, Миколаївській областях та АР Крим / Український державний НДІ проектування міст «Діпромiсто». – К., 2006. – 36 с.
7. Зенкович, В. П. Основы учения о развитии морских берегов / В. П. Зенкович. АН СССР. Океанографическая комиссия. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 710 [18] с. – Библиогр. : с. 669-700.
8. Карамушка, В. І. Просторове планування розвитку прибережної смуги морів України / В. І. Карамушка ; УкрНЦЕМ. – Одеса : Типографія «Принт Бистро», 2009. – 55 с. – іл. – Бібліогр. : с. 51-55.
9. Комплексное управление прибрежной зоной: от теории к практике. Центр региональных исследований. – Одесса : Овидиополь, 2008. – 8 с. – Режим доступа : <http://www.britishcouncil.org/uk/ukraine-science-seps-projects-2006.htm>
10. Лымарев, В. И. Береговое природопользование: вопросы методологии, теории, практики. Монография / В. И. Лымарев ; Российский государственный гидрометеорологический институт. – СПб. : РГГМУ, 2000. – 168 с. – илл. – Библиогр. : с. 160-164.
11. Мамыкина, В. А. Береговая зона Азовского моря / В. А. Мамыкина, Ю. П. Хрусталёв ; Ростовский государственный университет. – Ростов-на-Дону : Изд-во РГУ, 1980. – 176 с. – илл. – Библиогр. : с. 169-173.
12. Матишов, Г. Г. Интегрированное управление природопользованием в шельфовых морях / Г. Г. Матишов, В. В. Денисов, С. Л. Дженюк // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2007. – № 3. – С. 27-40.
13. Мильков, Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы / Ф. Н. Мильков; Воронежский государственный университет. – Воронеж : ВГУ, 1981. – 400 с. – илл. – Библиогр. : с. 351-389.
14. Интегрированное управление ресурсами и безопасностью в бассейне Азовского моря: Монография / Под ред. Б. В. Буркинського, В. Н. Степанова, С. В. Бердникова; Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований. – Одесса : ИПРЭЭ НАН Украины, 2010. – 672 с. илл. – Библиогр. : с. 656-659.
15. Хомич, Л. В. Принципи і методи функціонально-територіальної організації берегової зони Одеської області: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.02 / Л. В. Хомич; Одес. держ. ун-т ім. І. І. Мечникова. – О., 2000. – 19 с.
16. Швецб, Г. И. Районирование природно-хозяйственных систем / Г. И. Швецб // Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. – Л. : Наука – 1988. – С. 30-35.
17. Яценюк, Ю. В. Структура та ієрархія антропогенних парagenетичних ландшафтних систем / Ю. В. Яценюк // Антропогенне ландшафтознавство: перспективи розвитку: зб. наук. праць. – Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського. – Вінниця : ТОВ «Вінницька міська друкарня». – 2013. – С.136-138. – Бібліогр. : 9 назв.
18. Cicin-Sain, B. Growth in capacity for integrated coastal management since UNCED: An international perspective / B. Cicin-Sain, R. W. Knecht and G. Fisk // Ocean and Coastal Management, 1995. – Vol. 29 (1-3). – P. 93-123.
19. Lindeboom. Changes in Coastal Zone Ecosystems / Lindeboom, J. Han // Climate Development and History of the North Atlantic Realm, 2002. – P. 447-455.
20. Hillen, R. The Dutch Delta. aspects of coastal zone management / R. Hillen, A. Smaal, E.J. Van Huijssteeden, R. Misdorp // World Coast Conference – Delta's. Coastal Zone Management Center Publication No 4, Noordwijk, The Netherlands, 1993. – P. 1-7.
21. Lawrence P. Hildebrand. Participation of Local Authorities and Communities in Integrated Coastal Zone Management / Lawrence P. Hildebrand. In: Coastal Zone Management Imperative for Maritime Developing Nations, 1997.

- Volume 3. Coastal Systems and Continental Margins. Springer Science+Business Media Dordrecht. – P. 394:43-55.
22. Robert W. Knecht. *Integrated Coastal Zone Management for Developing Maritime Countries* / Robert W. Knecht. In: *Coastal Zone Management Imperative for Maritime Developing Nations, 1997. – Volume 3. Coastal Systems and Continental Margins. Springer Science+Business Media Dordrecht. – P. 394:29-43*
23. Syed M. Haq. *Ecology and Economics: Implications for Integrated Coastal Zone Management* / Syed M. Haq. In: *Coastal Zone Management Imperative for Maritime Developing Nations, 1997. – Volume 3. Coastal Systems and Continental Margins. Springer Science+Business Media Dordrecht. – P. 394:1-29.*

УДК 911.3

\*Н. В. Гусєва, к. геогр. н.,

\*\*О. М. Задєсенцев, магістрант,

\*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

\*\*ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

## ДЕМОГРАФІЧНА ДЕГРАДАЦІЯ СЕВЕРОДОНЕЦЬКО-ЛИСИЧАНСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ В ПОСТРАДЯНСЬКИЙ ПЕРІОД

В статті проведений аналіз динаміки чисельності населення і темпів його приросту для Северодонецько-Лисичанської агломерації та окремих її населених пунктів у пострадянський період. Визначено, що для досліджуваної агломерації характерні депопуляція та субурбанізаційні процеси. Оцінено втрати населення Северодонецько-Лисичанської агломерації протягом останніх десятиліть за різними підходами, зокрема доведено, що вони практично для всіх її міських поселень є дуже значимими (перевищують 5 % за десятиліття), а сама агломерація за показником скорочення населення (більше 10 % за тридцятирічний період) є депресивною. Виявлено сучасні демографічні проблеми агломерації в умовах її розташування, з одного боку, в старопромисловому регіоні, а з іншого – в зоні проведення антитерористичної операції. Враховуючи інші проблеми розвитку (соціальні, економічні, геополітичні, екологічні тощо), доведено, що агломерація на сучасному етапі розвитку є кризовою. Визначено, що геополітична криза на сході України має як негативний, так і позитивний вплив на розвиток агломерації в цілому та на динаміку чисельності її населення зокрема.

**Ключові слова:** чисельність населення, динаміка чисельності населення, темпи приросту населення, динаміка темпів приросту населення, демографічні проблеми, депопуляція, демографічна деградація, депресивність, старопромисловий регіон, зона проведення антитерористичної операції.

**Н. В. Гусєва, А. М. Задєсенцев. ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ СЕВЕРОДОНЕЦКО-ЛИСИЧАНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В ПОСТСОВЕТСКИЙ ПЕРИОД.** В статье проведен анализ динамики численности населения и темпов его прироста для Северодонецко-Лисичанской агломерации и отдельных ее населенных пунктов в постсоветский период. Определено, что для исследуемой агломерации характерны депопуляция и субурбанизационные процессы. Оценены потери населения Северодонецко-Лисичанской агломерации в течение последних десятилетий по разным подходам, в частности доказано, что они практически для всех ее городских поселений очень значительны (превышают 5 % за десятилетие), а сама агломерация по показателю сокращения населения (более 10 % за тридцатилетний период) является депрессивной. Выявлены современные демографические проблемы агломерации в условиях ее расположения, с одной стороны, в старопромышленном регионе, а с другой – в зоне проведения антитеррористической операции. Учитывая другие проблемы развития (социальные, экономические, геополитические, экологические и т.п.), доказано, что агломерация на современном этапе развития является кризисной. Определено, что геополитический кризис на востоке Украины имеет как отрицательное, так и положительное влияние на развитие агломерации в целом и на динамику численности ее населения в частности.

**Ключевые слова:** численность населения, динамика численности населения, темпы прироста населения, динамика темпов прироста населения, демографические проблемы, депопуляция, демографическая деградация, депрессивность, старопромышленный регион, зона проведения антитеррористической операции.

**Вступ.** Для будь-якої території – країни, регіону, населеного пункту – населення виступає головною продуктивною силою суспільства, основою формування його працересурсного потенціалу, виступаючи, з одного боку, як виробник, а з іншого – як споживач усіх матеріальних і духовних благ та послуг. Від чисельності, динаміки і структури всього населення та трудових ресурсів зокрема, рівня його загальної підготовки і спеціальної кваліфікації, професійних і трудових навичок залежать розвиток та територіальна організація господарства.

Визначальним параметром населення є його чисельність. Чисельність населення країни в цілому та окремих її територій є результатом взаємообумовленого розвитку всієї сукупності про-

цесів суспільного розвитку, насамперед, соціально-економічних та демографічних. Вивчення динаміки чисельності населення має практичне значення. Знання чисельності населення на певну дату чи період дозволяє оптимально збалансувати розвиток національного господарства і напрями демографічної політики [11]. Таким чином, дослідження населення та динаміки його чисельності як фактору розвитку території, найважливішою передумовою її соціально-економічного, інтелектуального, політичного розвитку є надзвичайно важливою науково-практичною задачею.

Особливої значущості дана проблематика набуває для Северодонецько-Лисичанської агломерації, яка, з одного боку, поки що залишається малодослідженою, а з іншого – зазнала дуже си-

льних змін в світлі останніх подій на сході України, пов'язаних із входженням до зони проведення антитерористичної операції, набуттям нею статусу головного адміністративного, соціально-економічного, політичного центру Луганської області, прийняттям десятків тисяч внутрішньо переміщених осіб з непідконтрольних українській владі територій. Ця агломерація є конурбацією та включає 3 міста-ядра (Сєвєродонецьк, Лисичанськ і Рубіжне) і 44 інших населених пунктів (5 міст, 10 селищ міського типу та 29 сільських поселень) [5; 6]. Така складна структура обумовлює важливість дослідження внутрішніх відмінностей динаміки чисельності населення в різних населених пунктах агломерації – міських і сільських, центральних і периферійних, містах і селищах міського типу, великих і малих містах тощо.

**Аналіз попередніх досліджень.** На сьогоднішній день дослідженнями населення України займаються фахівці Інституту демографії та соціальних досліджень імені М. В. Птухи НАН України, а також цілий ряд інших науковців, у т.ч. суспільних географів (І. Гудзеляк, В. Джаман, О. Заставецька, Л. Немець, І. Мельник, К. Сегіда, О. Топчєв, В. Яворська, М. Фашевський, О. Хомра, Г. Старостенко тощо). В більшості випадків об'єктами досліджень виступають великі території (вся країна, суспільно-географічні райони, адміністративно-територіальні одиниці тощо). Суспільно-географічні дослідження населення на локальному рівні, зокрема чисельності населення та її динаміки в межах міських агломерацій, зустрічаються не так часто, що робить їх цікавими й актуальними.

З іншого боку, слід зазначити, що міста та міські утворення Донбасу завжди цікавили науковців. Серед географів вагомий внесок у вивчення міських поселень Луганської області (у т.ч. міських агломерацій) у свій час зробили Н. Блажко, Я. Бондаренко, О. Гладкий, А. Доценко, Т. Дробишевська, Г. Заваріка, С. Ішук, П. Коваленко, А. Краснополський, І. Мельник, Г. Підгрушний, Ю. Пітюренко, А. Степаненко та ряд інших.

**Метою** даного дослідження є здійснення аналізу динаміки чисельності населення Сєвєродонецько-Лисичанської агломерації і темпів його приросту в пострадянський період та обґрунтування депресивності агломерації за показником втрати населення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** За даними Всеукраїнського перепису населення, в межах Сєвєродонецько-Лисичанської агломерації станом на 2001 р. проживало 411736 осіб, з них 392905 осіб – у міських населених пунктах (95,4 % всього населення). В 2015 р. підрахувати чисельність населення з урахуванням сільських населених пунктів немає можливості, оскільки офіційна статистика не дає такої інформації. Проте, зважаючи на дуже незначну питому вагу сільських жителів у населенні агломерації (4,6 % у 2001 р.), можна розглянути чисельність і динаміку населення агломерації на прикладі міських поселень. Так, у 2015 р. міське населення агломерації складало 344,7 тис. осіб (15,6 % населення Луганської області [14]) (табл. 1). За період 1989–2015 рр. воно зменшилось на 97,3 тис. осіб або на 22,2 %, в т.ч. за 2001–2015 рр. – на 48,2 тис. осіб (рис. 1).

Таблиця 1

Склад, чисельність населення Сєвєродонецько-Лисичанської агломерації та темпи його приросту в 1989–2015 рр. (складено та підраховано авторами за [3; 10; 15])

Населений пункт	Чисельність населення, осіб			Темпи приросту населення, %		
	1989 р. <sup>1</sup>	2001 р. <sup>2</sup>	2015 р. <sup>3</sup>	1989–2001 рр.	2001–2015 рр.	1989–2015 рр.
<b>Лисичанська міськрада</b>	<b>149149</b>	<b>133249</b>	<b>116001</b>	<b>-10,7</b>	<b>-12,9</b>	<b>-22,2</b>
<b>Міські населені пункти Лисичанської міськради</b>	<b>149149</b>	<b>133249</b>	<b>116001</b>	<b>-10,7</b>	<b>-12,9</b>	<b>-22,2</b>
м. Лисичанськ	126503	115220	101134	-8,9	-12,2	-20,1
м. Новодружеськ	11167	9025	7462	-19,2	-17,3	-33,2
м. Привілля	11479	9004	7405	-21,6	-17,8	-35,5
<b>м. Рубіжне</b>	<b>74078</b>	<b>65300</b>	<b>59141</b>	<b>-11,8</b>	<b>-9,4</b>	<b>-20,2</b>
<b>Сєвєродонецька міськрада</b>	<b>141448</b>	<b>129752</b>	<b>117505</b>	<b>-8,3</b>	<b>-9,4</b>	<b>-16,9</b>
<b>Міські населені пункти Сєвєродонецької міськради</b>	<b>139983</b>	<b>128443</b>	<b>116278</b>	<b>-8,2</b>	<b>-9,5</b>	<b>-16,9</b>
м. Сєвєродонецьк	131376	119940	107167	-8,7	-10,6	-18,4
смт. Борівське	5791	5967	5833	3,0	-2,2	0,7
смт. Воронове	852	763	877	-10,4	14,9	2,9
смт. Метьюлкіне	716	531	779	-25,8	46,7	8,8
смт. Сиротине	1248	1242	1622	-0,5	30,6	30,0

<b>Сільські населені пункти Сєвєро-донецької міськради</b> (с. Боброве, с. Воєводівка, с. Осколонівка, с-ще Лісова Дача, с-ще Павлоград, с-ще Синецький)	1465	1309	1227	-10,6	-6,3	-16,2	
<b>Населені пункти Новоайдарського району (західної частини)</b>							
<b>Сільські населені пункти Новоайдарського району</b> (с.Олександрівка, с. Пурдівка, с. Смолянинове, с. Новоохтирка)							
<b>Населені пункти Кременського району (південної та східної частини)</b>							
<b>Міські пункти Кременського району</b>	27686	24447	19727	-11,7	-19,3	-28,7	
м. Кременна	27686	24447	19727	-11,7	-19,3	-28,7	
<b>Сільські населені пункти Кременського району</b> (с. Боровеньки, с. Варварівка, с. Спіфанівка, с. Кудряшівка, с. Михайлівка, с. Нова Астрахань, с. Піщане, с. Червонопопівка, с-ще Житлівка, с-ще Стара Краснянка)							
<b>Населені пункти Попаснянського району (північної та східної частини)</b>							
<b>Міські населені пункти Попаснянського району</b>	51133	41466	33567	-18,9	-19,0	-34,4	
м. Гірське	до жовтня 2014 р.	13559	11473	9921	-15,4	-13,5	-26,8
м. Золоте	входили до складу	22892	17836	14138	-22,1	-20,7	-38,2
смт. Нижнє	Первомайської	3917	3115	2453	-20,5	-21,3	-37,4
смт. Тошківка	міськради	5828	5116	4223	-12,2	-17,5	-27,5
смт. Білогорівка		1347	1186	910	-12,0	-23,3	-32,4
смт. Вовчорівка		1574	1276	829	-18,9	-35,0	-47,3
смт. Малорязанцеве		1148	984	772	-14,3	-21,5	-32,8
смт. Мирна Долина		868	480	321	-44,7	-33,1	-63,0
<b>Сільські населені пункти Попаснянського району</b> (с. Біла Гора, с. Верхньокам'янка, с. Золотарівка, с. Устинівка, с. Шипилівка, с-ще Лисичанський, с-ще Лоскутівка, с-ще Підлісне, с-ще Тополівка)							

<sup>1</sup> Джерело: Всесоюзная перепись населения 1989 г. Численность населения союзных республик СССР и их территориальных единиц по полу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://demoscope.ru/weekly/ssp/sng89\\_reg1.php](http://demoscope.ru/weekly/ssp/sng89_reg1.php)

<sup>2</sup> Джерело: Про кількість та склад населення України за підсумками Всеукраїнського перепису населення 2001 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://2001.ukrcensus.gov.ua/results/general/city/>

<sup>3</sup> Джерело: Чисельність наявного населення України на 1 січня 2016 року [Електронний ресурс] / Відп. за випуск М. Б. Тімоніна. – К. : Державна служба статистики України. – 86 с. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

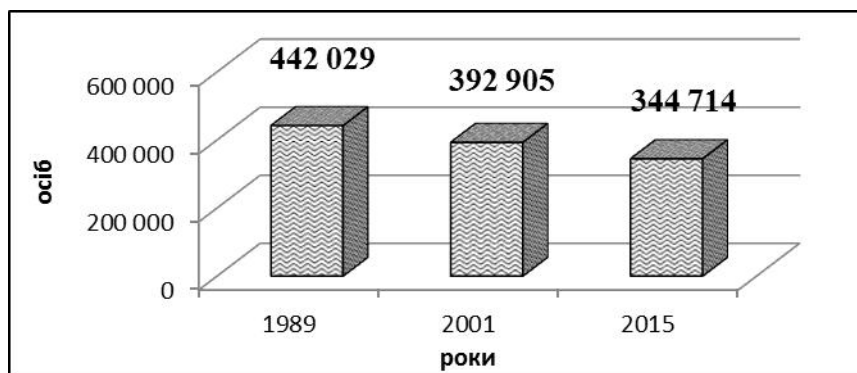


Рис. 1. Динаміка чисельності міського населення Северодонецько-Лисичанської агломерації протягом 1989–2015 рр., осіб (побудовано авторами за [3; 10; 15])

В урбаністиці немає єдиної точки зору щодо того, який відсоток населення повинно втратити місто, щоб вважати його «депресивним» або «кризовим» [8]. Не можна вважати депресивним будь-яке місто, населення якого зменшилося на певному відрізку часу. Про те, що демографічна деградація набула рис депресії можна судити, лише якщо її характер став затяжним, а частка втраченого населення значною. Американський економіст Р. Роуланд назвав значною втрату населення більше ніж 5 % за десятиріччя. Для десятирічних періодів такий поріг дійсно є оптимальним [1; 16]. Враховуючи, що тільки міські населені пункти Северодонецько-Лисичанської агломерації втратили 10,7 % свого населення за 1989–2001 рр. та 12,9 % – за 2001–2015 рр., зменшення населення агломерації в пострадянський період можна вважати дуже значним. З табл. 1 видно, що за 1989–2001 рр. втрати населення абсолютно всіх міських поселень агломерації перевищували 5 %, окрім смт. Сиротине і смт. Борівське. Останнє показало навіть збільшення населення на 3,0 %. Найбільше скоротилося населення в смт. Мирна Долина (на 44,7 %), смт. Метьолкіне (на 25,8 %), м. Золоте (на 22,1 %), м. Привілля (на 21,6 %), смт. Нижнє (на 20,5 %). Слід враховувати, що сільське населення зменшувалося ще більшими темпами.

В 2001–2015 рр. позитивну динаміку населення мали вже три селища міського типу – Воронове (на 14,9 %), Сиротине (на 30,6 %) і Метьолкіне (на 46,7 %). Всі інші міські поселення агломерації за цей період втрачали населення – від -2,2 % в смт. Борівське до -35,0 % в смт. Вовчорівка. Серед 18-ти міських населених пунктів п'ятивідсотковий поріг втрати населення перетнули 14 поселень.

На думку С. Баканова, втрати населення понад 5 % за десятиліття не можна вважати критерієм депресивності міста. Під депресією розуміють тільки стійку тенденцію втрати населення, яка підтримується на протязі декількох десятиліть. Темпи зменшення населення можуть зміню-

ватися, але напрям динаміки повинний залишатися незмінним. Виходячи з цього, С. Баканов, вивчаючи міста Уральського району (Росія), визначив депресивними ті з них, що за 30-ти річний період втратили не менше 10 % населення, причому негативна динаміка в них зберігалась на всіх відрізках часу досліджуваного періоду. Втрата десятої частини населення є значущою перш за все тому, що вона здійснює серйозний вплив на чисельність і структуру трудових ресурсів міста, що в свою чергу відбивається на стані містоутворюючої бази [1]. Як уже зазначалося вище, міста і селища міського типу Северодонецько-Лисичанської агломерації за 1989–2015 рр., тобто за 27 років, втратили 22,2 % свого населення, іншими словами – п'яту його частину. Найбільше скорочення населення за цей період було характерне для поселень у зоні впливу Лисичанська – смт. Мирна Долина (на 63,0 %), смт. Вовчорівка (на 47,3 %), м. Золоте (на 38,2 %), смт. Нижнє (на 37,4 %), м. Привілля (на 35,5 %), м. Новодружеськ (на 33,2 %), смт. Малорязанцеве (на 32,8 %), смт. Білогорівка (на 32,4 %) (табл. 1, рис. 2). У цих населених пунктах разом з сильною депопуляцією спостерігаються інтенсивні імміграційні процеси, що посилюються у зв'язку з прифронтовим положенням території. До початку проведення антитерористичної операції на Донбасі від'ємне міграційне сальдо було викликано низьким рівнем життя через високі показники безробіття, обумовлені розривом виробничих зв'язків з Лисичанськом (саме жителі Білогорівки і Вовчорівки на кар'єрах видобували сировину для хімічного підприємства «Лисичанська сода», яке не працює з 2010 р.).

В цілому серед 18-ти міських населених пунктів Северодонецько-Лисичанської агломерації депресивними за показником втрати населення є всі поселення, за виключенням селищ міського типу, що входять до складу Северодонецької міськради (Борівське, Воронове, Метьолкіне, Сиротине), чисельність населення яких за роки незалежності України навіть збільшилась. Це свід-

чить про субурбанізаційні процеси в приміській зоні Северодонецька, пов'язані з активним міграційним відтоком населення з міста до зони супутників, особливо впродовж 2001–2015 рр. (табл. 1, рис. 2).

В наступних своїх працях С. Баканов дещо уточнив поняття депресивних міст, зазначивши, що ними є поселення, які мають негативний демографічний баланс, що перевищує порогове

значення в 5 % втрат населення за одне десятиліття, за умови, що ця негативна демографічна тенденція спостерігалася на декількох десятирічних інтервалах, тобто була стійкою. Такий підхід дозволяє згладити випадкові флуктуації чисельності населення і врахувати різні адміністративні перетворення [2]. З табл. 1 видно, що депресивними за цим критерієм є всі міські населені пункти Северодонецько-Лисичанської агломерації, за

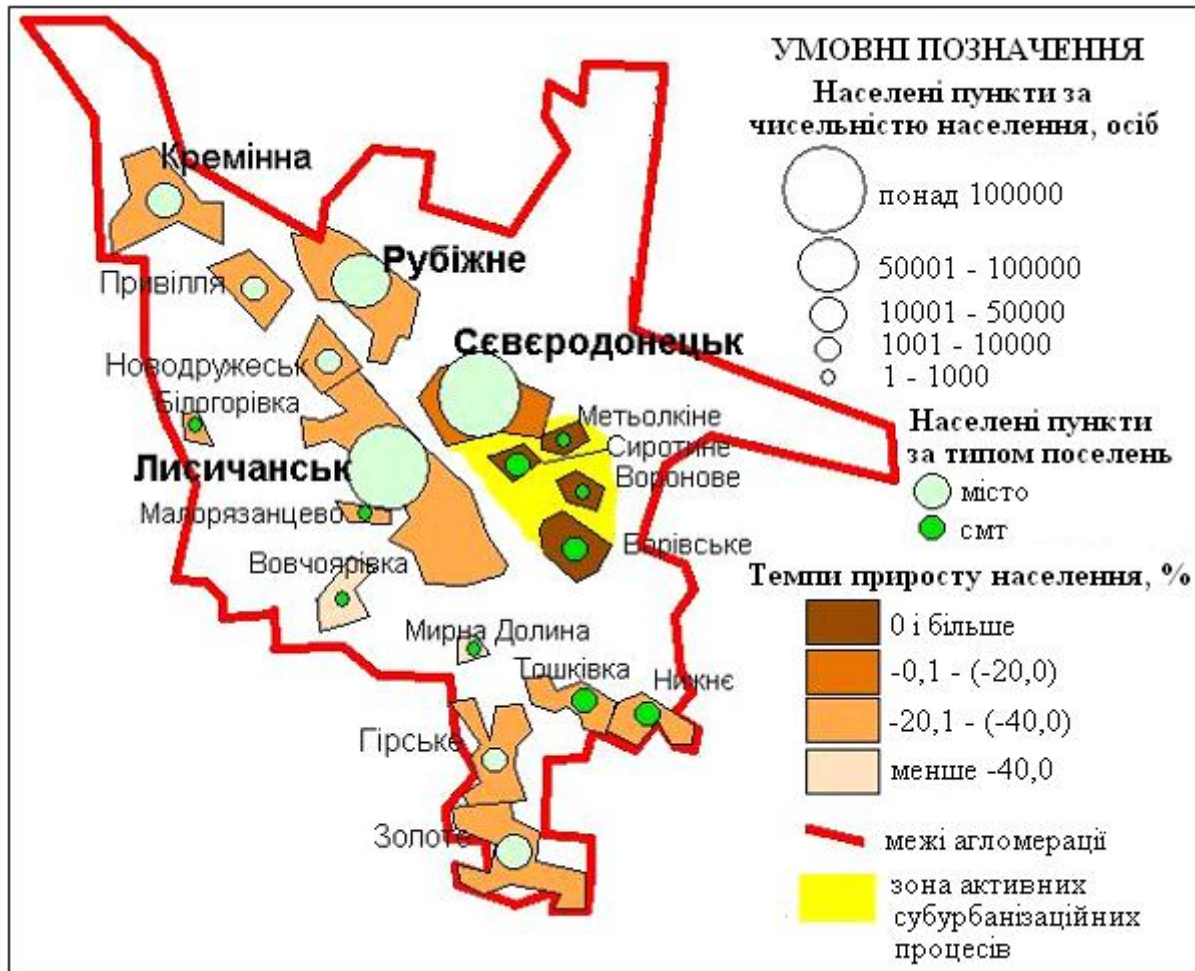


Рис. 2. Темпи приросту населення міських поселень Северодонецько-Лисичанської агломерації протягом 1989–2015 рр. (побудовано авторами за розрахунками за [3; 15])

виключенням чотирьох вищезгаданих селищ міського типу у передмісті Северодонецька.

Негативна динаміка чисельності населення Северодонецько-Лисичанської агломерації в пострадянський період обумовлена в першу чергу депопуляцією населення через від'ємні показники природного приросту (рис. 3).

Для опису міст з такими негативними тенденціями в науковій літературі використовуються терміни *declining* – занепадаюче, *stagnant* – стагнующе, *disappearing* – зникаюче [16]. На пострадянському просторі знайшла застосування інша класифікація – поділ міст на депресивні і кризові. Під *депресивним містом* розуміється такий його тип, який проходить стадію розвитку, що харак-

теризується, в порівнянні з попереднім періодом, спадом виробництва, появою безробіття, зниженням інвестиційної та міграційної привабливості, і супроводжується відтоком населення. Коли депресія приймає затяжний характер і посилюється подальшим погіршенням основних соціально-економічних показників, настає стадія, яку можна назвати *кризовою* [2]. Враховуючи надзвичайно високі темпи зменшення чисельності населення Северодонецько-Лисичанської агломерації протягом останніх десятиліть (табл. 1), загострення демографічної ситуації (рис. 3), негативне сальдо міграції, розташування в зоні проведення антитерористичної операції, хронічний характер соціально-економічних проблем (обва-



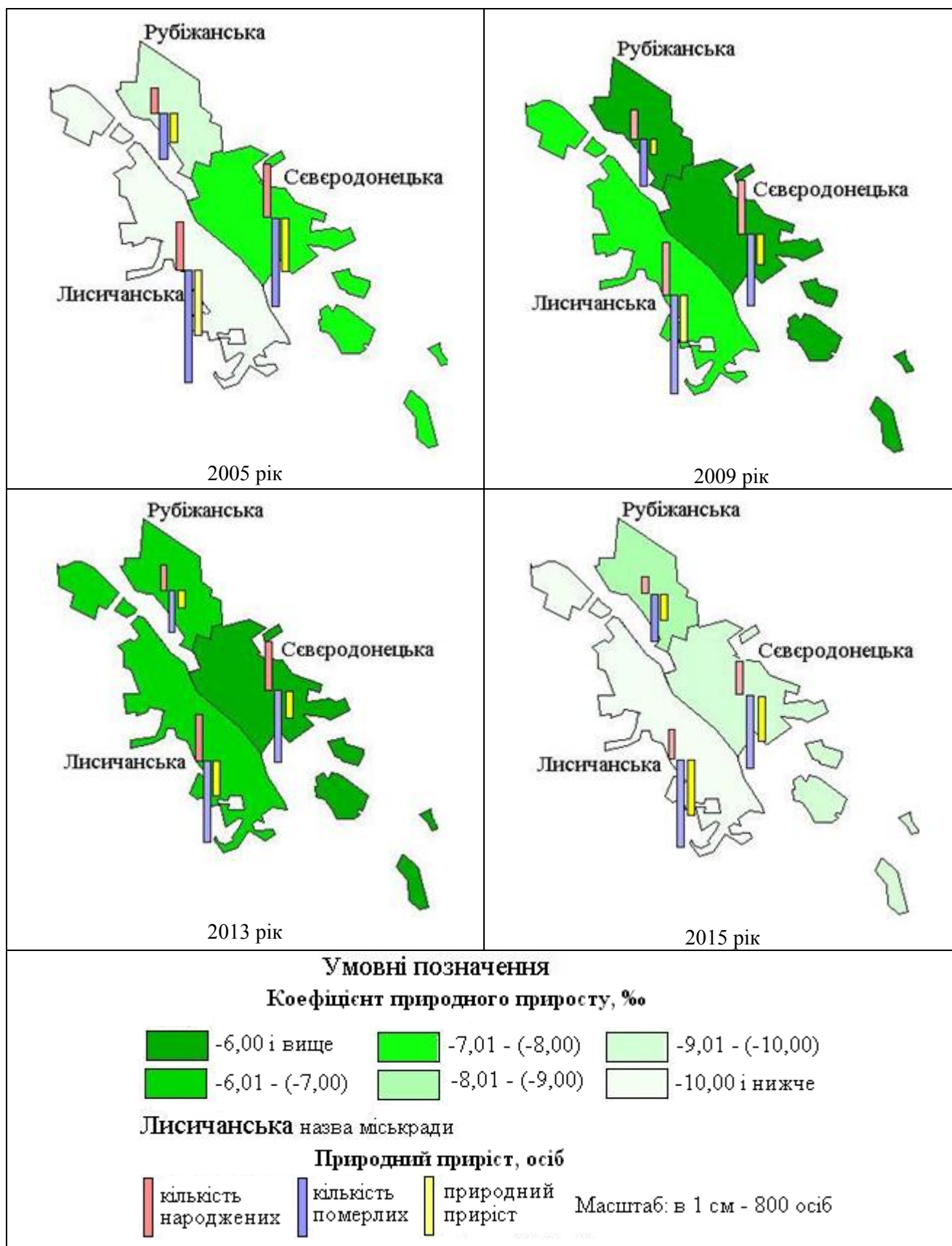


Рис. 3. Коефіцієнт природного приросту за міськрадами Северодонецько-Лисичанської агломерації в 2005–2015 рр. (побудовано авторами за [12; 13; 14])

льне скорочення промислового потенціалу через призупинення чи закриття підприємств, зменшення ринку збуту промислової продукції через різке скорочення зовнішньоекономічних зв'язків з Росією, низька інвестиційна привабливість, розташування у старопромисловому регіоні, монофункціональність багатьох поселень у складі агломерації, складна ситуація на ринку праці тощо [4]), досліджувану агломерацію можна вважати кризовою.

Проведення антитерористичної операції на Донбасі мало як позитивні, так і негативні наслідки для розвитку Северодонецько-Лисичанської агломерації. По-перше, обумовило притік внутрішньо переміщених осіб. Так, станом на 1.01.2017 р. на контрольованій українською владою території Луганської області мешкало 292031 переселенців (17,7 % їх загальної кількості в Україні) [9]. Переважна їх більшість проживає в населених пунктах Северодонецько-Лисичанської агломерації. Це, з одного боку, дещо згладило негативну динаміку чисельності населення агломерації, а з іншого – загострило ситуацію на ринку праці. По-друге, агломерація стала найголовнішим промисловим, транспортним, культурним, освітнім, адміністративним, політичним центром Луганської області. До її міст з тимчасово окупованих територій переведені практично всі ВНЗ, культурно-мистецькі організації, промислові підприємства тощо. У Северодонецьку з 2014 р. розташована Луганська обласна державна (військово-цивільна) адміністрація та ряд інших обласних закладів. Все це ак-

тивізувало непромислові види діяльності – управління, освіту і науку, медицину та охорону здоров'я, культуру і мистецтво, фізкультуру і спорт, що є позитивним явищем. Зросло транспортне значення Северодонецько-Лисичанської агломерації, до якої прямує єдина функціонуюча залізнична гілка, що зв'язує Луганщину з іншими регіонами та забезпечує транзит пасажирів. Збільшився обсяг капітальних інвестицій в агломерацію.

**Висновки.** Северодонецько-Лисичанська агломерація на сьогоднішній день є головним адміністративним, соціально-економічним, політичним центром Луганської області, в якому проживає 15,6 % населення регіону. Пострадянський період розвитку агломерації характеризується негативною динамікою чисельності населення через депопуляцію та від'ємне сальдо міграції. Такі вкрай негативні тенденції можна пояснити її розташуванням у старопромисловому регіоні, де з уходом пострадянської промисловості відбуваються кризові явища в економіці [7]. Втрати населення практично всіх міських поселень агломерації є дуже значними (перевищують 5 % за десятиліття). За показником скорочення населення (більше 10 % за тридцятирічний період) агломерація є депресивною. Враховуючи інші проблеми її розвитку (демографічні, соціально-економічні, геополітичні, екологічні тощо), агломерацію можна вважати кризовою. Геополітична криза на сході України має як негативний, так і позитивний вплив на динаміку чисельності населення Северодонецько-Лисичанської агломерації.

#### Література

1. Баканов С. А. Демографическая деградация города как индикатор его депрессивной динамики [Електронний ресурс] / С. А. Баканов. – Режим доступу : <http://aik-sng.ru/text/krug/2003/342-370.pdf>
2. Баканов С. А. Демографическая деградация городов в старопромышленных районах Урала (1959–2010) [Електронний ресурс] / С. А. Баканов. – Режим доступу : [http://elar.ufu.ru/bitstream/10995/47077/1/gr\\_1\\_2017\\_05.pdf](http://elar.ufu.ru/bitstream/10995/47077/1/gr_1_2017_05.pdf)
3. Всесоюзная перепись населения 1989 г. Численность населения союзных республик СССР и их территориальных единиц по полу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://demoscope.ru/weekly/ssp/sng89\\_reg1.php](http://demoscope.ru/weekly/ssp/sng89_reg1.php)
4. Гусева Н. В. Проблеми розвитку Северодонецько-Лисичанської агломерації в нових геополітичних реаліях / Н. В. Гусева, О. М. Задесенцев // Науковий вісник Херсонського державного університету : зб. наук. праць. Серія : Географічні науки. – Херсон, 2017. – № 7. – С. 36-42.
5. Гусева Н. В. Типологічні ознаки Северодонецько-Лисичанської агломерації / Н. В. Гусева, О. М. Задесенцев // Економічна та соціальна географія : наук. зб. – К., 2017. – Вип. 77. – С. 10–18.
6. Гусева Н. В. Северодонецько-Лисичанська агломерація: межі, склад, структура / Н. В. Гусева, О. М. Задесенцев // Регіон–2016: стратегія оптимального розвитку : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 10–11 листопада 2016 р.). – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – С. 270–275.
7. Мельник І. Г. Динамічні аспекти розвитку великих міст України / І. Г. Мельник // Регіон–2017: стратегія оптимального розвитку : Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 19–20 вересня 2017 р.). – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – С. 106–108.
8. Мельник І. Міські поселення Луганщини: нові виклики на фоні старих проблем / І. Мельник // Урбаністична Україна: в епіцентрі просторових змін : колективна монографія / За ред. К. Мезенцева, О. Олійника, Н. Мезенцевої. – К. : Видавництво «Фенікс», 2017. – С. 121–142.

9. Міграція з окупованих територій: куди прямують переселенці [Електронний ресурс] // Слово і діло. Головний сайт про політиків. – Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2017/02/13/infografika/suspilstvo/mihracziya-z-okupovanyh-terytorij-kudy-pryamyuyut-pereselenci>
10. Про кількість та склад населення України за підсумками Всеукраїнського перепису населення 2001 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://2001.ukrcensus.gov.ua/results/general/city/>
11. Проскурніна А. А. Статистичний аналіз чисельності та структури населення країни [Електронний ресурс] / А. А. Проскурніна // Управління розвитком. – 2014. – № 11. – С. 153-156. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uproz\\_2014\\_11\\_56](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uproz_2014_11_56)
12. Статистичний щорічник Луганської області за 2009 рік / За ред. С. Г. Пілієва; Головне управління статистики у Луганській області. – Луганськ, 2010. – 514 с.
13. Статистичний щорічник Луганської області за 2013 рік / За ред. І. В. Шаблієнко; Головне управління статистики у Луганській області. – Луганськ, 2014. – 479 с.
14. Статистичний щорічник Луганської області за 2015 рік / За ред. Д. Я. Протопопова; Головне управління статистики у Луганській області. – Северодонецьк, 2016. – 428 с.
15. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2016 року [Електронний ресурс] / Відп. за випуск М. Б. Тімоніна. – К.: Державна служба статистики України. – 86 с. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
16. Rowland R. H. Declining and Stagnant Towns of the USSR / R. H. Rowland // Soviet Geography: Rev. and Translation. – 1980. – № 21. – P. 195–218.

UDC 911.375:314.8

N. V. Husieva, PhD (Geography),  
G. O. Kucheriava, PhD (Geography), Assistant Professor,  
O. S. Suptelo, PhD student,  
V. N. Karazin Kharkiv National University

## CONCEPT OF WORLD CITIES: HUMAN-GEOGRAPHICAL APPROACH

**Н. В. Гусєва, Г. О. Кучерява, О. С. Суптело. СТАНОВЛЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ СВІТОВИХ МІСТ: СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ.** В статті проведено дослідження еволюції концепції світових міст, виявлено суспільно-географічні аспекти її формування і розвитку. Світові (глобальні) міста викликають значну зацікавленість та є об'єктом дослідження спеціалістів різних сфер. В сучасній науковій літературі зустрічається цілий ряд термінів, що описують феномен світових міст, зокрема «глобальне місто», «світовий центр», «світовий фінансовий центр», «космополіс», «інформаційне місто», «медійне місто», «метрополіс», «екуменополіс», «глобальний міський регіон», «столиця капіталу», «міжнародне місто», «місто, що глобалізується», «мегамісто», «інтерактивне місто» тощо. Дефініції поняття «світові міста» спираються на такі аспекти як економічний розвиток, політичний вплив, соціальна значимість. Можна виділити декілька підходів в ідентифікації феномена світового міста, заснованих на різних принципах, – гео економічний, геополітичний, соціокультурний, історико-географічний, геодемографічний, інформаційно-комунікаційний, сервісний, інноваційний. Важливим виглядає суспільно-географічний підхід, який поєднує всіх вищеперераховані та забезпечує максимально комплексне дослідження феномену світових міст.

**Ключові слова:** глобальне місто, світове місто, світовий центр, світовий фінансовий центр, космополіс, інформаційне місто, медійне місто, метрополіс, екуменополіс, глобальний міський регіон, столиця капіталу, міжнародне місто, місто, що глобалізується, мегамісто, інтерактивне місто, концепція світових міст, суспільно-географічний підхід до концепції світових міст.

**Н. В. Гусєва, А. А. Кучерява, О. С. Суптело. СТАНОВЛЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ МИРОВЫХ ГОРОДОВ: ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.** В статье проведено исследование эволюции концепции мировых городов, выявлено общественно-географические аспекты ее формирования и развития. Мировые (глобальные) города вызывают большой интерес и являются объектом исследования специалистов разных сфер. В современной научной литературе встречается целый ряд терминов, описывающих феномен мировых городов, в частности «глобальный город», «мировой центр», «мировой финансовый центр», «космополис», «информационный город», «медийный город», «метрополис», «экуменополис», «глобальный городской регион», «столица капитала», «международный город», «глобализирующийся город», «мегагород», «интерактивный город» и другие. Дефиниции понятия «мировой город» базируются на таких аспектах как экономическое развитие, политическое влияние, социальная значимость. Можно выделить несколько подходов в идентификации феномена мирового города, основанных на различных принципах, – геоэкономический, геополитический, социокультурный, историко-географический, геодемографический, информационно-коммуникационный, сервисный, инновационный. Важным является общественно-географический подход, который объединяет всех вышеперечисленные и обеспечивает максимально комплексное исследование феномена мировых городов.

**Ключевые слова:** глобальный город, мировой город, мировой центр, мировой финансовый центр, космополис, информационный город, медийный город, метрополис, екуменополис, глобальный городской регион, столица капитала, международный город, глобализирующийся город, мегагород, интерактивный город, концепция мировых городов, общественно-географический подход к концепции мировых городов.

**Formulation of the problem.** The modern stage of society's development can rightly be called the time of large cities: agglomerations, conurbations, megalopolises, alpha cities, megacities, metropolises, world (global) cities, etc., that have become the main players on the map of great politics,

business, culture, science [9]. According to the forecasts of the McKinsey Global Institute, in the period from 2000 to 2025, about one third of the world's economic growth rates will be in the largest cities. GDP of 600 metropolises of the world in the period of 2010–2025 will increase by 30 trillion dollars. According to experts, in the XXI century, a dominant position will be occupied not by countries, but by cities that will shape the world order of the future, attracting capital and talents from around the world [4].

The phenomenon of large cities, which are of global significance and clearly distinguished by their world political potential, role, functions in the background of other cities, is of considerable interest and is the subject of research for specialists from different spheres. Historical epochs and formations have changed, the territorial organization and the priorities of the economic development have transformed, but large cities always remained at the forefront of progress, and the interest in them never faded away. Recently, among all the diversity of types of large cities, the increased attention of the broad scientific circles is attracted to the formation of their special category – world or global cities [15]. The study of world cities at the present stage of society's development is complicated by a number of aspects, including:

- complex and dynamic development of geopolitical and geoeconomic world space, which are the reasons for the rapid transformation of cities;
- complexity of a statistical base formation for the study of world cities, which is expressed in a large amount of diverse information and limited access to it;
- lack of a holistic and unique methodology for studying world cities.

**Analysis of previous research.** The founder of the modern trend in the study of world cities is P. Geddes, the urbanist from Britain («Cities in Evolution», 1915), who introduced the category of «world city» for the first time into the scientific circle [27]. The author of the concept of «global city» is the professor of sociology at the University of Chicago S. Sassen («Global city: New-York, London, Tokyo», 1991) [31]. At one time, studies of world cities were carried out by C. Abbott, J. Allen, J. Beaverstock, F. Braudel, G. Wolff, P. Geddes, N. Glickman, B. Derudder, C. Doxiadis, E. Isin, Y. Cassis, M. Castells, R. Van Kempen, D. Clark, R. Kohlen, L. Mumford, P. Marcuse, P. Knox, P. Alderson, H. Reed, S. Sassen, A. Scott, R. Smith, N. Thrift, D. Walker, R. Florida, J. Freidman, A. E. Tschogl, S. Hymer, M. Hoyler, P. Hall, Y. Jao and other. To date, large-scale and solid research of world cities is conducted by P. Taylor and the group «Globalization and World Cities» (GaWC).

The results of studies on various aspects of the development of world cities are widely covered in the scientific works of Ukrainian and Russian scholars, in particular, O. V. Boyko-Boychuk, G. V. Chernova, E. G. Dovbish, O. L. Dronova, S. I. Ishchuk, O. V. Gladkey, Yu. V. Kasyanchuk, N. S. Nimchenko, L. G. Rudenko, D. A. Savkin, I. G. Savchuk, E. N. Samburova, I. V. Skavrovska, N. A. Sluka, I. M. Voronin, I. G. Zhivotovska and other scientists.

**The purpose** of the work is to study the human-geographical approach to the formation and development of the concept of world (global) cities in the XX–XXI centuries.

**Results.** At the beginning of the concept formation of world cities, this category was used to designate cities of special cultural and religious significance such as Rome or Paris, as well as for the capitals of former empires such as London, Paris, Vienna, Madrid [31]. Modern theory of world cities is primarily due to their particular participation in global socio-political processes and the world economy. Such centers are distinguished not by population or by the status of the capitals of the largest countries, but by the range of actions and the degree of political influence and economic power. They are a kind of command and control centers of the global economic system, occupying a dominant position in the city's hierarchy of the planet [23].

Use of a wide range of methods and means of studying world cities contributed to the emergence of a number of terms describing this phenomenon, in particular, including «world city», «global city», «world center», «world financial center», «cosmopolis», «information city», «media city», «metropolis», «ecumenopolis», «global city region», «capitals of capital», «international city», «globalizing city», «megacity», «interactive city», etc. (tabl. 1). The variety of terms is an indicator that reflects the ambiguity and complexity of this phenomenon in modern science, as well as the diversity of approaches in its study.

In modern scientific literature it is proposed to consider the world city not as a concrete term, but as a theoretical concept – universals, which implies a special role of the city in the development of human civilization. From these positions, the world city stands, firstly, as a phenomenon unique and singular; secondly, the scope of its influence clearly has a planetary or, ultimately, macro-regional coverage; thirdly, the world city represents a special force concentrator, whether in the field of ideology, religion, military force, innovation economy, etc.; fourthly, it acts as a hegemon, functions as a governing and controlling element within the framework of another, «subordinate» territorial-social system; fifthly, the spatial organization of such a system has a clearly pronounced center-peripheral character; sixthly, the

Evolution of the concept of world (global) cities (compiled by the authors)

Author (Source)	Definition of the concept	Examples of world cities
P. Geddes «Cities in Evolution», 1915	<b>World center</b> – a city that plays a special role in world development [27]	The capitals of the leading European countries – London, Paris, Berlin, Vienna, as well as a number of major cities in the United States – New York, Boston, Chicago, Philadelphia
P. Hall «The World Cities», 1966; 1984	<b>World city</b> – a big city with an overproportional share of world politics, economy, culture and art; centers of the world with a high level of development in such areas as trade, finance, education, culture and technology; a relatively limited number of places where a significant part of the world's most important affairs takes place. They are the centers of, firstly, political power of the national and world level, as well as the location of government and various public organizations, trade unions, business federations, trade unions, etc.; secondly, national and international trade and communications systems; thirdly, banking, financial and insurance services; fourthly, powerful transport streams and communications. Such cities quickly turn into centers of concentration of all kinds of activities, centers for collecting and disseminating information, art, culture and entertainment, the largest centers of consumption [28]	London, Paris, Moscow, New York, Tokyo and such large urban areas as the Randstad and the Rhine-Ruhr
C. Doxiadis «Ecumenopolis: Tomorrow's City», 1968	<b>Ecumenopolis</b> – superglomeration or global agglomeration, forming a solid network of resettlement on the Earth's surface [24]	At the time of the introduction of the notion of the cities that he met, did not exist
H. Reed «The Preeminence of International Financial Centers», 1981; «Financial center hegemony, interest rates, and the global political economy», 1989	<b>Capitals of capital</b> – cities as international or supranational financial centers. The emergence of financial centers is due to the need to transform financial capital from savings in investment. Financial centers exist because of their ability to maintain a balance between savings and investments, and to act as an intermediary between investors and borrowers [30]	Global Centers: London, New York (first order); Amsterdam, Frankfurt am Main, Paris, Tokyo, Zurich (second order). International financial centers: Basel, Bombay, Brussels, Vienna, Hamburg, Hong Kong, Dusseldorf, Madrid, Melbourne, Mexico City, Rome, Rio de Janeiro, San Paulo, San Francisco, Sydney, Singapore, Toronto, Chicago (first order); Bahrain, Buenos Aires, Kobe, Los Angeles, Luxembourg, Milan, Montreal, Osaka, Panama, Seoul, Taipei (second order)
F. Braudel «Civilization and Capitalism, 15th-18th Century», 1984	<b>Metropolises</b> are big cities that perform international economic functions. They take part in a constant flow of information, goods, capital, people, etc. [15]	The overwhelming majority of capitals of the developed countries of the world

<p>J. Friedmann, G. Wolff «World City formation: An Agenda for Research and Action», 1982; J. Friedmann «The World City Hypothesis», 1986; J. Friedmann «Where we stand: A decade of world city research», 1995</p>	<p><b>World cities</b> – centers with obvious domination in the economy, first of all, the financial sector and the service sector. They are closely linked to the system of communications and financial transactions and together form a global system for controlling market expansion. These cities act as intermediaries, offering national counterparts access to global markets. A true global city should be distinguished by a number of features, among which: the presence of relatively large population; the city should be the place of concentration of the headquarters of the largest TNCs and international economic and geopolitical organizations; be the world's financial center, an important global manufacturing center, a major transport and communications hub of international importance, as well as a highly developed area of the business services. The position of the hypothesis of a world city: 1) the form and degree of integration of world cities into the world economy, their functions are crucial for any changes in the internal urban structures; 2) used by global capital as the «main units» of spatial organization of production and sales; 3) the functions of control and management of the world economy in them reflected in the structure and dynamics of the urban economy, employment of the population; 4) serve as the main centers of concentration and accumulation of international capital; 5) attract a large number of migrants; 6) act as carriers of the main contradictions of industrial capitalism, including the social and spatial polarization of the population; 7) their growth leads to an increase in social spending at rates exceeding the fiscal capacity of the state [25]</p>	<p>In the developed countries (countries of the Center): London, Paris, Rotterdam, Frankfurt am Main, Zurich, New York, Chicago, Los Angeles, Tokyo (primary centers); Brussels, Milan, Vienna, Madrid, Toronto, Miami, Houston, San Francisco, Sydney (secondary centers). In developing countries (Semi-peripheral countries): Sao Paulo, Singapore (primary centers); Johannesburg, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Caracas, Mexico, Hong Kong, Taipei, Manila, Bangkok, Seoul (secondary centers)</p>
<p>Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations «The World's Cities » (published since 1988)</p>	<p><b>Megacities</b> – cities with a population of more than 10 million people.</p>	<p>In the world there were 31 megacities in 2016 (Tokyo, Delhi, Shanghai, Mumbai, São Paulo, Beijing, Mexico City, Osaka, Cairo, New York–Newark, Dhaka, Karachi, Buenos Aires, Kolkata, Istanbul, Chongqing, Lagos, Manila, Guangzhou, Rio de Janeiro, Los Angeles–Long Beach–Santa Ana, Moscow, Kinshasa, Tianjin, Paris, Shenzhen, Jakarta, Bangalore, London, Chennai, Lima)</p>
<p>N. Thrift «The Geography of International Economic Disorder», 1989</p>	<p><b>International (world) financial centers</b> – global cities based on the headquarters of international banks, exchanges and transnational companies [32]</p>	<p>Global Centers: New York, London, Tokyo. Zonal centers: Paris, Singapore, Hong Kong, Los Angeles. Regional Centers: Sydney, Chicago, Dallas, Miami, Honolulu, San Francisco</p>
<p>S. Sassen «The Global City: New York, London, Tokyo»,</p>	<p><b>Global cities</b> are postindustrial centers occupying a strategic position in the global economy through the concentration of management and control functions, as well as specialized in the field of professional business ser-</p>	<p>New York, London and Tokyo</p>

<p>1991; 2001; «Cities in a World Economy», 1994\$ Sassen S. «The Global City: Introducing a Concept», 2005</p>	<p>vices, which are represented by major financial institutions, consulting and audit companies, bar associations, advertising agencies, etc.; cities with the most internationalized economy and social structure; cities that are maximally integrated into the world economy and are largely drawing resources and development opportunities through or as a result of interaction in global urban networks. In the center of this interaction is the capital that freely moves the world and generates revenue. It distinguishes four key groups of high-tech services in the global cities: financial and business services, management and control, creative activities, tourism. The sphere of high-tech branches (high-tech) is developing dynamically, and in it production services (sector FIRE – finance, insurance, real estate). Thus, global cities are centers of: concentration of efforts to manage the organization of the world economy; the concentration of finance and specialized companies that actualized the development of the manufacturing industry and transformed it into one of the leading sectors of the economy; production, including creation of innovations in the leading branches of the economy; market trade in goods, services and innovations [31]</p>	
<p>M. Castells «The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring, and the Urban Regional Process», 1989; «The Rise of the Network Society: The Information Age, Economy, Society, and Culture», 1996</p>	<p><b>Informational cities</b> – great economic and financial centers as key elements of the global flow of information, innovation, capital, people, goods and symbols. The determinative feature of such cities is the concentration of administrative, managerial and production functions on a global scale. Cities form informational-power nodes, in which the most important decisions are made, transmitted to global economic networks. The new feature of the global city is its informational component: global cities play a crucial role in the development of the information society, creating the necessary network of decision-making variations at the highest level in different fields, significantly different from other cities on a global scale. Thus, the functions and capabilities of such a city go beyond the geographical scope, gaining a certain degree of independence from the political leadership of the country. The city is becoming a leader in the world political system along with the states [22]</p>	<p>The overwhelming majority of capitals of the developed countries of the world</p>
<p>C. Abbott «The International City Hypothesis: An Approach to the Recent History of U.S. Cities», 1997</p>	<p><b>International city</b> – very widely differentiated concept, in which the role of the city is not reduced to the implementation of economic functions. Cities must have a wide range of economic, political and social characteristics [15]</p>	<p>The overwhelming majority of capitals of developed countries of the world</p>
<p>Y. Jao «Hong Kong as an International Financial Centre, Evolution, Prospects and Policies», 1997;</p>	<p><b>International financial centre</b> (IFC) – a global city that, along with administrative, commercial, cultural, implements the function of financial intermediation and becomes an important platform for the global financial system for attracting and redistributing capital from around the world. Representative offices of transnational banks, stock exchanges, auditor and consulting companies, and</p>	<p>London, New York, Singapore, Hong Kong, Tokyo and others. The Global Financial Centers Index (GFCI) included 87 financial centers in 2016 that play an important</p>

<p>A. E. Tschoegl «International Banking Centers, Geography, and Foreign Banks», 2000; Y. Cassis «Capitals of Capital: The Rise and Fall of International Financial Centres 1780–2009», 2010</p>	<p>state regulators play an important role for the IFC. IFC provides interaction between financial market participants; the functioning of credit-financial and auditing and consulting organizations [4]. IFC is an important unifying element of global financial architecture, which is a collection of financial institutions, markets, organizations and professional communities [21]. In this regard, financial centers become places where simultaneous operations can be carried out on the accumulation, transfer, payment and exchange of financial capital or currency [33]. IFC – centers of concentration of banks and specialized financial and credit institutes [29]</p>	<p>role in the world financial system</p>
<p>P. Taylor and Globalization and World Cities (GaWC), University of Loughborough, UK (a complex of scientific works, from the mid-1990s to this time)</p>	<p><b>World (global) cities</b> – cities are closely interconnected centers of corporate services that take advantage of their geographical location and economic opportunities. The world city not only provides access to world markets, but also positively affects the quality of life and work of citizens [19; 35]</p>	<p>Leading global cities for P. Taylor: London, New York, Paris, Tokyo, Los Angeles, Milan, Singapore, Hong Kong, Chicago, Frankfurt am Main. Top 10 Global Cities GaWC Rankings: London, New York, Singapore, Hong Kong, Paris, Beijing, Tokyo, Dubai, Shanghai, Sydney. In total, the rating includes about 230 cities</p>
<p>D. Clark «Urban world, global city», 1996; «Urban World/Global City», 2003</p>	<p><b>Global cities</b> become command and control centers of the global economic system, with the focus of key individuals, institutions and organizations that manage, manipulate, dictate and define the formation and reproduction of capitalism all over the world [23]</p>	<p>New York, London, Tokyo and others</p>
<p>Allen J. Scott «Regions and the World Economy», 1997</p>	<p>Uses the notion of «<b>global city region</b>». Its definition is not limited to administrative boundaries. The center relies on the entire city region, which is drawn into the processes of globalization and serves as a spatial platform for them [15]</p>	<p>Cities with a population of more than 1 million people</p>
<p>P. Marcuse, R. Van Kempen «Globalizing Cities: A New Spatial Order?» 2000</p>	<p><b>Globalizing cities</b> is a city in the process of globalization. The world city is understood not as a normative concept, not as a status that can be achieved, but as a direction of development that cities around the world want in the process of globalization [15]</p>	<p>New York, London, Tokyo and others</p>
<p>E. Isin «Being Political: Genealogies of Citizenship», 2002</p>	<p><b>Cosmopolis</b> – a city of world significance. Emphasizes the continuity of urban development, starting with the ancient polis. The development of the city receives a special economic direction in the conditions of globalization [15]</p>	<p>Cities of the future</p>
<p>B. L. Glazychev «Urbanistics», 2008</p>	<p><b>Global city</b> is a strategic space in which global processes take place on the territory of the state, and global dynamics overcomes state institutional measures. In this sense, the global city model rejects the notion that global and national economies are mutually exclusive [2]</p>	<p>New York, London, Tokyo and others</p>
<p>I. M. Voronin «Formation of global cities as a</p>	<p><b>Global cities</b> are the largest global centers, places of concentration of the most important economic, financial, and political functions occupying strategic positions in the</p>	<p>New York, London, Tokyo and others</p>



result of the impact of globalization and informatization processes on the resettlement system», 2009	world economy. They tend to concentrate team functions and high-level service companies focused on global markets [1]	
N. A. Sluka «Evolution of the Concept of World Cities», 2005; «The Global City: Theory and Reality», 2007; «Global urban regions as the main form of the territorial organization of the world system», 2011	<b>Global cities</b> are agglomerations with enormous financial, managerial, information and political functions; the largest aircrafts of the world; locations of headquarters of major transnational companies, transnational banks and specialized business services; centers of innovation generation; key players in virtually all world markets; are formed as the most important nodes of world economic relations and international relations [3; 14; 15]	The overwhelming majority of capitals of developed countries of the world
S. McQuire «The Media City: Media, Architecture and Urban Space», 2014	The global city becomes a <b>media city</b> : digital networks of information space are beginning to form the social profile of the inhabitant of the global city, his views, and digital technologies «format» the idea of time and space, thereby developing competitive strategies of the global city among other cities. The socio-economic competitive gap is thus created within the global city through the maximum use of media technologies in the information environment [8]	New York, London, Tokyo and others
«Microurbanism. The city is in detail», 2014	<b>An interactive city</b> is a city that goes beyond its physical boundaries through network quality [10]	New York, London, Tokyo and others
O. Y. Matveeva «Global cities – cities that change the socio-cultural space», 2015	<b>The global city</b> accumulates all socio-cultural processes and determines the dynamics of socio-cultural development, the change of world space in the centripetal direction, as well as the nature of this dynamics, which increases from the periphery to the center. This kind of change allows us to consolidate the notion of rappers in world cities. Rapper is a landmark that sets the direction of general development that changes the dynamics of the socio-cultural space [9]	New York, London, Tokyo and others
V. A. Dergachev (Institute of Geopolitics of Professor Dergachev: Network project)	<b>World (open) cities</b> – the largest historical materialized poles in the multidimensional space of the Earth's space, the formation of which occurs when this place in a particular social time is manifested in the intersection of material, cultural and information flows. The world's city does not belong to the people, but a mass that denies traditions and culture. A resident of a world city – a man torn from tradition. World cities (interpolises, international metropolitan centers) act as leaders of a «global» economy and society, and thus more and more distant from the internal periphery. The world city is the center of inter-civilization dialogue, which has concentrated enormous material and spiritual wealth, including culture and science [6]	New York, London, Paris, Hong Kong, Singapore, Istanbul, Moscow and others. Strategic capitals – Washington, in the future – Beijing. World financial capitals – New York, Frankfurt am Main, Tokyo, Shanghai, Moscow

presence of the dominant one-, two-way links supporting the system [12].

Thus, several approaches to identifying the phenomenon of a world city based on different principles but closed within the framework of invariants combination of three main parameters of the international influence of the city: «space», «time» and «scale of force» [12]:

1) *geo-economic approach*: the emergence and development of world cities is directly related to the growth of their economic power. Therefore, world cities act as centers of the world economy and finance, which concentrate financial and industrial and technical power and determine the main trends of business activity within the various spatio-temporal stages of world economic development; manage, manipulate, dictate and define the formation and reproduction of capitalism all over the world; are important global manufacturing centers, key players in virtually all world markets, command and control centers of the global economic system, locations of headquarters of major transnational companies, transnational banks, specialized business services, etc.;

2) *socio-cultural approach*: world cities accumulate in themselves all socio-cultural processes and determine the dynamics of socio-cultural development of world society; act as the largest religious centers, forming for centuries the consciousness and culture of the vast human masses (Jerusalem, Mecca, etc.); develop as creative cities, the obligatory condition of functioning of which is the presence of the formed creative class and creative economy [17]; have an overproportional share of world culture, arts, entertainment, tourism, etc.;

3) *geopolitical approach*: world cities are endowed with enormous political functions; act as locations of headquarters of various international intergovernmental and non-governmental organizations; become leaders in the world political system along with the states; are the centers of political power of the national and world level, cities with an overproportional share of world politics, etc.;

4) *historical-geographical approach*: many centers of the Ancient World are included in the world's cities, empires and metropolises, whose sphere of influence covered enormous space, inhabited by numerous peoples (for example, Babylon, Rome, etc.);

5) *geodemographic approach*: world cities are concentration of large population; have enormous demographic potential; act as global agglomerations, forming a solid network of resettlement on the Earth's surface; are part of the supporting frame of

the urban settlement of the planet; are global centers for the exchange of human resources;

6) *information and communication approach*: world cities are endowed with enormous information functions; they play a crucial role in the development of the information society, creating the necessary network of decision-making variations at the highest level in different fields. They are key elements of the global system of information flows, go beyond their physical boundaries through network quality; are the centers of powerful transport streams and communications, etc.;

7) *service approach*: world cities specialize in professional business services, including accounting, auditing, legal services, advertising business, consulting, marketing, FIRE (finance, insurance, real estate), etc.;

8) *innovative approach*: world cities are developing as the largest educational and research centers, places for generating innovations, key elements of the global innovation system, the main players in the global market for the latest technological achievements, and so on.

Certainly, it is not expedient to confine ourselves to only one approach when studying world cities. In this context, the human-geographical approach, which combines all the above-mentioned and provides the most comprehensive study of the phenomenon of world cities, looks important.

In this context, one important detail on which N. A. Sluka («Evolution of the Concept of World Cities», 2005) has first exacerbated his viewpoint: the majority of the concepts of world cities are based primarily on geo-economic approaches. From the standpoint of geographical science, the main disadvantage of these classical works is that the main emphasis in them is directed only at a simple measurement of the characteristics of global cities, while ignoring the spatial (in fact, geographic) aspect and such an important system component as socio-economic interrelations between individual elements of city networks. Although there is an assertion that globalization can lead to a loss of meaning in the concepts of «space» and «geography», but rather we must speak of a constant re-evaluation and a change in the structure of spatial configurations in the process of intensifying transnational relationships [15].

The significance of the human-geographical approach to the study of world cities is compounded by the fact that these studies are now aimed primarily at deepening the study of the national specificity of the world cities development by individual countries. At the same time, the GaWC research network in new publications not only updates the data on new cities in the world, but also conducts detailed research of cities in their

individual regions in order to reveal certain peculiarities of the globalization process influence on their development [13].

Conclusions. The phenomenon of world (global) cities is of considerable interest and is the subject of research for the specialists from different spheres. The author of the concept «world city» is the P. Geddes, the urbanist from Britain (1915), the concept of «global city» – professor of sociology of the University of Chicago S. Sassen (1991). In modern scientific literature there are a number of terms that describe the phenomenon of world cities, in particular, including «global city», «world center», «world financial center», «cosmopolis», «information city», «media city», «metropolis», «ecumenopolis», «global city region», «capitals of

capital», «international city», «globalizing city» «megacity», «interactive city», etc. Definition of the concept of «world cities» is based on such aspects as economic development, political influence, social significance.

Several approaches to identifying the phenomenon of a world city based on different principles can be singled out: geoeconomic, geopolitical, socio-cultural, historical-geographic, geodemographic, information and communication, service, innovation. An important human-geographical approach, which combines all of the above-mentioned and provides the most comprehensive study of the phenomenon of world cities.

### References

1. Воронін, І. М. Формування глобальних міст як результат впливу процесів глобалізації й інформатизації на систему розселення [Електронний ресурс] / І. М. Воронін // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия : География. – 2009. – Т. 22 (61). – № 2. – С. 167–172. – Режим доступа : \www/ URL: [http://sn-geography.crimea.edu/archiv/2009/uch\\_22\\_2g/020\\_voron.pdf](http://sn-geography.crimea.edu/archiv/2009/uch_22_2g/020_voron.pdf)
2. Глазычев, В. Л. Урбанистика / В. Л. Глазычев. – М. : Европа, 2008. – 220 с.
3. Глобальный город: теория и реальность / Под ред. Н. А. Слуки. – М. : ООО «Аванглион», 2007. – 243 с.
4. Долгова, А. Ю. «Международный финансовый центр» и «глобальный город»: взаимосвязь понятий / А. Ю. Долгова // Вестник МГИМО-Университета. – 2017. – № 1(52). – С. 162–172.
5. Дронова, О. Л. Геоурбанистика : навч. посіб. / О. Л. Дронова. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2014. – 419 с.
6. Институт геополитики профессора Дергачова : сетевый проект [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://dergachev.ru/latest-geopolitics/19.html#.WmV9RrgpqZk>
7. Ланно, Г. М. Города на пути в будущее / Г. М. Ланно. – М. : Мысль, 1987. – 257 с.
8. Маккуайр, С. Медийный город: медиа, архитектура и городское пространство / С. Маккуайр. – М. : StrelkaPress, 2014. – 300 с.
9. Матвеева, О. Ю. Глобальные города – города, меняющие социально-культурное пространство / О. Ю. Матвеева // Вестник науки Сибири. – 2015. – № 1(16). – С. 93–97.
10. Микроурбанизм. Город в деталях. – М. : Новое литературное обозрение, 2014. – 352 с.
11. Подлепіна, П. О. Глобальні міста в міжнародному туризмі / П. О. Подлепіна, В. М. Сабадир // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм». – 2017. – Вип. 6. – С. 198–205.
12. Понятие мировых городов. Критерии мирового города [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.geograf-stud.ru/shpargalki-na-ekzamen-po-geografii/41-otvety-na-voprosy-po-geourbanistike/840-ponyatie-mirovuyh-gorodov-kriterii-mirovogo-goroda.html>
13. Руденко, Л. Г. Класифікація міжнародних функцій міст та їх прояв в Україні / Л. Г. Руденко, І. Г. Савчук // Український географічний журнал. – 2014. – № 438. – С. 38–45.
14. Слука, Н. А. География городов / Н. А. Слука // Эксперт. – 2008. – № 15 (604). – С. 68–74.
15. Слука, Н. А. Эволюция концепции «мировых городов» / Н. А. Слука // Региональные исследования. – 2005. – № 1. – С. 11–29.
16. Суптелло, О. С. Суспільно-географічні передумови виникнення глобальних міст / О. С. Суптелло // Другі Сумські наукові географічні читання : зб. матеріалів Всеукр. наук. конф. (м. Суми, 10–12 листопада 2017 р.). – Суми, 2017. – С. 42–45.
17. Урбаністична Україна: в епіцентрі просторових змін : монографія / За ред. К. Мезенцева, Я. Олійника, Н. Мезенцевої. – К. : Видавництво «Фенікс», 2017. – 438 с.
18. Чернова, Г. В. Глобальні міста та сучасні тенденції їх розвитку [Електронний ресурс] / Г. В. Чернова, Ю. В. Касянчук. – Режим доступа : [http://www.rusnauka.com/17\\_PMN\\_2014/Geographia/9\\_172066.doc.htm](http://www.rusnauka.com/17_PMN_2014/Geographia/9_172066.doc.htm)
19. Beaverstock, J. V. A Roster of World Cities / J. V. Beaverstock, P. G. Taylor, R. G. Smith // Cities. – 1999. – № 16. – Vol. 6. – P. 445–458.
20. Verube, A. Global Cities, Present and Future: 2014 Global Cities Index and Emerging Cities Outlook [Електронний ресурс] / A. Verube, D. Frison // AT Kearney, 2014. – Режим доступа : <http://www.atkearney.com/research-studies/global-cities-index/fullreport>
21. Cassis, Y. Capitals of Capital: The Rise and Fall of International Financial Centres 1780–2009 / Y. Cassis. – Cambridge University Press, 2010. – 393 p.

22. Castells, M. *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring, and the Urban Regional Process* / M. Castells. – Oxford, UK, Cambridge, MA: Blackwell, 1989.
23. Clark, D. *Urban World. Global City* / D. Clark. – New York, 2003. – 156 p.
24. *Ecumenopolis: Tomorrow's City* / C. Doxiadis // *Britannica Book of the year*. – 1968.
25. Friedmann, J. *The World City Hypothesis* / J. Friedmann // *Development and Change*. – 1986. – № 4. – P. 12–50.
26. *Globalization and World Cities* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/couros1.html>
27. Geddes, P. *Cities in evolution an introduction to the town planning movement and to the study of civics* / P. Geddes. – London : Williams & Norgate, 1915. – 409 p.
28. Hall, P. *World Cities* / P. Hall. – New York: McGraw-Hill, 1966. – 256 p.
29. Jao, Y. *Hong Kong as an International Financial Centre, Evolution, Prospects and Policies* / Y. Jao. – Hong Kong City: University of Hong Kong Press, 1997. – 170 p.
30. Reed, H. *Financial centre hegemony, interest rates and the global political economy* / H. Reed // *International Banking and Financial Centres*. – London, 1989. – P. 247–268.
31. Sassen, S. *The Global City: Introducing a Concept* / S. Sassen // *The Brown Journal of World Affairs*. – Winter/Spring. – 2005. – Vol. XI. – Issue 2. – P. 27–43.
32. Thrift, N. *The Geography of International Economic Disorder* / N. Thrift // *A World in Crisis? Geographical Perspectives*. – Oxford, 1989. – P. 16–78.
33. Tschoegl, A. E. *International Banking Centers, Geography, and Foreign Banks* / A. E. Tschoegl // *Financial Markets, Institutions and Instruments*. – 2000. – № 9. – Iss. 1. – P. 1–32.
34. *The World's Cities in 2016: Data Booklet* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the\\_worlds\\_cities\\_in\\_2016\\_data\\_booklet.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf)
35. Taylor, P. *World City Network: A Global Urban Analysis* / P. Taylor. – Routledge, 2004.

УДК 504.53.052

\*О. В. Дедов, к. с.-г. н., доцент,

\*\*В. І. Пасічник, директор,

\*\*М. І. Нагрибецький, начальник дослідної лабораторії,

\*Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського,

\*\*Вінницька філія державної установи “Інститут охорони ґрунтів України”

## ГРУНТИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН: АДАПТАЦІЯ, РЕАДАПТАЦІЯ, ПРЕАДАПТАЦІЯ?

Наведено дані про прогнозоване потепління клімату в Україні та його негативний вплив на ґрунти. Проаналізовано розроблені стратегії адаптації сільськогосподарства до кліматичних змін. Обґрунтовано злободенність покращення гумусованості ґрунтів як запоруки підвищення їх стійкості до посилення екстремальності клімату й забезпечення продуктивного використання тепер і в майбутньому. Доведено значущість застосування для цього замість стратегії адаптації (повільного пристосування до змін клімату) попереджувальної тактики – ре- (відновлення втрачених ними важливих складових і властивостей) та преадаптації (подальшим їх покращенням), необхідність припинення практики ґрунтовиснажливого землеробства зі збільшенням у сівозмінах посівів кукурудзи, соняшника, ріпаку (на Поділлі за період 2010-2015 рр. відповідно на 5,6, 1,2 та 0,4 % з часткою їх у них 16,9, 6,2 і 5,8 % при рекомендованих нормах для лісостепу 20, 5-9 та 3-5 %) і зменшенні ґрунтополіпшуючих трав (відповідно з 7,9 до 6,4 % при нормі більше 10 %) та впровадження ґрунтовідновних зерно-трав'яних сівозмінів.

**Ключові слова:** потепління клімату, адаптація, реадаптація, преадаптація, гумус, сівозміни, трави.

**А. В. Дедов, В. І. Пасічник, М. І. Нагрибецький. ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ: АДАПТАЦИЯ, РЕАДАПТАЦИЯ, ПРЕАДАПТАЦИЯ?** Приведены данные о прогнозированном потеплении климата в Украине и его неблагоприятном влиянии на агроландшафты и почвы. Проанализированы разработанные стратегии адаптации сельского хозяйства к изменениям климата. Обосновано злободенность улучшения гумусированности почв – основы повышения их устойчивости к усилению экстремальности климата и обеспечения продуктивного использования в новых условиях среды. Доказана важность использования для этого вместо стратегии адаптации (медленного приспособления почв к изменениям климата) упреждающей тактики – ре- (восстановление потерянных ими важных полезных качеств) с последующей преадаптацией (их улучшением), необходимость прекращения почвоистощающего земледелия с увеличением в севооборотах посевов кукурузы, подсолнечника, рапса (на Подолье за период 2010-2015 гг. соответственно на 5,6, 1,2 и 0,4 % с долей их в структуре посевов 16,9, 6,2 и 5,8 % при нормах для лесостепи 20, 5-9 и 3-5 %) и уменьшения почвоулучшающих трав (соответственно с 7,9 до 6,4 % при норме более 10 %) и использования почвовосстанавливающих зерно-травяных севооборотов.

**Ключевые слова:** потепление климата, адаптация, реадаптация, преадаптация, гумус, севооборот, травы.

**Актуальність.** Планетарне підвищення температури повітря зі збільшенням частоти і сили екстремальних кліматичних явищ негативно вплинуло на досить залежні від клімату агроландшафти та важливі їх компоненти – ґрунти (основний засіб сільськогосподарського виробництва). Забезпечення відновного їх функціонування в сучасних складних екологічних умовах та погіршенні кліматичних в майбутньому на фоні зростання господарських, рекреаційних, естетичних

та інших потреб суспільства є досить серйозною проблемою.

За різними моделями над територією України очікується продовження підвищення температури, яке до кінця XXI сторіччя досягне в порівнянні з періодом 2001-2010 рр. на 0,7-3,0 °C (“м’який” сценарій B1), на 2,6-4,6 °C (“жорсткий” A2) [1].

Це відбуватиметься на фоні передбачуваного незначного підвищення суми опадів майже у всі десятиріччя XXI ст. на 2,3 % (за виключенням його середини в котрій вона зменшиться на 0,3 %). Несуттєве збільшення кількості опадів при одночасному підвищенні температури та його зменшення зумовить зниження гідротермічного коефіцієнта (ГТК) з 1,3 до 1,1, коефіцієнта зволоження (КЗ) з 0,84 до 0,70 та зумовить погіршення вологозабезпечення рослин і ґрунтів [2]. Це також спричинить зниження в останніх інтенсивності синтезу та посилення деструкції гумусу, негативно вплине на їх інші важливі показники: структуру, складення, водопроникність, вологемність, стійкість до ерозії тощо з кінцевим зниженням родючості. Допускати це в умовах збільшення екстремальності клімату є алогічним. Але, на жаль, процеси дегуміфікації продовжуються. У 2008 році втрати гумусу в ґрунтах країни становили 1,07 т/га, а дефіцит його балансу становив у середньому 0,44 т/га [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На шкідливий вплив клімату на ґрунти та необхідність підвищення їх стійкості до них давно (після засухи 1891 р.) звернув увагу В. В. Докучаєв. Тоді він порівняв чорнозем з чистокровним арабським конем, але загнаним, забитим, якому, щоб знову стати найшвидшим скакуном, потрібні відпочинок та відновлення сил. Але ми не вчимося на уроках історії.

Так, серед (П’яте національне повідомлення України з питань зміни клімату, 2009) потребуючих першочергового вирішення сучасних проблем у сільському господарстві виділені: “...перехід на систему біологічного (екологічного, органічного) землеробства; ...реалізація системи ґрунтозахисних, протиерозійних заходів; еколандшафтне проектування і планування сільськогосподарської діяльності та землевикористання...; оптимальна екогумусна система агротехнічних заходів обробітку ґрунтів...” [4, с. 13], а у 17-и запропонованих (у цьому ж повідомленні) заходів з його адаптації до нових кліматичних умов тільки одним (!) передбачено “...впровадження вологозберігаючих технологій обробітку ґрунту у лісостеповій зоні...” [4, с. 232]. У аналітичній доповіді “Протидія глобальній зміні клімату у контексті Кіотських домовленостей: Український вимір” (2010) до цього питання підійшли взагалі

по-філософськи. Серед окремих прикладів адаптаційних заходів до кліматичних змін (єдиним з них який, при великому бажанні, можна вважати спрямованим на захист ґрунтів) передбачено: “...розроблення і запровадження нових агротехнологій, які забезпечують максимально ефективне використання у сільськогосподарському виробництві сприятливих властивостей сучасного клімату, а також попередження і послаблення впливу несприятливих умов і явищ; ...” [5, с. 23]. Конкретно й зрозуміло? Крім того, наведені у цих та інших роботах заходи з адаптації сільськогосподарства до змін клімату – зміщення термінів посіву культур, випасу тварин, та інші – похідні й не спроможні “робити погоду” в агроландшафтах, “ядром” яких є ґрунти (до речі, проголошених в Україні національним її багатством), стан яких уже сьогодні викликає тривогу. Саме вони є визначальними в протистоянні кліматичним змінам, потужність і завзятість якого залежить від стану їх “здоров’я”, зокрема вмісту в них органічної речовини та гумусу, від чого, у свою чергу, залежить їх *структура, складення, вологемність, стійкість до ерозії, тощо і, як наслідок здатність забезпечувати умови родючості рослин при погіршенні кліматичних умов.*

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Не зважаючи на наявність публікацій присвячених вивченню питань негативного впливу потепління клімату на ґрунти [10-13] вирішенню надто важливої на сьогодні проблеми поліпшення їх агроекологічного стану та підвищення стійкості до кліматичних змін уваги приділяється мало. Актуальність цього посилюється необхідністю підвищення їх продуктивності сьогодні та збереженні її у більш жорсткому в кліматичному відношенні майбутньому, забезпеченні продовольчої безпеки країни.

**Формулювання мети статті.** Задумом статті є висвітлення нинішнього гумусного стану ґрунтів України і Поділля, доведення важливості його поліпшення для забезпечення їх стійкості до сучасних і майбутніх змін клімату та продуктивного використання в умовах підвищення його екстремальності. Аргументація необхідності застосування для цього замість стратегії адаптації (лат. *adapto* – пристосовую) – повільного пристосування ґрунтового покриву до змін клімату, попереджувальної тактики – реадaptaції (лат. *re* – повторна дія) відновлення втрачених важливих складових і властивостей ґрунтів з наступною преадаптацією (лат. *prae* – попереду) – (покращенням всіх їх агроекологічних показників) шляхом широкого впровадження ґрунтополіпшуючих зерно-трав’яних сівозмін.

**Матеріали та методи досліджень.** Інформаційною основою дослідження були статистич-

ні дані та матеріали спеціальних доповідей і наукових праць, методологічною її основою – методи структурно-системного аналізу, синтезу, структурно-логічного узагальнення та прогнозування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Загальне потепління клімату проявляється і на території Поділля (терени сучасних адміністративних областей: Тернопільської – Західне Поділля, Хмельницької – Центральне та Вінницька – Східне Поділля). У Західному Поділлі середні за рік максимальна і мінімальна температури за останні двадцять років підвищилися на 1 °С. За прогнозами до 2050 р. (у порівнянні з 1981-2010 рр.) тут очікує підвищення температури зимового періоду на 1,4-1,1 °С, весняного – на 0,6-0,7, літнього – на 0,9-1,0 та осіннього – на 1,3 °С.

Ймовірність збільшення в регіоні кількості

опадів (за рік і особливо у весняний та літній періоди) дуже низька [6].

Подібні кліматичні зміни спостерігаються і на теренах Центрального Поділля. Упродовж останніх десятиліть тут спостерігається підвищення температури повітря вище кліматичної норми на 0,9 °С. Найбільш теплою стала зима (на 1,2 та літо 1,1 °С. Влітку тут збільшилася кількість днів з температурами вище +20 та +25 °С. За період 2021-2050 рр. тут передбачається підвищення середньої та максимальної температури повітря на 1,0 °С, мінімальної – на 1,1 °С. Змін в річній кількості опадів регіоні не прогнозують [7].

Зростання аридності клімату спостерігається і в Східному Поділлі. При збереженні середньої багаторічної суми опадів (440-590 мм.) тут також спостерігається підвищення температури повітря. (табл. 1).

Таблиця 1

Зміна температурного режиму за останні 30 років (базовий кліматичний період) порівняно з попереднім періодом у Східному Поділлі. За [8, с. 40-41]

Період	Місяці												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1957-1986	-5,7	-4,5	-0,1	7,8	14,0	17,0	18,3	17,5	13,0	7,5	2,1	-2,4	7,0
1987-2016	-4,0	-2,7	1,6	8,7	14,6	17,8	19,9	18,9	13,7	7,8	2,2	-2,6	8,0
відхилення	+1,7	1,8	1,7	+0,9	+0,6	+0,8	1,6	+1,4	+0,7	+0,3	+0,1	-0,2	+1,0

При збереженні сучасних темпів потепління (приблизно до 2050 року) помірно континентальний клімат у цьому регіоні стане субтропічним [8].

Підвищення температури повітря без збільшення середньої кількості опадів призводить до зменшення гідротермічного коефіцієнта (ГТК), погіршення умов вологозабезпечення ґрунтів і рослин. І хоча територія Поділля є достатньо зволоженою (ГТК в межах 1,21-1,80) потепління

та підвищення екстремальності кліматичних явищ (в т. ч. збільшення кількості спекотних днів, суховіїв тощо) та нерівномірність випадання опадів зумовлюють значні коливання показників вологозабезпечення – від достатнього зволоження (ГТК 1,21-1,8) до сильно посушливих умов (ГТК < 0,7) (табл. 2).

Це негативно впливає на ґрунти, зокрема їх гумусованість. Адже гідротермічний режим (крім урожайності сільськогосподарських культур) та-

Таблиця 2

Гідротермічні умови періоду квітень-серпень у центральних районах Східного Поділля (2010 - 2015 рр.). За [9]

Рік	Сума температур, °С, +/-	Сума опадів, мм, +/-	Середня за період			ГТК
			Відносна вологість повітря, %, +/-	середньодобова температура повітря, °С, +/-	температура ґрунту на глибині 5 см, °С, +/-	
Середні багаторічні показники	2020,0	507	73,6	17,2	19,3	1,380
2010	+ 219,5	- 10,6	- 7,7	+ 1,3	+ 1,3	1,360
2011	+ 251,1	- 227,7	- 6,3	+ 1,3	+ 1,0	1,230
2012	+ 409,2	- 327,4	- 8,1	+ 2,6	+ 3,5	0,813
2013	+ 80,9	- 226,4	- 3,3	+ 1,4	+ 2,4	1,230
2014	+ 207,8	- 201,0	- 4,6	+ 0,9	+ 1,9	1,374
2015	+ 343,7	- 418,3	- 15,3	+ 2,1	+ 3,5	0,375

кож значно впливає на кількісний і видовий склад ґрунтової біоти, а також її фізіологічну активність та інтенсивність у них біохімічних процесів, утворення гумусу.

Так, за даними Дем'янюка О. С. і співав. (2016) при вирощуванні кукурудзи на дослідних ділянках Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (Східне Поділля), при найбільш сприятливому (за три роки досліджень) співвідношенні тепла і вологи у 2013 році коефіцієнт гумусонакопичення становив 1,06, а у посушливому 2012 р. лише 0,92 [10].

Мікробіота ґрунту, яка визначає ефективність утилізації органічних решток, баланс карбону (С) і від якої залежить вміст в ньому органічної речовини (в т. ч. і гумусу) дуже залежить від

температури, з підвищенням якої інтенсивність властивих їй функцій знижується. Саме тому вона є визначальним чинником балансу гумусу в ґрунтах при потеплінні клімату [11].

При підвищенні температури знижується активність мікроорганізмів і синтезованих ними ферментів поліфенолпероксидази та поліфенолоксидази, які приймають активну участь у розкладанні лігніну, мінералізації органічної речовини ґрунту та синтезі гумусних речовин [12, 13].

Наведені, а також інші чинники (ерозія, незбалансоване удобрення тощо) при внесенні дуже малої кількості органічних добрив (у 2016 р. у Східному Поділлі лише 0,1 т/га) зумовлюють продовження дегуміфікації земель (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка вмісту гумусу в орних ґрунтах Східного Поділля за 1986- 2010 рр. За [14]

Вміст гумусу за турами обстежень %				
V (1986-1990)	VI (1991-1995)	VII (1996-2000)	VIII (2001-2005)	IX (2005-2010)
2,79	2,78	2,74	2,74	2,71

Якщо темпи втрат гумусу залишаться на рівні ІХ туру обстеження до кінця Х гумусованість ґрунтів знизиться ще на 0,03 %, а до 2045 р. вона досягне критичної межі – 2,5 %, після чого відновити її буде надто важко і потребуватиме значних затрат (не вводячи мову про збитки внаслідок зниження урожайності культур та додаткових витрат на її підтримання, а тим більш підвищення).

Подібне відбувається і в інших частинах Поділля. У Західному його регіоні темпи цього процесу становили щорічно у 1 десятиріччі ХХІ ст. 0,04 % [15], а у Центральному за період 1990-2006 рр. гумусованість ґрунтів зменшилася з 3,27 до 3,12 % [16].

На сьогодні (в складних економічних, соціальних та інших умовах) для досягнення стратегічної мети (протидії зміні клімату) потрібно вибрати найбільш раціональну тактику. Серед багатьох (перехід на систему біологічного землеробства, впровадження ґрунто- і водозберігаючих технологій (No-Till, Mini-Till, Strip-Till), протиерозійних заходів, еколандшафтного землекористування та ін.) таким тактичним прийомом (у зв'язку з порівняно нижчою затратністю) є скорочення в структурі посівів просапних культур та розширення у них частки одно- і багаторічних (особливо бобових) трав та залуження виснажених і деградованих земель. Дежавю? Ні. Ігнорування впровадження прогресивних науково обґрунтованих сівозмін і технологій. Це зумовлене економічними і психологічними чинниками – виживанням в умовах диспаритету цін на рос-

линницьку та промислову продукцію, прагненням швидкого одержання максимально можливого прибутку тимчасовими орендарями (саме вони обробляють лівову частку земель) при мінімальних затратах за рахунок їх виснаження (при відсутності дієвого контролю за змінами якісних показників останніх) та іншими. А на сьогодні вже розроблені сівозміни з 10-20 % насиченням їх травами та зерновими (80-90 %) що часто забезпечують бездефіцитний баланс гумусу в ґрунтах [17].

Однак, згідно зі статистичними даними ("Сільське господарство України"..., 2016) площа посівів зернових у нашій країні за період 2000-2015 рр. збільшилася тільки в 0,9 раза і досягла 54,8 % від загальної посівної площі (26902 тис. га у 2015 р.), а ерозійно небезпечної та виснажуючої ґрунти кукурудзи зросла в три рази зайнявши в структурі посівів 15,3 % (мінералізація гумусу під нею та соняшником становить щорічно в середньому 1,1-1,2 т/га при поверненні в ґрунт їх решток всього 0,4-0,6 т/га), соняшнику та ріпаку збільшилися в 1,76 і 3,2 раза досягнувши в структурі посівів (відповідно) 19 % та 2,53 %. Площі під однорічними травами за цей період часу скоротилися в 4,2 раза і зайняли в сівозмінах всього 1,46 %, багаторічних (включаючи укїсну площу посіву минулих років та безпокритві посіву поточного року) – 2,9 раза з часткою у посівній площі 3,8 % [18].

І це не зважаючи на чинну постанову КМУ від 11 лютого 2010 р. № 164, згідно з якою посівна площа соняшнику в сівозміні у найбільш

сприятливій для нього південностеповій зоні не повинна перевищувати 15 %, у лісостепу та північному степу – 10 %, а мінімальна (!) частка багаторічних трав повинна становити в структурі посівів на Поліссі 5 %, інших зонах 10 %.

Певних “здобутків” у цьому досягли і аграрії Поділля. Парадоксально, але на фоні зменшення гумусованості ґрунтів регіону в ньому спостерігається тенденція до посилюючого цей негатив-

ний процес збільшення площ під соняшником, ріпаком (за виключенням Тернопілля) та кукурудзою при зменшенні під багаторічними травами (табл. 4).

У ґрунтах під травостоями багаторічних трав вміст органічної речовини збільшується значно швидше ніж під іншими культурами. Збільшення ж частки просапних культур у сівозміні на 10 % зумовлює втрати гумусу щорічно на

Таблиця 4

Посівні площі окремих сільськогосподарських культур на Поділлі у 2010-2015 рр. За [19, 20]

Частина краю	Культура / рекомендована її частка в сівозміні, %	2010		2015		
		Загальна посівна площа, га	Площа посіву, га / % від загальної площі	Загальна посівна площа, га	Площа посіву, га / % від загальної площі	+/-, %
Західне Поділля		758,8		792,2		
	Зернові та зернобобові /25-95		466,5/61,5		446,7/56,4	- 5,1
	Кукурудза на зерно		76,3/10		118,4/14,9	+ 4,9
	Соняшник / 5-9		11,94/1,6		31,4/3,96	+ 2,36
	Ріпак (озимий і ярий) / 3-5		54,01/7,1		54,3/6,9	- 2
	Однорічні та багаторічні трави поточного і минулих років посіву /10-50		46,8/6,2		45/5,7	- 0,5
Центральне Поділля		944,7		1127,9		
	Зернові та зернобобові /25-95		565,3/58,8		534,3/47,4	+ 11,4
	Кукурудза на зерно		110,7/11,7		190/16,8	+ 5,1
	Соняшник / 5-9		28,65/3		39/3,4	+ 0,4
	Ріпак (озимий і ярий) / 3-5		55,5/5,9		70,04/6,2	+ 0,3
	Однорічні та багаторічні трави поточного і минулих років посіву / 10-50		91,2/9,7		72,3/6,4	+ 3,3
Східне Поділля		1539,9		1637,8		
	Зернові та зернобобові /25-95		861,8/56		831,4/50,8	- 5,2
	Кукурудза на зерно		189,6/12,3		309,1/18,9	+ 6,6
	Соняшник /5-9		163,7/10,6		187,1/11,4	+ 0,8
	Ріпак (озимий і ярий) / 3-5		45,1/2,9		69/4,2	+ 1,3
	Однорічні та багаторічні трави поточного і минулих років посіву / 10-50		119,6 / 7,8		95,8/5,8	- 2

0,2-0,4 т/га [17].

**Висновки.** За усталеного ведення сільськогосподарського виробництва та великій впливовості на нього клімату (екстремальність якого збільшується) необхідний безвідкладний перегляд пріоритетів його розвитку та прийняття відповідних виважених рішень. В умовах що скла-

даються надто актуальним стає життя запобіжних заходів зі збереження та покращення стану земель і агроландшафтів, затримка яких зумовить посилення їх деградації та великі втрати в аграрному секторі в майбутньому.

Важливим ефективним (крім інших), і, що важливо, порівняно менш затратним тактичним



прийомом у стратегії протистояння кліматичним змінам є удосконалення та впровадження сіво-змін з скороченням у них частки просапних зернових і технічних культур зі збільшенням площ ґрунтополіпшуючих одно- й багаторічних (особливо бобових) трав. Для цього необхідно додержуватися науково обґрунтованих структури посівів з часткою багаторічних трав у них (для лісостепової і степової зон) не менше 10 % .

Цьому у значній мірі сприяло б посилення державного контролю за використанням і якістю ґрунтів та фактичного дотримання чинних законодавчих актів (кількість яких є достатньою) землекористувачами. Прийняттям нових (які стануть, зважаючи на долю попередніх, також лише деклараціями про добрі наміри) проблему не вирішити.

#### Література

1. *Special Report of IPCC Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change / N. Nakicenović et al. Eds. – Cambridge University Press, 2000. – 599 p.*
2. Степаненко С. М. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України [Текст] : монографія / С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Є. П. Школьнік [та ін.] ; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. – Одеса : Екологія, 2011. – 696 с.
3. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України [Текст]. – Київ: ТОВ «ВИК-ПРИНТ», 2010. – 111 с.
4. П'яте національне повідомлення України з питань зміни клімату [Електронний ресурс]. – Київ, 2009. – 281 с. – Режим доступу: [https://www.google.com.ua/?gws\\_rd=ssl#q=n'яте+національне+повідомлення+україни+z+питань+зміни+клімату%2C+2009\)+для+вирішення](https://www.google.com.ua/?gws_rd=ssl#q=n%27яте+національне+повідомлення+україни+z+питань+зміни+клімату%2C+2009)+для+вирішення). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 02.11.2017.
5. Протидія глобальній зміні клімату в контексті Кіотських домовленостей: український вимір [Текст] / С. Л. Орленко, Я. А. Жаліло, І. В. Трофимова [та ін.]. – Київ : НІСД, 2010. – 48 с.
6. Балабух В. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини ХХІ ст. [Текст] / В. Балабух // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія. – 2014. – № 1. – С. 43-54.
7. Оцінка вразливості та заходи з адаптації до змін клімату. Хмельницький [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2015/02/ad\\_Khmelnitskiy\\_City\\_-](http://climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2015/02/ad_Khmelnitskiy_City_-) Назва з екрана. – Дата перегляду: 02.12. 2017.
8. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2016 рік) . – Вінниця : Департамент екології та природних ресурсів ОДА, 2017. – 259 с.
9. Цицюра Я. Г. Адаптивна стратегія землеробства правобережного Лісостепу України за зміни клімату / Я. Г. Цицюра // Сільське господарство та лісівництво – 2017. – № 5. – С. 25-33.
10. Дем'янюк О. С. Вплив гідротермічного режиму вегетації на екологічний стан ґрунту та врожайність кукурудзи / О. С. Дем'янюк, О. В. Шерстобоева, А. М. Клименко, Я. В. Чабанюк // Агроекологічний журнал. – 2016. – № 3. – С. 45-50.
11. Lutzow M. Temperature sensitivity of soil organic matter decomposition: What do we know? / M. Lutzow, I. Kogel-Knabner // *Biology and Fertility of Soils*. – 2009. – Vol. 46. – P. 1-15.
12. Fenner N. Hydrological effects on the diversity of phenolic degrading bacteria in a peatland: implications for carbon cycling / N. Fenner, C. Freeman, B. Reynolds // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2005. – Vol. 37, No 7. – P. 1277-1287.
13. Якушев А. В. Зависимость активности полифенолпероксидаз и полифенолоксидаз в современных и погребенных почвах от температуры / А. В. Якушев, И. Н. Кузнецова, Е. В. Благодатская, С. А. Благодатский // *Почвоведение*. – 2014. – № 5. – С. 590–596.
14. Мазур В. Динамічна оцінка гумусового стану ґрунтів Вінниччини / В. Мазур, Я. Цицюра, І. Дідур, Л. Пелех // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Агронімія. – 2014. – № 18. – С. 86-92.
15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області у 2009 році. – Тернопіль : Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Тернопільській області, 2010. – С. 130.
16. Гаврилюк Б. Б. Проблемні питання вдосконалення еколого-агрохімічної паспортизації при моніторингу земельних ресурсів / Б. Б. Гаврилюк Г. М, Гаврилюк, Ю. М. Кух [та ін.] [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2008/68-81-12>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 04.12. 2017.
17. Гудзь В. П. Землеробство [Текст] : підручник / В. П. Гудзь, І. Д. Примак, Ю. В. Будьонний [та. ін.] ; за ред. В. П. Гудзя. – 2-ге вид. перероб. та доп. – Київ : Центр учбової літератури, 2010. – С. 88-96.
18. Сільське господарство України за 2015 р. / відповід. за вип. О. М. Прокопенко – Київ : Державна служба статистики України, 2016. – С. 66-96.
19. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2010 року [Текст] / відп. за вип. О. М. Прокопенко. – Київ : Державний комітет статистики України, 2010. – 53 с.
20. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2015 року [Текст] / відп. за вип. О. М. Прокопенко. – Київ : Державний комітет статистики України, 2015. – 53 с.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОЗСЕЛЕННЯ НАСЕЛЕННЯ РЕГІОНУ

У статті розкрито роль геоінформаційних систем в суспільно-географічних дослідженнях, визначено основні функціональні особливості використання геоінформаційних систем при дослідженні регіональних систем розселення, сформульовано основні задачі проведення ГІС-аналізу. Розкрито особливості та сфери використання просторового та атрибутивного ГІС-аналізу. За допомогою геоінформаційних систем проведено аналіз розселенської структури регіону, виявлено переваги та недоліки методів побудови карт щільності населення регіону, представлено можливості побудови кругових та стовпчастих діаграм для відображення узагальнених за площею даних та точкових об'єктів, наведено особливості побудови карт демографічного потенціалу, побудовано моделі поверхні інтегральної функції впливу розселення населення по хронологічних зрізах, виявлено урбанізаційні та агломераційні інтергративні процеси на регіональному рівні. Використано центрографічний метод для математичної характеристики просторового розподілу населення регіону. Представлено топологічні методи центрометрії, проведено визначення центральної точки у системі точок представленої у вигляді плоского графу. Розраховано класи ексцентральності положення районних центрів. Проведено аналіз системи розселення методом діаграм Вороного (трикутників Тиссена), на його основі створено цифрову модель відміток місцевості по заданому набору точок. Визначено переваги використання геоінформаційних систем при дослідженні розселенських систем.

**Ключові слова:** геоінформаційні системи, ГІС-аналіз, система розселення населення, карта щільності, карта демографічного потенціалу, ізолінії, просторовий аналіз.

**Е. А. Кравченко. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАССЕЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА.** В статье раскрыта роль геоинформационных систем в общественно-географических исследованиях, определены основные функциональные особенности использования геоинформационных систем при исследовании региональных систем расселения, сформулированы основные задачи проведения ГИС-анализа. Раскрыты особенности и сферы использования пространственного и атрибутивного ГИС-анализа. С помощью геоинформационных систем проведен анализ расселенческой структуры региона, выявлены преимущества и недостатки методов построения карт плотности населения региона, представлены возможности построения круговых и столбчатых диаграмм для отображения обобщенных по площади данных и точечных объектов, приведены особенности построения карт демографического потенциала, построены модели поверхности интегральной функции влияния расселения населения по хронологическим срезах, выявлены урбанизационные и агломерационные интергративные процессы на региональном уровне. Использован центрографический метод для математической характеристики пространственного распределения населения региона. Представлены топологические методы центрометрии, проведено определение центральной точки в системе точек, представленной в виде плоского графа. Рассчитаны классы эксцентральности положения районных центров. Проведен анализ системы расселения методом диаграмм Вороного (треугольников Тиссена), на его основе создан цифровую модель отметок местности по заданному набору точек. Определены преимущества использования геоинформационных систем при исследовании расселенческих систем.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, ГИС-анализ, система расселения населения, карта плотности, карта демографического потенциала, изолинии, пространственный анализ.

**Актуальність теми дослідження.** На сучасному етапі розвитку методів збору, обробки та аналізу просторово-координованих даних роль геоінформаційних систем, як універсального інструменту суспільно-географічних досліджень та просторового моделювання обумовлює рівень якості та детальності проведеного дослідження. Завдяки можливості відображення та аналізу даних геоінформаційні системи розкривають аспекти просторової взаємодії суспільно-географічних об'єктів, демонструють особливості їх взаємозалежності, уможливають побудову багатовимірних моделей. Використання ГІС в географічних дослідженнях дозволяє отримувати якісні та кількісні характеристики різноманітних процесів; аналізувати взаємозв'язки та взаємодію в соціогеосистемах, досліджувати просторово-часові аспекти їх динаміки та еволюції; встановлювати тенденції розвитку та прогнозувати майбутні стани соціогеосистем різного ієрархічного рівня та їх підсистем, якою є система розселення населення. Використання геоінформаційних систем (ГІС) в суспільній географії для дос-

лідження заселенсько-розселенських процесів та розвитку систем розселення населення дозволяє встановити закономірності формування та розвитку в структурній множині населених пунктів та специфікації їх розподілу по території та просторові взаємозв'язки між населеними пунктами різних рангів, виявити радіуси їх впливу, спрогнозувати тенденції розвитку розселенських систем [7].

**Аналіз попередніх досліджень.** Питання застосування методів та методик ГІС-аналізу розселенських процесів та систем розселення недостатньо висвітлені у вітчизняній та зарубіжній літературі. Серед закордонних дослідників питання застосування ГІС-систем у географічній науці присвячено роботи Ароноффа С. [2], Хайсмана О. [6], Ріплей Б. [9], Мітчелла Е. [19], ДеМерса М. Н. [16], Антіпової Є. А. [12]. Теорія ГІС-аналізу висвітлена у працях Кострікова С. В. [7, 17, 24], Руденка Л. Г. [22], Світличного О. О. [23], Сегіди К. Ю. [7, 24, 25], Шипуліна В. Д. [26].

**Метою даного дослідження** є розкриття методичних основ застосування геоінформаційних

систем для дослідження систем розселення населення регіону на прикладі Харківської області у таких ГІС платформах як Map Info, Arc View, Arc Gis.

**Виклад основного матеріалу.** В суспільно-географічних дослідженнях ГІС відіграють роль універсального інструменту збору та обробки географічних даних, що значно полегшує роботу дослідника і дозволяє науковцю зосередитись на аналізі та встановленні закономірностей взаємодії суспільно-географічних об'єктів. Основними функціями ГІС при дослідженні систем розселення є можливість атрибутивного та просторового аналізу. До атрибутивного аналізу можна віднести запит за атрибутами та їх відображеннями, класифікація непросторових даних, картографічні виміри (вимірювання відстані, визначення площі, визначення напрямів та ін.), статистичні функції. Можливостями просторового аналізу є: аналіз близькості та взаємозв'язку об'єктів, мережний аналіз, пошук об'єктів, прогнозування розвитку, інтерполяція та інші геостатистичні методи, зонування, буферизація та класифікація [19, 22].

Просторове взаєморозташування об'єктів досліджується за допомогою операцій аналізу розміщення, зв'язків та інших геопросторових взаємин об'єктів та їхніх атрибутів за допомогою операцій буферизації, аналізу близькості, мережного аналізу, районування та ін. [16, 26].

Використання аналітичних можливостей ГІС при дослідженні розселенських систем допомагає з'ясувати, чим обумовлено місцезположення населених пунктів та наявність між ними зв'язку, реалізувати наступні функціональні можливості [19]:

- аналіз місцезположення об'єктів;
- аналіз розподілу цифрових показників;
- побудова карт щільності;
- пошук об'єктів всередині області, аналіз оточення.

При визначенні основних задач ГІС-аналізу важливими є властивості та характеристики об'єктів або точок простору, адже демографічні дані зазвичай приписуються до точкових об'єктів. Характеристики об'єктів класифікують на якісні та кількісні. З кількісними характеристиками можна виконувати різноманітні операції, якісні характеристики переважно аналізують методом порівняння [8, 10].

Кarti розселення населення характеризуються використанням демографічних показників, показників чисельності населення та особливостей розвитку транспортної мережі регіону. Демографічні карти є відносно простими за географічним змістом та в методичному відношенні найчастіше представляють прості картограми та картодіаграми

[12]. На демографічних картах способом картограми переважно представляють типологію регіонів за значимістю процесів механічного та природного руху в динаміці чисельності населення, густоти або чисельності населення, напрямку зміни основних чисельних характеристик. Такі карти є зручним інструментом для комплексного аналізу демографічних процесів, що дозволяє оцінити їх у просторово-часовому аспекті.

При ГІС-аналізі системи розселення кожен окремий населений пункт можна подавати як точковий об'єкт, а парний зв'язок між двома населеними пунктами – як лінію, що їх поєднує [17]. Певна конфігурація таких точок і ліній складає предметний зміст системи розселення, а точкові і лінійні об'єкти виступають базовими просторовими елементами системи розселення (рис. 1).

Структурована база географічних даних створювалася на підставі таблиць ГІС MapInfo Professional, які поєднували векторні та растрові шари просторово координованих даних по районах Харківської області [24]. *Точковими* ГІС-об'єктами вищого рангу подано районні центри, *лінійним* – зв'язки між районними центрами та опорний каркас розселення та адміністративні границі.

Проведений аналіз дозволив виявити, що опорний каркас міського розселення Харківської області (рис. 1) є радіально-кільцевим, де наявне одне велике ядро – місто Харків, а інші ядра розміщені на радіальних лініях, які йдуть від головного і переважно з'єднані кільцями (їхніми частинами, хордами) між собою [13].

Ефективним інструментом для виявлення та оцінки характеру розподілу населення регіону є побудова карти щільності. Відображення щільності дає можливість оцінити зміну концентрації населення за площею [19]. Для відображення щільності на карті можна використовувати кольорові заливки областей (рис. 2), засновані на щільності розподілу величин всередині них, або створити поверхню щільності (рис. 3). Порівняємо використання даних методів при дослідженні розселення населення регіону (таблиця 1).

Використання зазначених методів побудови карт щільності на прикладі Харківської області представлено на рисунках 2 та 3. Рис. 2 демонструє карту щільності населення, побудовану за середнім показником площинних об'єктів, рис. 3 – поверхню щільності населення, побудовану ізолініями, які з'єднують точки рівної щільності. Більшість програмного забезпечення ГІС, включаючи Arc Gis і Arc View, створює ізолінії поверхні автоматично, необхідно лише визначити перетин горизонталей (різницю в значеннях сусідніх ізоліній) [1, 4, 19]. Густина ізоліній демонструє інтенсивність зміни поверхні. При використанні діапазону значенні інте-

нсивність явища демонструє глибина кольору залишки району області. Відмінною рисою геоінформаційного картографування населення в розрізі адміністративно-територіальних одиниць є візуа-

лізація атрибутивної інформації в зв'язку з тим, що картографують не безпосередньо об'єкти, а їх властивості [19].

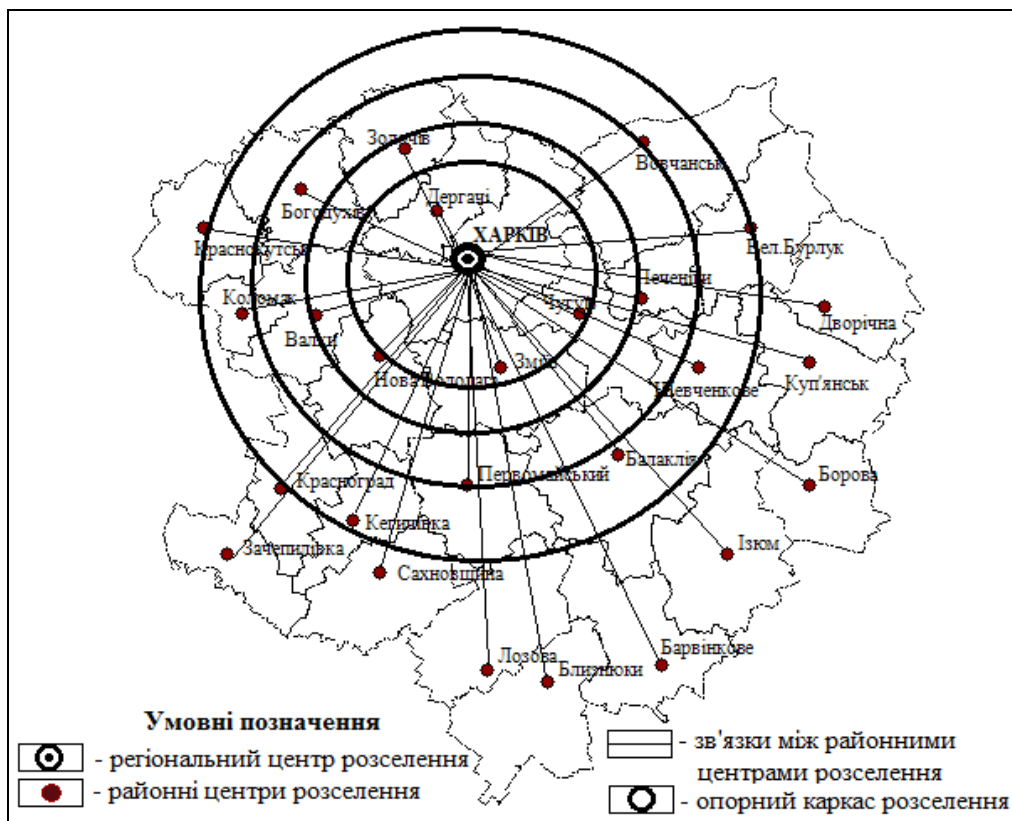


Рис. 1. Розселенська структура Харківської області у 2015 р. (побудовано авторами за даними [16, 21])

Таблиця 1

Переваги та недоліки методів побудови карт щільності населення регіону  
(побудовано автором за даними [5, 13, 19])

Метод	Візуальне подання	Переваги	Недоліки
Побудова карти щільності для дискретних об'єктів	Карта виконується у вигляді залитих областей або полігонів точок. Необхідним є контроль над діапазонами значень досліджуваних показників.	Будується на основі чисельності населення агрегованих об'єктів (полігонів, точок). Метод є досить простим у застосуванні	Даний метод не дає точного місцезнаходження конкретних значень щільності, що може потребувати попередньої обробки даних.
Побудова поверхні щільності	Відтінена поверхня або сукупність ізоліній. Необхідно підібрати оптимальний перетин ізоліній.	Дає точне представлення про значення щільності у будь-якій точці поверхні.	Потребує значних зусиль на обробку первинних даних.

Побудовані різними методами карти щільності населення Харківської області візуалізують специфіку розселення населення регіону: населення Харківської області розміщене вкрай нерівномірно по її території, найбільш густо заселеними є центральні райони, близькі до м. Харків (Харківський, Дергачівський, Чугуївський та ін.), що свідчить про значний економічний розвиток не тільки міста Харків, а і всієї Харківської агломерації, найменшою густотою населення вирізняються периферійні ра-

йони. Поверхня щільності населення акцентує увагу на важливій ролі наявності міста мільйонера – Харкова.

ГІС-системи підтримують можливість побудови діаграм, які дозволяють відобразити показники, узагальнені за площею даних, точкових об'єктів цих областей, одночасно представити закономірності розподілу кількісних показників і категорій, що дозволяє підвищити інформативність карти (рис. 4, рис. 5) [19].



Рис. 2. Карта щільності населення Харківської області у 2015 р. (побудовано автором за даними [21])

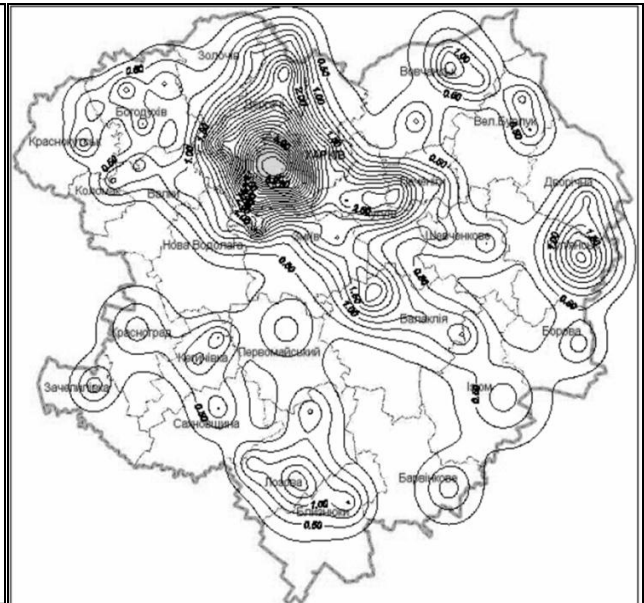


Рис. 3. Поверхня щільності населення Харківської області у 2015 р. (побудовано автором за даними [21])

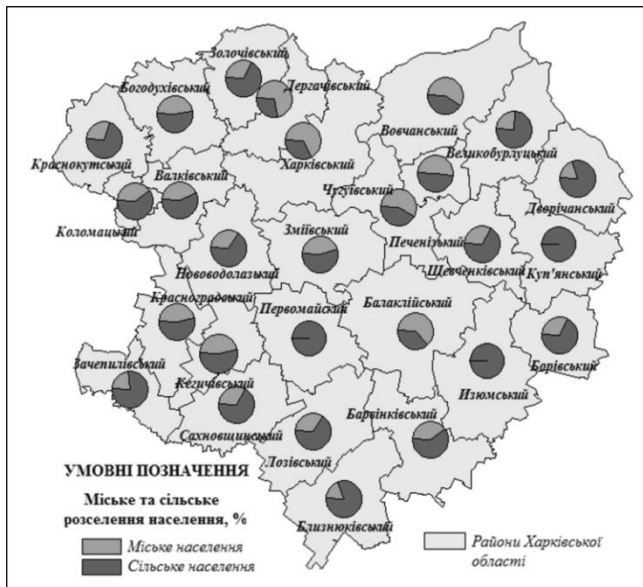


Рис. 4. Співвідношення міського і сільського населення по районах Харківської області у 2015 р. (без урахування великих міст) (побудовано автором за даними [21])

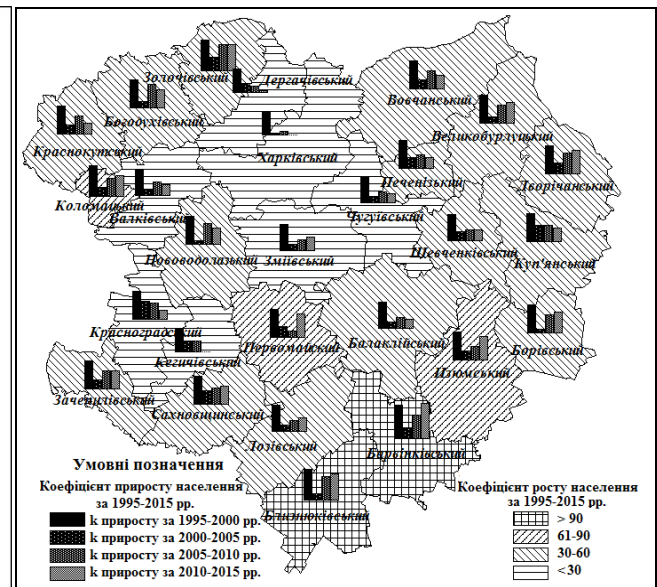


Рис. 5. Коефіцієнти росту та приросту населення Харківської області за 1995-2015 рр. (розраховано та побудовано автором за даними [21])

Дані можна представити у вигляді кругових або стовпчастих діаграм. Кругові діаграми використовуються для представлення частки кожної категорії в загальній сумі (ГІС має функцію розрахунку відсоткової частки кожної категорії). Стовпчасті діаграми частіше використовують для відображення відносної кількості, але при побудові необхідно визначити мінімальну та максимальну висоту стовпчика, і кожна категорія буде представлена згідно своїй величині [5, 19]. З рис. 4 видно, що міське населення на території Харківської області переважає в напрямку просування до географічного центру області та обласного

центру. На рис. 5. представлено коефіцієнти росту та приросту населення Харківської області, і синхронне представлення даних категорій дозволяє виявити райони з найкращою демографічною ситуацією за період у 20 років – це переважно центральні райони області.

При наявності просторово-локалізованих даних про поселення і їх людність ілюстрація заселеності території представляється оптимальною за допомогою карт демографічного потенціалу, складених за допомогою методу ізоліній з кольорними шкалами та використанням grid-моделі [9, 11]. Репрезентативним способом відо-

браження особливостей розселення населення, рівня його концентрації на певній території та демонстрації впливу великих населених пунктів на малі, агломеративних процесів є методика моделювання поля інтегральної функції впливу (ІФВ – моделювання). Дана методика розроблена Немцем К. А. [20], характерною її ознакою є поєднання методів географічного моделювання з методами апроксимації полів географічної оболонки. Взаємодія суспільно-географічних об'єктів залежить від радіусу зони впливу. Саме це, як функцію просторового взаєморозміщення

суспільно-географічних об'єктів, нами визначено в якості просторової складової їх взаємодії. Друга складова – атрибутивна – визначає інтенсивність взаємодії та є функцією числової величини параметру (потужності) об'єктів [20]. Методика ІФВ – моделювання дає змогу аналізувати різні зрізи полів взаємодії (від тонкого до найбільш загального), що варто враховувати при генералізації.

Моделі поверхні ІФВ розселення Харківської області по часових зрізах 1959 р. та 2015 р. наведено на рисунках 6 і 7.

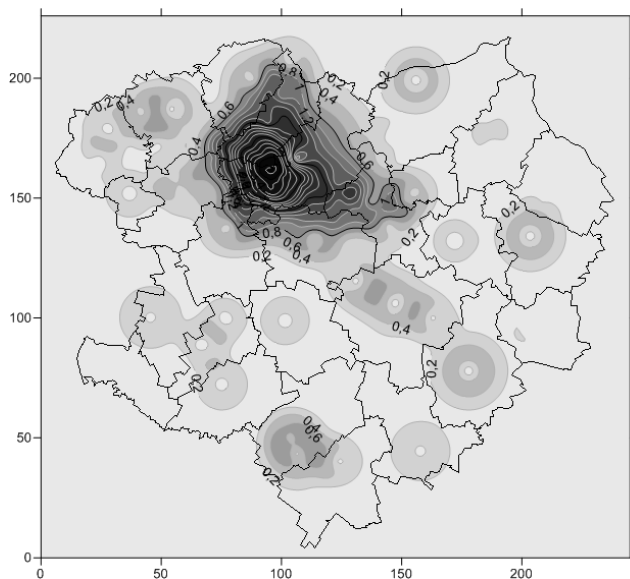


Рис. 6. Модель поверхні ІФВ розселення Харківської області з базовим радіусом впливу  $R_0 = 10$  км у 1959 р. (побудовано автором за даними [21])

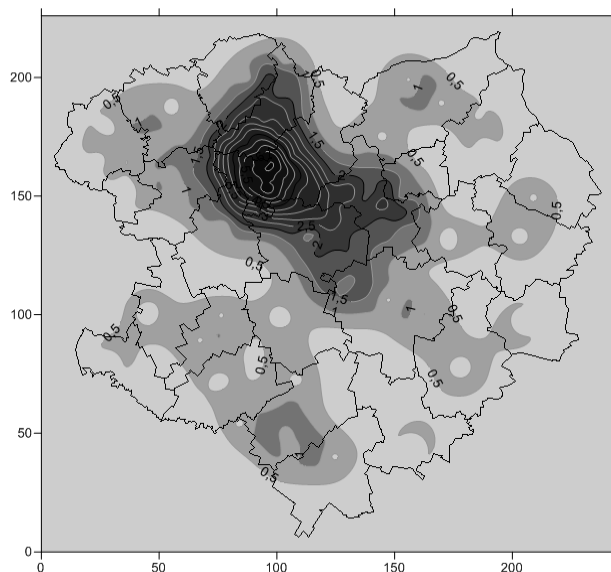


Рис. 7. Модель поверхні ІФВ розселення Харківської області з базовим радіусом впливу  $R_0 = 10$  км у 2015 р. (побудовано автором за даними [21])

Побудовані моделі наочно демонструють динаміку скошеності розвитку системи розселення Харківської області у напрямку обласного центру – м. Харків, потужний розвиток міст та селищ міського типу, що входять до Харківської агломерації. Якщо у моделі 1959 р. ми бачимо розвиток окремих населених пунктів, то у 2015 р. населені пункти поєднуються інтенсивними функціональними зв'язками, значно знижується розселенський потенціал периферійних районних центрів. Серед інтегративних процесів у Харківському регіоні прослідковуються урбанізаційні та агломераційні процеси.

Для аналізу розселення населення регіону доцільним буде використання центрографічного методу, який є способом математичної характеристики просторового розподілу різних явищ шляхом зображення на географічній карті їх «центрів тяжіння». Перші ораці з центрографії базувалися саме на визначенні центру населення (Дж. Гілгард, 1872 р. для визначення центру населення США). В Україні центрографічні дослідження

проводили Святловський Е., Шевченко В., Грицевич В. С., Мезенцев К.В., Немець К. А., Сегіда К. Ю. [15, 25].

За допомогою ГІС центр тяжіння населення можна визначити використавши функцію визначення геометричних центрів районів області [13].

Цей етап було виконано за допомогою програмного середовища Arc GIS, функцією калькулятора геометрії – знаходження X та Y центроїда [1]. Для визначення центру тяжіння розселення населення Харківського регіону скористаємось ГІС платформою ARC GIS: Інструментом «Просторова статистика» (Spatial Statistics Tools) – Зміна просторового розподілу – «Усереднений центр» - «Поле вагів». Наступним етапом є проведення ряду операцій за допомогою калькулятора атрибутів над координатами центроїда районів, з застосуванням формул [4].

Для коректної роботи функції та виявлення закономірностей розподілу показників на карті необхідно використати велику кількість рівномірно розподілених точок, наприклад, центри тяжіння районів (рис. 8).

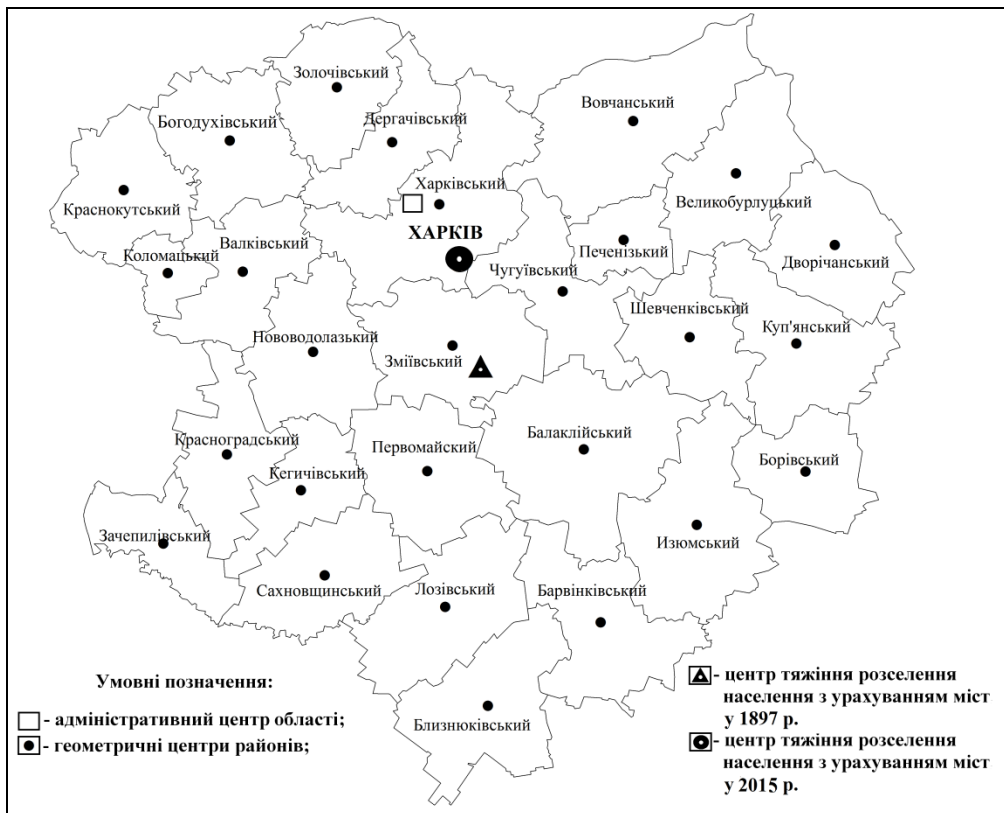


Рис. 8. Центр тяжіння розселення населення у межах сучасної Харківської області у 1897 та 2015 рр. (по районах з урахуванням міст) (побудовано автором за даними [21])

На картосхемі показано, що центр тяжіння населення Харківського регіону є досить динамічним в часі, і за досліджуваний період він з центру області перемістився ближче обласного центру, що свідчить про нерівномірність розвитку території регіону, в якому значна увага приділяється лише м. Харків, без врахування перспективності розвитку малих міст регіону.

Одним з дієвих топологічних методів центрометрії є визначення центральної точки у системі точок представленої у вигляді плоского графу [16]. Якщо вершинами графу є центри розселення (районні центри Харківської області), а ребра – реальні або абстрактні відношення сусідства, то центральна точка визначається за допомогою числа Кеніга (ексцентриситету вершини) [16]. Ексцентриситет вершини є мінімальною відстанню (числом ребер графу) між даною вершиною і найбільш віддаленою від неї вершиною цього графу. Для визначення метричних відстаней по графу скористаємося інструментом «Лінійка» ГІС платформи Map Info. Структурована база географічних даних створювалася на підставі таблиць ГІС MapInfo Professional, які поєднували векторні та растрові шари просторово координованих даних по районах Харківської області. Точковими ГІС-об'єктами вищого рангу представлено районні центри, лінійним – ребра графу та адміністративні границі. [17, 18]. Класи ексцентральності розміщення районних центрів Харків-

ської області представлено на рис. 9.

На рис. 9 представлено, що за числом Кеніга найбільш віддаленим від центру розселення населення є м. Куп'янськ (число Кеніга дорівнює 7), також значно віддалені Краснокутськ, Зачепилівка, Коломак, Красноград, Великий Бурлук та Дворічна (число Кеніга дорівнює 6). Центральними ядрами розселення є Зміїв, Первомайськ, Лозова (число Кеніга дорівнює 3).

Ефективним методом топологічного аналізу регіональних систем розселення є метод діаграм Вороного (трикутників Тиссена). Даний метод дозволяє сформулювати полігональні області на заданій множині за умови, що відстань від будь-якої точки області до даної точки менше, ніж для будь-якої іншої точки множини. Межі трикутників Тиссена є відрізками перпендикулярів, відновлених до середин сторін трикутників в триангуляції Делоне, яка може бути побудована відносно тієї ж точкової множини [1]. Це дозволяє визначити відсоток площі полігонів заданої категорії по відношенню до площі всього полігонального покриття, даний метод є ефективним для побудови цифрової моделі розселення населення за заданим набором точкових об'єктів (населених пунктів, районних центрів) (рис. 10). Полігони Тиссена зручні для створення цифрових моделей відміток місцевості по заданому набору точок.

Метод діаграм Вороного (Трикутників Тиссена) дозволив визначити роль центральних, еко-



Рис. 9. Класи ексцентральності положення районних центрів Харківської області у 2015 р. (побудовано автором за даними [21])

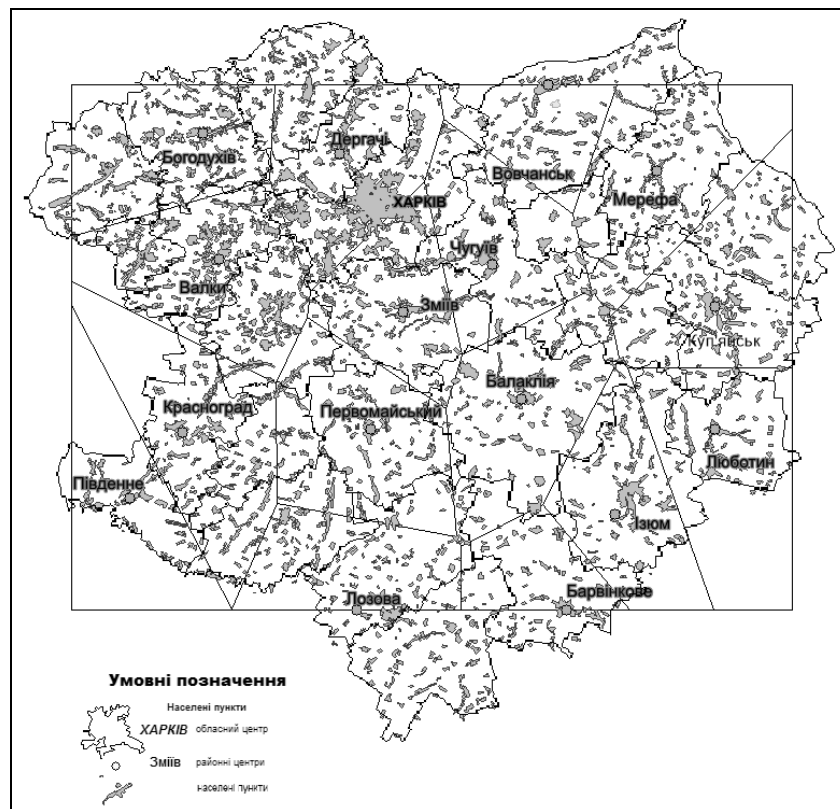


Рис. 10. Аналіз системи розселення Харківської області методом діаграм Вороного (трикутників Тиссена) (побудовано автором за даними [21])



номічно розвинених районів області (Первомайського, Балаклійського) у формуванні диспропорції в системі розселення.

Отже, використання ГІС має значні переваги при дослідженні систем розселення населення (рис. 11).

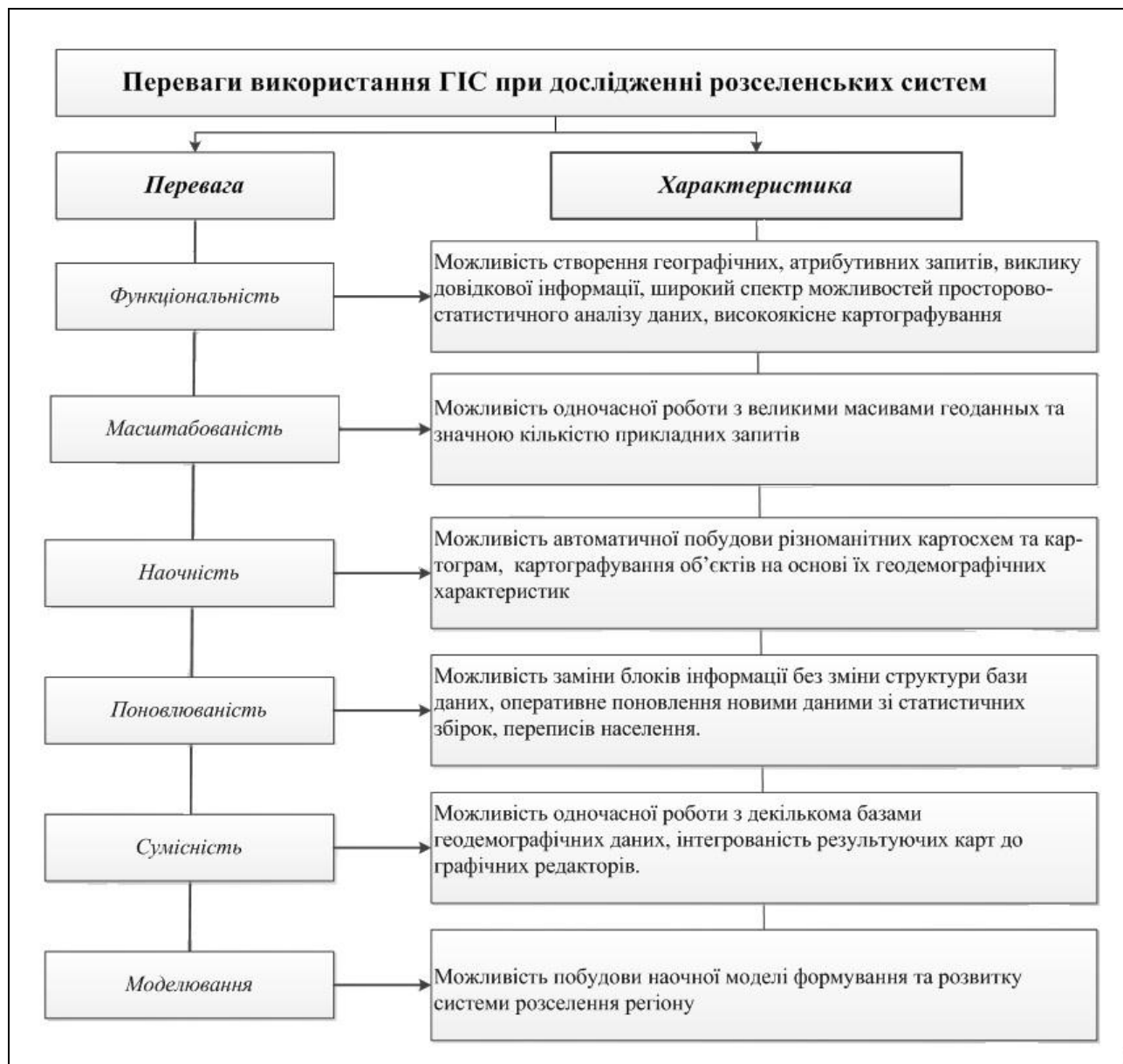


Рис. 11. Переваги використання ГІС при дослідження розселенських систем (побудовано автором за даними [5, 12, 16, 19])

**Висновки.** Функціонал сучасних ГІС систем дозволяє не тільки представити геодані, а і провести необхідні арифметичні розрахунки та побудувати моделі еволюції розселенських систем. При використанні ГІС для побудови картографічних зображень розвитку розселенських систем, важливим є поєднання просторово-часового аспекту дослідження при зображенні відповідних об'єктів, систем та еволюційних процесів. Картографування розселенських систем зумовлює використання широкого спектру демографічних показників, їх синтез і генералізацію, групування

та класифікація сприяє розширенню тематики картосхем даного спрямування.

Однією з важливих переваг геоінформаційного підходу при дослідженні систем розселення є оперування атрибутикою об'єктів, адже значну частину похідних геодемографічних даних, наведених у роботі (показники динаміки, щільності, відсоткові співвідношення) було розраховано засобами обробки атрибутивної інформації в ГІС системах.

Отже, використання ГІС систем при дослідженні розселенських систем обумовлено необ-

хідністю встановлення просторово-часових взаємозв'язків між населеними пунктами, виявлення особливостей впливу розвинених населених пунктів на менш розвинені, визначення перспектив їх подальшого розвитку та еволюції системи в цілому.

#### Література

1. ArcGIS 9.3 Desktop Help. Руководство пользователя программного обеспечения ГИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/>
2. Aronoff S. *Geographic Information Systems: A management perspective* / S. Aronoff. – Ottawa : WDL Publications, 1989. – 294 p.
3. Burrough P. A. *Principles of Geographical Information Systems* / P. A. Burrough, R. A. McDonnell. – Oxford : Oxford University Press, 1998. – 291 p.
4. ESRI Ukraine. Платформа ArcGIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.esri.ua/arcgis-platform>
5. Fujita M. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade* / M. Fujita, P. Krugman, A. Venables. — Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001. 357 p.
6. Huisman O. *Principles of Geographic Information Systems. An introductory textbook* / O. Huisman. – The Netherlands, Enschede, 2009. – 540 p.
7. Kostrikov S. *Human geography with geographical information systems* / S. Kostrikov, K. Segida // Часопис соціально-економічної географії – 2013. – Vol. 15. – No. 2. – P. 39–47.
8. Magure D. J. *Towards a GIS Platform for Spatial Analysis and Modeling* / D. Magure // GIS, Spatial Analysis and Modeling. – ESRI Press : Redlands, California, 2005. – P. 19–40.
9. Ripley B. *Spatial Statistics* / B. Ripley. – London–NY: John Wiley & Sons, 1981. – 273 p.
10. Simmons J.W. *The organization of the urban system* / J.W. Simmons, L.S. Bourne, J.W. Simmons (eds) // *Systems of Cities: Readings on Structure, Growth, and Policy* – Oxford: Oxford University Press, 1978. – P. 61–69.
11. Tomlin C. D. *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling* / C. Tomlin. – London. – NY : Prentice–Hall, 1990. – 198 p.
12. Антипова Е.А. Опыт использования ГИС–технологий в географии населения / Вестник БГУ – научно–теоретический журнал Белорусского государственного университета. – 2007. – № 3. – С. 87–93.
13. Бондаренко Є. Л. Геоінформаційні основи еколого–географічного картографування / Є. Л. Бондаренко, В. О. Шевченко, В. І. Остроух. – Київ: Фітосоціоцентр, 2005. – 116 с.
14. Голиков А. П. Математичні методи в географії / А.П. Голиков, І.Г. Черваньов, А.М. Трофімов / – Харків: видавництво при Харківському університеті, 1986. – 143 с.
15. Грицевич В. С. Центрографія України: історія і перспективи / В. С. Грицевич // Історія української географії. Всеукраїнський науково–теоретичний часопис. – Випуск 2 (8), 2003. – С.115–119.
16. ДеМерс М. Н. Географические информационные системы. Основы / М. Н. ДеМерс. – М. :Дата+, 1999. – 490 с.
17. Костріков С. В. Аналіз дворівневих урбогеосистем через засоби ГІС / С. В. Костріков, О. С. Чуєв // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Геологія. Географія. Екологія. – 2016. – Вип. 44. – С. 98–109.
18. Медведков Ю.В. Топологический анализ сетей населенных мест.// Вопросы географии. Сб. 77. Математика в экономической географии. М.: Мысль, 1968. С. 159–167.
19. Митчелл Э. Руководство по ГИС Анализу. Часть I : Пространственные Модели и Взаимосвязи / Э. Митчелл. – Киев : ЕСОММ Со, 2000. – 179 с.
20. Немець К. А. Дослідження просторової взаємодії суспільно–географічних об'єктів / К. А. Немець, Л. М. Немець, О. К. Немець // Часопис соціально–економічної географії: Міжрегіон. зб. наук. праць. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. – Вип. 6. – С. 20–31.
21. Офіційний сайт Головного управління статистики у Харківській області. – Режим доступу – <http://uprstat.kharkov.ukrtel.net>
22. Руденко Л.Г. Геоінформаційне картографування в Україні: концептуальні основи і напрямки розвитку / Л. Г. Руденко, Т. І. Козаченко, Д.О. Ляшенко, А. І. Бочковська. – К.: НВП Вид.«Наукова думка», 2011. – 104 с.
23. Світличний О. О. Основи геоінформатики / О. О. Світличний, С. В. Плотницький. – Суми : Університетська книга, 2006. – 295 с.
24. Сегіда К. Просторовий економетричний аналіз маятникової трудової міграції на регіональному рівні / К. Сегіда, С. Костріков. – Вісник Київського національного університету, Географія, випуск 1 (64), 2016 р. – С. 42–53.
25. Сегіда К.Ю. Центрографическое исследование расселения населения (на примере Харьковской области Украины) / К.Ю. Сегіда. – Могилевский часопис. Том – 13. Вып. 1–2 (2013–№1–2(20–21)). – Могилев: 2013, 152 с.
26. Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебное пособие / В. Д. Шипулин. – Харьков: ХНАГХ, 2010. – 337 с.

## DEFINING OPTIMAL WAYS OF KHARKIV'S SOCIAL-ECONOMIC DEVELOPMENT BY COMPONENT ANALYSIS

**А. В. Мазурова. ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКОГО ПРОСТОРУ ХАРКІВА НА ОСНОВІ КОМПОНЕНТНОГО АНАЛІЗУ.** У статті охарактеризовано метод компонентного аналізу, який полягає у визначенні проєкцій вектору розвитку на кожну вісь багатовимірного ознакового простору із детальним змістовним аналізом їх змін. Представлена динаміка індексів статистичних параметрів соціогеосистеми міста Харків та окремо її районних соціогеосистем за період з 2010 по 2015 рр. Визначені показники, що позитивно та негативно впливали на розвиток соціогеосистеми міста Харків загалом та окремо для кожного адміністративного району. Серед показників позитивного впливу можна виділити: збільшення чисельності дітей у дошкільних та загальноосвітніх закладах, зростання обсягів реалізованої промислової продукції, збільшення кількості суб'єктів ЄДРПОУ, зменшення використання котельно-пічного палива та зменшення використання теплоенергії. Зменшення кількості населення; зменшення кількості загальноосвітніх закладів; зменшення студентів у ВНЗ I-II та III-IV рівнів акредитації; зменшення чисельності працівників, що займаються науковою діяльністю відносно до показників негативно впливу. Визначені райони-лідери та райони-аутсайтери за темпами соціально-економічного розвитку. За динамікою розвитку провідними районами стали Шевченківський та Індустріальний райони, райони-аутсайтери – Нemişлянський та Київський райони. Запропоновані рекомендації щодо оптимізації розвитку для кожного з районів міста та міста загалом.

**Ключові слова:** компонентний аналіз, соціально-економічний розвиток, соціогеосистема, статистичні показники, організація міського простору, місто Харків, адміністративні райони міста Харків.

**А. В. Мазурова. ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКОГО ПРОСТОРУ ХАРКІВА НА ОСНОВІ КОМПОНЕНТНОГО АНАЛІЗУ.** В статті охарактеризовано метод компонентного аналізу, який полягає у визначенні проєкцій вектора розвитку на кожну вісь багатовимірного ознакового простору із детальним змістовним аналізом їх змін. Представлена динаміка індексів статистичних параметрів соціогеосистеми міста Харків та окремо її районних соціогеосистем за період з 2010 по 2015 рр. Визначені показники, що позитивно та негативно впливали на розвиток соціогеосистеми міста Харків загалом та окремо для кожного адміністративного району. Серед показників позитивного впливу можна виділити: збільшення чисельності дітей у дошкільних та загальноосвітніх закладах, зростання обсягів реалізованої промислової продукції, збільшення кількості суб'єктів ЄДРПОУ, зменшення використання котельно-пічного палива та зменшення використання теплоенергії. Зменшення кількості населення; зменшення чисельності працівників, що займаються науковою діяльністю відносно до показників негативно впливу. Визначені райони-лідери та райони-аутсайтери за темпами соціально-економічного розвитку. За динамікою розвитку провідними районами стали Шевченківський та Індустріальний райони, райони-аутсайтери – Нemişлянський та Київський райони. Запропоновані рекомендації щодо оптимізації розвитку для кожного з районів міста та міста загалом.

**Ключевые слова:** компонентный анализ, социально-экономическое развитие, социогеосистема, статистические показатели, организация городского пространства, город Харьков, административные районы города Харькова.

**Introduction.** Due to active development of the Ukrainian cities problems and prospects of urban organization, ways of city space's optimization need to be determined. For Kharkiv city, the second biggest city by population in Ukraine, the leading industrial, scientific and cultural center of the state, question of weaknesses and strengths of development is quite relevant.

**The purpose of article** to define optimal directions of social and economic development and organization of Kharkiv city space on the basis of the component analysis.

**The main part of the study.** In order to identify and characterize dynamics of urban space development, it is necessary to carefully investigate changes in social geographical system (SGS) of the city in general and its administrative parts, city districts, over a certain period of time in a multidimensional space (MS). In this article we have used a component analysis of vector development, proposed by Niemets K. and Niemets L. and others [1, 6-9, 17-19].

The essence of this method is definition of development vector projections to MS with the detailed substantial analysis of their changes. This allows us to move from general assessment of the conditions and level of SGS's development in an integral form to the assessment of individual components (parameters). The results can be used to solve such tasks as planning, forecasting and optimizing development, as well as managing, for example, in the context of sustainable development concept implementation. For such tasks, it is necessary to know the fate ("contribution") of each parameter in the overall development of SGS and to find the "vulnerable" places of this process for precise intervention.

From mathematical position this task is reduced to calculation of time derivatives of each parameter in the corresponding process for a certain period and has two variants of a solution. There are qualitative and quantitative variants. The qualitative solution is reduced only to the definition of the time derivative sign (increases, decreases or remains unchanged). A quantitative solution involves determining not only

the sign, but also the value of the derivative, which gives a more accurate assessment of the event on the relative scale. This work is limited to the analysis of exclusively qualitative problem-solving, as the most general.

There are three possible results of calculating time derivatives:

1) if the parameter remained unchanged during the calculation period (the process is stable), the derivative is 0;

2) if the parameter decreases (the process returns to it), the derivative is negative (code -1);

3) if the parameter increases (the process progresses after it), the derivative is positive (code +1).

Concrete recommendations as to how improve organization of Kharkiv city space can be obtained by analyzing changes in the indexes of statistical parameters of various spheres of the city life. A database of 51 indicators describing organization of Kharkiv city space and its general socio-economic development was constructed and processed (Table 1). Such an analysis was performed for all district sociogeosystems of Kharkiv and, in general, for the city. Table 1 shows the dynamics of parameter change for all study periods (from 2010 to 2015).

Table 1

Dynamics of changes in the indexes of statistical parameters of Kharkiv's urban SGS by estimated periods (calculated and constructed by the author according to [2-5, 10-15])

Statistical parameters	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	codes
Number of officially registered enterprises / units	9	9	0	9	9	36
Number of children /k	9	7	6	9	4	35
Number of students / k	9	1	4	9	9	32
Volume of sold industrial products / mln UAH	7	5	3	7	9	31
Volume of sold industrial production / UAH / per.	7	5	3	7	9	31
Natural increase of population / ‰	5	2	2	9	9	27
Natural increase of population / per.	6	1	1	9	9	26
Number of deceased / per.	9	-7	5	7	9	23
Number of deceased / ‰	7	-5	4	7	9	22
Number of births / ‰	0	5	-2	9	9	21
Number of births / per.	-1	5	-3	9	9	19
General migration / per.	-5	9	-5	9	9	17
Volume of realized innovative products / k UAH	1	5	1	3	7	17
Commissioning of residential buildings / k m <sup>2</sup>	-3	1	7	5	6	16
Pre-school establishments / units	3	4	4	2	1	14
Number of marriages / units	5	-9	9	7	1	13
Putting into operation of an individual dwelling / km <sup>2</sup>	-7	9	3	4	4	13
Number of marriages / ‰	5	-9	9	5	1	11
Migration balance / per.	-3	7	-7	9	5	11
Passenger transportation / k units	-1	-1	-3	9	7	11
Volume of realized services to the population / k UAH	3	5	1	3	-1	11
Freight / kt	1	-5	1	7	5	9
Putting individual residential buildings / units into operation	-7	9	1	6	-1	8
Number of divorces / ‰	9	8	-2	-5	-3	7
Children's health and recreation facilities / units	-2	1	3	3	2	7
Commissioning of residential buildings unit. multi-apartment building	-7	9	1	4	0	7
The number of children who rested in the summer / per.	-5	1	8	-2	4	6
Number of divorces / units	9	9	-3	-7	-3	5
Number of Innovative Enterprises / units	-4	6	2	-1	2	5
New technological processes / units	-5	5	-2	2	4	4
Volume of scientific and scientific work performed / k UAH	1	3	-1	2	-1	4
Foreign direct investment / k dollars USA	3	5	3	1	-9	3
Cinemas / units	1	-1	2	0	0	2
Organizations conducting scientific and scientific-	-4	1	-1	3	3	2

technical work / units.						
Electricity usage / million kWh	7	-7	-3	0	5	<b>2</b>
Foreign direct investment / k dollars USA/per.	3	5	1	1	-9	<b>1</b>
Higher educational institutions of I-II levels of accreditation / units	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Higher educational establishments of III-IV accreditation levels / units	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Number of theaters / units	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Number of clubs / units	0	0	0	1	-1	<b>0</b>
Putting into operation hospital and outpatient clinics (beds) / units	0	0	1	-1	0	<b>0</b>
Museums / units	0	-1	0	0	0	<b>-1</b>
Students of higher education institutions I-II levels of accreditation / k per.	-4	-5	0	3	4	<b>-2</b>
Students of higher education institutions III-IV accreditation levels / k units	-1	-6	-5	5	5	<b>-2</b>
Number of employees of (scientific and technical) activity / per.	-5	-5	-9	9	5	<b>-5</b>
Emissions of pollutants into the air from stationary sources / kt	-2	-3	3	-4	1	<b>-5</b>
General educational establishments / units	-3	1	-2	-2	0	<b>-6</b>
Population / per.	-9	-5	-1	3	3	<b>-9</b>
General migration / per.	3	-9	-3	-3	-3	<b>-15</b>
Use of boiler-oven fuel / k conventional fuel	-1	-7	-7	1	-1	<b>-15</b>
Use of heat energy / k gcal	-1	-9	-9	-7	-9	<b>-35</b>
<b>Total numbe of codes</b>	<b>42</b>	<b>49</b>	<b>20</b>	<b>166</b>	<b>137</b>	

During the investigated period, development of Kharkiv's SGS was positively influenced by the following factors:

- increase in the number of children at pre-school and educational institutions;
- growth of volumes of sold industrial products;
- increase in the number of officially registered enterprises;
- boiler-burning fuel use decrease ;
- use of heat decrease .

The negative consequence of Kharkiv's SGS development was:

- reduction in population;
- reduction in general educational institutions;
- reduction of students in higher education institutions of I-II and III-IV accreditation levels;
- reduction in the number of employees engaged in scientific activities.

In the last investigated period from 2014-2015, demographic indicators, including birth rates, natural growth, and general migration, have significantly increased. Also indicators of business and industry (volume of sold industrial production and number of officially registered enterprises) have increased. Negative dynamics of development is characteristic of an indicator of direct investments and use of heat power.

The dynamics of changes in statistical indicators depicts the main trends of the city development

(Fig. 1). From 2010 to 2012 there was progressive development, period 2012-2013 was characterized by a decrease in the indicators (from 49 to 20 units). From 2013 to 2014, there was a marked increase in all indicators, namely an increase in the number of codes by 8 times (from 20 to 166 units). The indicated jump in statistical indicators is explained by the positive results of the Euro-2012 football championship, which influenced the development of the city's infrastructure and its socio-economic situation. The period from 2014 to 2015 was characterized by a slight decrease in the total number of indices. The decrease is due to the beginning of hostilities on the territory of the eastern states. Thus, the most progressive period was 2013-2014.

Analyzing changes of the indicator's sums it is possible to notice that for each regional SGS characteristic there are some development features. Improvement of demographic indicators is characteristic of one group of districts (table 2). There are Shevchenkivskiyi and Osnovianskiy districts. Deterioration in the demographic sphere is characteristic for Kholodnohirskiyi, Novobavarskiy and Slobidskiy districts.

Novobavarskiy, Kyivskiy, Slobidskiy, Kholodnohirskiy and Moskovskiy districts are characterized by active industrial and enterprise development, in particular the growth in the number of officially registered enterprises and volume of sold industrial and

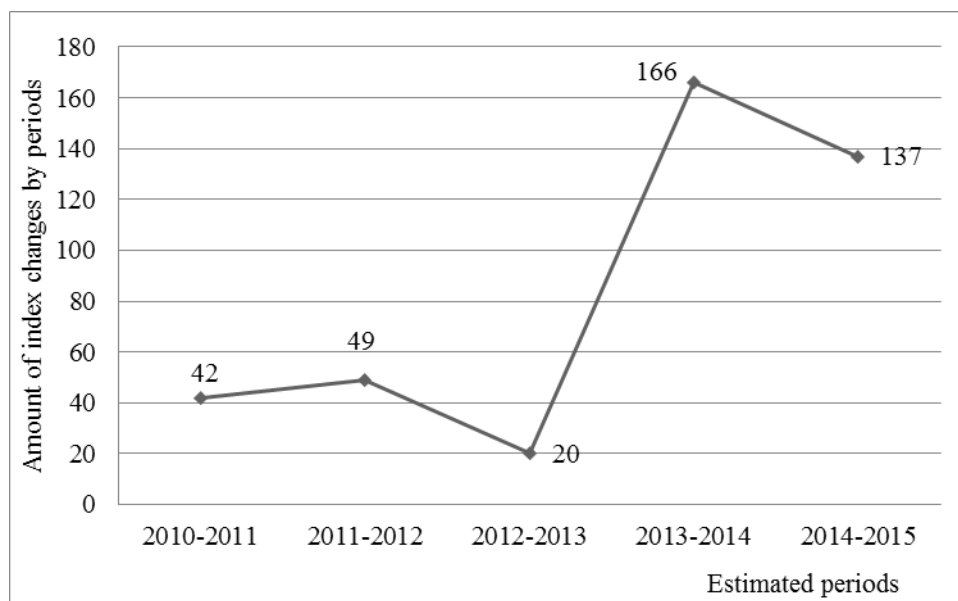


Fig. 1. Changes in statistical parameters index, SGS of Kharkiv city's district development (calculated and constructed by the author according to [2-5, 10-15])

Table 2

Districts of Kharkiv city and indicators with significant growth and reduction (constructed by the author according to component analysis)

№	District	Significant growth	Significant reduction
1.	Shevchenkivskiyi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of births,</li> <li>• Natural growth of population,</li> <li>• Number of pupils in secondary schools</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• use of heat,</li> <li>• Foreign direct investment,</li> <li>• Number of educational institutions (schools)</li> </ul>
2.	Novobavarskiy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of officially registered enterprises,</li> <li>• Number of children (pre-school establishments)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Use of heat energy,</li> <li>• Number of population,</li> <li>• Number of students,</li> <li>• Use of electricity</li> </ul>
3.	Kyivskiy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume of sold industrial production per person,</li> <li>• Volume of sold industrial products,</li> <li>• Number of officially registered enterprises,</li> <li>• Number of children (pre-school establishments),</li> <li>• Number of deceased</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of educational institutions (schools),</li> <li>• Volume of sold services to the population,</li> <li>• Use of boiler-burning fuel</li> </ul>
4.	Slobidskiy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume of sold innovative products,</li> <li>• Volume of sold industrial products,</li> <li>• Volume of sold industrial products,</li> <li>• General migration,</li> <li>• Number of students</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of population,</li> <li>• Use of heat energy,</li> <li>• Number of students,</li> <li>• Use of electricity</li> </ul>
5.	Kholodnohirskiy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freight,</li> <li>• Volume of sold industrial products,</li> <li>• Volume of implemented services to the population</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of population,</li> <li>• General migration,</li> <li>• Number of employees of the scientific and technical activities,</li> <li>• Use of heat energy</li> </ul>
6.	Moskovskiy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of officially registered enterprises,</li> <li>• Number of children (pre-school establishments)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total migration,</li> <li>• Volume of scientific and scientific work performed,</li> <li>• Use of heat energy</li> </ul>

7.	Industrialnyi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of new hospital and ambulatory clinics</li> <li>• Number of children (pre-school establishments)</li> <li>• Number of students</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total migration,</li> <li>• Number of introduced new technological processes</li> </ul>
8.	Nemshlianskiy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Use of heat energy</li> <li>• Number of children resting in the summer</li> <li>• Use of boiler-burning fuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of officially registered enterprises</li> <li>• Number of students</li> </ul>
9.	Osnovianskiy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Use of heat energy</li> <li>• General migration all exits</li> <li>• Number of population</li> <li>• Foreign direct investment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of officially registered enterprises</li> <li>• Number of students</li> <li>• Number of children (pre-school establishments)</li> </ul>

innovative products. Foreign direct investment in Slobidskiy district has increased significantly. The health sector has improved in the Industrialnyi region by increasing the number of hospital and outpatient clinics.

The distribution of Kharkiv`s SGSs by the sum of indexes indicates a significant differentiation in the development dynamics among them. Thus, the leading regions according to development dynamics are Shevchenkivskiy (63) and Industrialnyi (55) (Fig. 2).

Rapid development of Shevchenkivskiy district was influenced by the improvement of demographic and economic indicators (increase of population, natural growth, officially registered enterprises etc.). Outsider districts by dynamics of development were Nemshlianskiy (33) and Kyivskiy (23) districts. The greatest impact on the slowdown in the devel-

opment of Kyivskiy region had reduction in the volume of services to the population, the volume of scientific and scientific work, number of education institutions. No spatial patterns of territorial differentiation were found (Fig. 3).

Later these calculations were used to formulate recommendations on optimizing the socio-economic and spatial development of Kharkiv city.

Demographic problems, in particular, the reduction of the population (children of preschool age, schoolchildren, youth) are typical for Novobavarskiy, Slobidskiy, Kholodnohirskiy, Osnovianskiy and Nemshlianskiy districts. For these districts, it is proposed to introduce programs for improving the demographic situation. For example, to increase additional payments for the birth of a child and its maintenance, develop a network of establishments for children of school and preschool age.

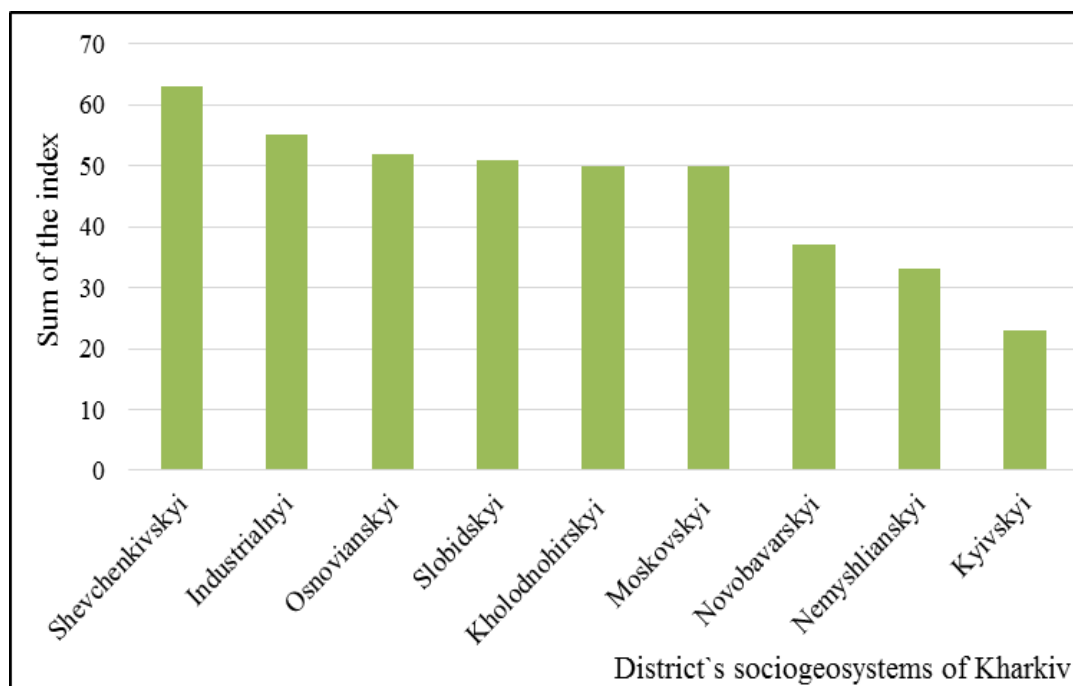


Fig. 2. Distribution of Kharkiv districts by the sum of codes for the period 2010-2015 (constructed by the author according to component analysis)

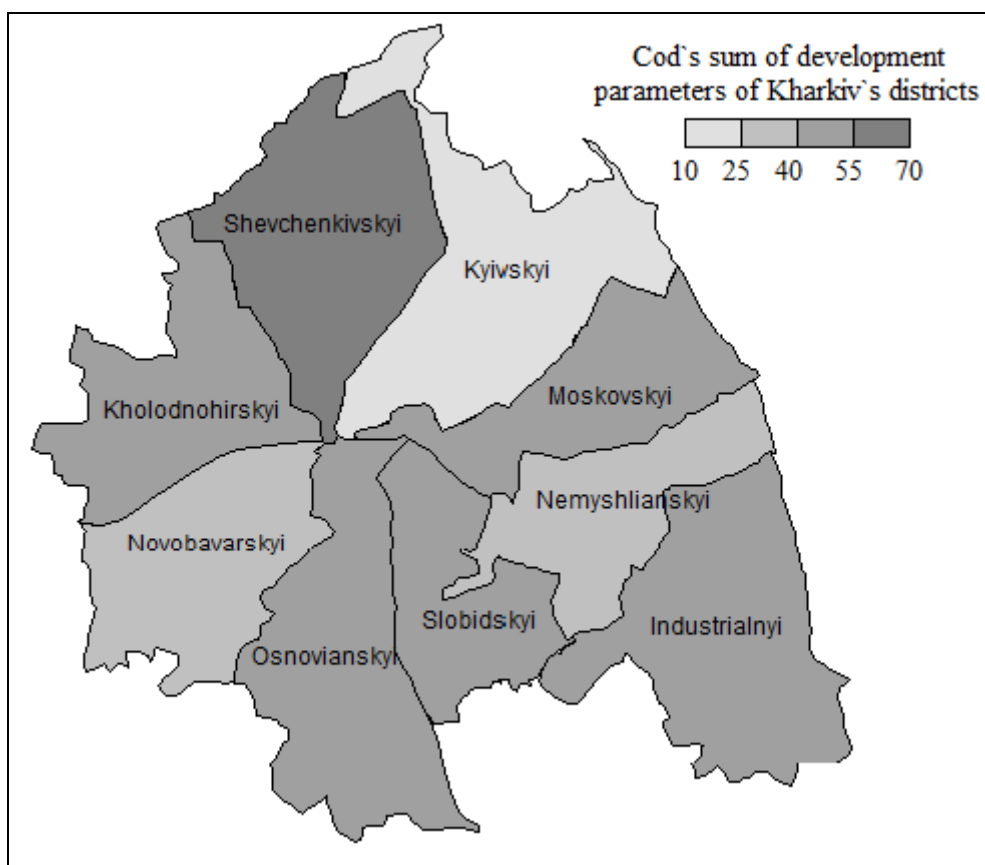


Fig. 3. Cod's sum of development parameters of Kharkiv districts for the period 2010-2015 (constructed by the author according to component analysis)

For Shevchenkivskiy and Kyivskiy districts the reduction in the number of school and pre-school establishments is typical with the general increase of births. It is proposed to increase the number of schools and pre-schools or to renew institutions that are currently not working. Also, it is proposed to update the infrastructure elements of institutions (athletic fields and swimming pools).

There is a decrease in the number of officially registered enterprises Nemyshlianskiy and Osnovianskiy districts. To support business development in these districts it is proposed to introduce partial tax cuts for business organizations, programs to support small and medium businesses.

**Conclusions.** During 2010-2015 development of Kharkiv SGS was positively influenced by the following factors: an increase in the number of children in preschools and other educational institutions; volumes of the sold industrial output; number of officially registered enterprises; reduction of boiler and oven fuel use ; reduction of heat power use.

Decline in population, reduction of educational institutions and students at higher education institutions by III and III-IV levels; reduction in the number of workers engaged in scientific activity were negative factors for development of Kharkiv's SGS.

For all research time Shevchenkivskiy and Kyivskiy districts were the leaders by all indicators. Nemyshlianskiy and Kyivskiy districts were outsiders by dynamics of development.

For Novobavarskiy, Slobidskiy, Kholodnohirskiy, Osnovianskiy and Nemyshlianskiy districts it is proposed to introduce programs for improving the demographic situation (increase of additional payments for the birth of a child and its maintenance, development of a network of establishments for children of school and preschool age).

For Shevchenkivskiy and Kyivskiy districts it is proposed to increase the number of schools and pre-schools or to renew institutions that are currently not working, update the infrastructure elements of institutions (athletic fields and swimming pools). For Nemyshlianskiy and Osnovianskiy districts it is proposed to support business development (partial tax cuts for business organizations, introduction of programs to support small and medium businesses).

By using the method of component analysis in this study, it was possible to identify the main problems of socio-economic and spatial development of the city, as well as to propose recommendations for its improvement.



**References**

1. Мезенцев, К. В. Методи дослідження в суспільній географії: традиції і новації / К. В. Мезенцев // *Економічна та соціальна географія*. – 2013. – Вип. 1(66). – С. 31- 42.
2. Місто Харків у 2010 р. (статистичний щорічник) / [під редакцією О.Г. Мамонтової]. – Х., 2011. – 175 с.
3. Місто Харків у 2011 р. (статистичний щорічник) / [під редакцією О.Г. Мамонтової]. – Х., 2012. – 186 с.
4. Місто Харків у 2012 р. (статистичний щорічник) / [під редакцією О.Г. Мамонтової]. – Х., 2013. – 182 с.
5. Місто Харків у 2013 р. (статистичний щорічник) / [під редакцією О.Г. Мамонтової]. – Х., 2014. – 188 с.
6. Немець, К. А. Методика інформаційного аналізу соціально-економічного розвитку регіонів / К. А. Немець, О. К. Немець // *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Регіон – 2008: стратегія оптимального розвитку»*. – Харків : ХНУ. – 2008. – С. 242–246.
7. Немець, К. А. Просторовий аналіз у суспільній географії: нові підходи, методи, моделі : монографія / К. А. Немець, Л. М. Немець. – Харків : ХНУ, 2013. – 225 с.
8. Немец, К. А. Статистические методы и обработка геоинформации: учебно-методическое пособие / К. А. Немец., Е. Ю. Сегиды. – Харьков : Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, 2013. – 60 с.
9. Немець, К. А. Теорія і методологія географічної науки: методи просторового аналізу / Навчально-методичний посібник // К. А. Немець, Л. М. Немець. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2014. – С. 172.
10. Статистичний щорічник «Міста та райони Харківської області в 2010 році» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2010-rotsi>
11. Статистичний щорічник «Міста та райони Харківської області в 2011 році» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2011-rotsi>
12. Статистичний щорічник «Міста та райони Харківської області в 2012 році» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2012-rotsi>
13. Статистичний щорічник «Міста та райони Харківської області в 2013 році» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2013-rotsi>
14. Статистичний щорічник «Міста та райони Харківської області в 2014 році» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2014-rotsi>
15. Статистичний щорічник «Міста та райони Харківської області в 2015 році» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2015-rotsi>
16. Статистичний щорічник «Харківська область у 2015 році» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://kh.ukrstat.gov.ua>
17. Топчієв, О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методика / О. Г. Топчієв. – Одеса, 2005. – 632 с.
18. Шаблій, О. І. Математичні методи в соціально-економічній географії [навч. видання] / О. І. Шаблій. – Львів : Світ, 1994. – 304 с.
19. Шаблій, О. І. Основи загальної суспільної географії [підручник] / О. І. Шаблій. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2003. – 444 с.

## ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГОСПОДАРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

У статті з'ясовані інноваційні підходи до суспільно-географічного дослідження та ефективного використання господарського потенціалу Карпатського регіону. Серед основних інноваційних підходів запропоновано розвиток господарського потенціалу Карпатського регіону на засадах енерго- та ресурсозбереження, а також розвитку «зеленої економіки». Наведено порівняльну характеристику «зеленої економіки», «зеленого зростання» та сталого розвитку. Наведено умови Угоди про політичну асоціацію України та ЄС, які передбачають впровадження сталого економічного розвитку та механізмів «зеленої» економіки, що відповідає принципам реалізації стратегії сталого розвитку прийнятої на саміті ООН «Ріо+20». Наведено детальний аналіз пріоритетів «зеленої» економіки за секторами економіки, а саме енергетичним, ресурсним, продовольчим, соціальним, регіональною економікою, виробничим, транспортним та фінансовим. Приведені ресурсоощадні чинники ефективного використання господарського потенціалу Карпатського регіону, що можуть бути визначеними одними з найбільш популярних пріоритетів, що призводить до підвищення добробуту людей і соціальної справедливості, при значному зниженні екологічних ризиків і екологічних дефіцитів. Запропоновані основні напрямки раціонального енерго-, ресурсо- та природокористування. Також наведені основні напрямки стратегії держави у раціональному природокористуванні. Запропоновані перспективні напрямки покращення ринку ресурсозберігаючих технологій.

**Ключові слова:** господарський потенціал, енергоощадність, зелена економіка, інфраструктура, Карпатський регіон, ресурсоощадність, соціальний розвиток.

**А. В. Машика. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ И ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА КАРПАТСКОГО РЕГИОНА.** В статье выяснены инновационные подходы к общественно-географическому исследованию и использованию хозяйственного потенциала Карпатского региона. Среди основных инновационных подходов предложено развитие хозяйственного потенциала Карпатского региона на основе энерго- и ресурсосбережения, а также развития «зеленой экономики». Приведена сравнительная характеристика «зеленой экономики», «зеленого роста» и устойчивого развития. Приведены условия Соглашения о политической ассоциации Украины и ЕС, предусматривающие внедрение устойчивого экономического развития и механизмов «зеленой» экономики, соответствующей принципам реализации стратегии устойчивого развития принятой на саммите ООН «Рио + 20». Приведен подробный анализ приоритетов «зеленой» экономики по секторам экономики, а именно энергетическим, ресурсным, продовольственным, социальным, региональной экономике, производственным, транспортным и финансовым. Приведены ресурсосберегающие факторы эффективного использования хозяйственного потенциала Карпатского региона, могут быть определены одними из самых популярных приоритетов, что приводит к повышению благосостояния людей и социальной справедливости, при значительном снижении экологических рисков и экологических дефицитов. Предложены основные направления рационального энерго-, ресурсо- и природопользования. Также приведены основные направления стратегии государства в рациональном природопользовании. Предложенные перспективные направления улучшения рынка ресурсосберегающих технологий.

**Ключевые слова:** хозяйственный потенциал, энергосбережение, зеленая экономика, инфраструктура, Карпатский регион, социальное развитие.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** На конференції ООН «РіО + 20» (2012 р) в підсумковому документі «Майбутнє, якого ми хочемо» (The Future We Want) сформульовані нові пріоритети в досягненні сталого розвитку, засновані на принципах «зеленої» економіки. Підвищення добробуту суспільства має відбуватися при одночасному зниженні негативного впливу на навколишнє природне середовище. На проведеному в м Нью-Йорк у вересні 2015 р Саміті ООН щодо прийняття Порядку денного в галузі розвитку на період після 2015 року були затверджені Цілі сталого розвитку до 2030 року для людства і всіх країн. У проголошених ООН 17 цілях сталого розвитку на найближчі п'ятнадцять років вісім цілей ув'язані з забезпеченням екологічної стійкості. Нові цілі і завдання вимагають розробки такої моделі економічного розвитку, при якій буде спостерігатися економічне зростання і підвищення добробуту суспільства без деградації навколишнього сере-

довища. Міжнародне співтовариство висловлює явну зацікавленість в надійному енергопостачанні, боротьбі зі змінами клімату і його наслідками, раціональному використанні екосистем і ін.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підходам до суспільно-географічного дослідження та ефективного використання господарського потенціалу, зокрема Карпатського регіону присвячували свої праці такі провідні науковці, як Богачов С. В., Воляк Л. Р., Єлісеєва Г. Ю., Квач Я. П., Кінаш І. А., Марчук Л. П., Прудченко А. А., Солошич І. О., Станкевич Н.А., Танчак Я. А., Шевчук А. В. та інші. Проте, особливо сьгодні актуальними є постійні дослідження інноваційних підходів, особливо, що стосується енерго- та ресурсоощадності, чому і буде присвячена дана наукова стаття.

**Мета статті -** з'ясувати інноваційні підходи до суспільно-географічного дослідження та ефективного використання господарського потенціалу Карпатського регіону.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні прояви глобалізації характеризуються системною інтеграцією світових ринків і регіональних економік, усіх сфер життєдіяльності суспільства. Результатом цих процесів є прискорене економічне зростання, впровадження сучасних технологій і методів управління. При цьому зміни, які викликані процесами глобалізації, носять глибинний характер, зачіпають усі сфери життєдіяльності. Глобалізація залишається потенціальним міцним і динамічним чинником економічного зростання та розвитку. Головна задача сучасності полягає у тому, щоб глобалізація сприяла, передусім, підвищенню добробуту усього населення планети. Однак глобалізаційні процеси, які активно діють в усіх сферах життєдіяльності суспільства, мають ряд негативних наслідків [10].

В останні роки ідея «зеленої» економіки стала широко обговорюватися не тільки фахівцями з екологічної економіки, але і на різних політичних форумах. Вона все частіше згадується главами держав і міністрами фінансів, а також в спільних заявах Великої двадцятки і обговорюється в контексті сталого розвитку та викорінення бідності. Нинішньому підвищенню інтересу до концепції «зеленої» економіки, безсумнівно, сприяють зростаюче розчарування в найпоширенішій економічній моделі, а також відчуття втоми, породжене численними кризами і збоями ринкового механізму, які спостерігалися протягом першого десятиліття нового століття, особливо фінансово-економічною кризою 2008 року. Проте одночасно з цим ми спостерігаємо все більше

ознак просування вперед, появи нової економічної моделі, при якій людство не буде платити за нові матеріальні блага підвищенням ризиків для навколишнього середовища, нестачею природних ресурсів і посиленням соціальних відмінностей [14].

Нині поняття «зелена економіка» в наукових дослідженнях розглядають як невід’ємний атрибут сталого розвитку, що покликаний забезпечити гармонійний спосіб поєднання економічної та соціальної діяльності суспільства за умови збереження й належного відтворення навколишнього середовища. При цьому обов’язково підкреслюють, що сталий розвиток – це такий розвиток, який «задовольняє потреби сучасних поколінь та не зменшує при цьому здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби». Отже, «зелена» економіка, яка розвивається на таких засадах, повинна створювати умови для збереження здоров’я нинішнього покоління, підвищення його матеріального добробуту, духовного і соціального розвитку, а все це слугуватиме основою прогресу людської цивілізації в майбутньому. До низки складових «зеленої» економіки, як правило, відносять виробництво екологічно чистої продукції й надання адекватних послуг, здійснення соціально відповідальних інвестицій, формування корпоративної соціальної відповідальності [9, с. 35].

Порівняльна характеристика «зеленої економіки», «зеленого зростання» та сталого розвитку наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика «зеленої економіки», «зеленого зростання» та сталого розвитку\*

Аспект	Концепція		
	Зелена економіка	Зелене зростання	Сталий розвиток
Економічний	Забезпечує економічне зростання, збільшення обсягу доходів і зайнятості, залучення державних та приватних інвестицій, формування гнучкої економіки, створення нової економічної діяльності	Забезпечує економічне зростання і розвиток; сталий економічний прогрес із урахуванням стану навколишнього середовища, більш еластичне, стабільне, кероване якісне економічне зростання за рахунок нових двигунів, зелених технологій, інновацій, нових робочих місць, а не шляхом нарощування ВВП	Наголошує на обмеженні зростання виробництва і споживання у економічно розвинених країнах, підтримка сталого масштабу економіки, розробка та впровадження нових технологій, зменшення інвестицій у галузі, що експлуатують природу
Соціальний	Передбачає досягнення людством добробуту, соціальної справедливості, кращої якості життя, соціального розвитку, скорочення соціальної нерівності, справедливого доступу до обмежених	Передбачає досягнення добробуту, зокрема соціального, забезпечення доступу найбідніших верств населення до основних товарів; задоволення попиту у харчовому виробництві, наданні транспортних послуг,	Передбачає збереження людського капіталу, та скорочення кількості руйнівних конфліктів, справедливий розподіл ресурсів між всіма членами суспільства, досягнення гідного життя та

	ресурсів, задоволення потреб жінок і молоді	будівництві житла та наданні енергії	благополуччя
Екологічний	Орієнтується на скорочення екологічних ризиків, дефіциту, викидів вуглекислого газу в атмосферу і забруднення навколишнього середовища; на підвищення ефективності використання ресурсів та енергії; на запобігання втрати біорозмаїття та екосистемних послуг у межах екології планети; вимагає від усіх суб'єктів господарювання екологічної відповідальності та обмеження навантаження на екологічну систему	Орієнтується на захист, підтримку та збереження природних активів, створення низьковуглецевого виробництва, ефективного використання меншої кількості ресурсів та енергії, зменшення кількості викидів та мінімізації забруднення і впливу на навколишнє середовище; забезпечення кліматичної та екологічної стійкості; налагодження гармонії між економічними інтересами та станом навколишнього середовища та його охорони	Забезпечує стабільність біологічних і фізичних систем шляхом підтримки використання вторинної сировини, мінімізації кількості відходів, поширення відтворювальних джерел енергії, будівництва очисних споруд, заводів із переробки побутового й промислового сміття, зменшення площ під смітниками
Інноваційний	Передбачає застосування інноваційних форм господарювання, що спрямовані на вдосконалення роботи підприємств та покращення добробуту населення	Передбачає технічне переоснащення підприємств, застосування нових інноваційних методів управління ними та дозволяє виходити на нові ринки	Забезпечує зростання конкурентоспроможності окремих підприємств, економіки в цілому, соціуму та екології

\*- складено автором на основі [11]

Необхідність розвитку України та Карпатського регіону, зокрема, шляхом сталого розвитку, економічного зростання, поєднаного з активною соціальною політикою держави, демократизацією складових суспільного життя, вимагає формування якісно нової державної регіональної політики. Економічні трансформації актуалізували питання про зміну ролі екологічного чинника в розвитку суспільства, оскільки незадовільний стан навколишнього середовища все більше впливає на якість життя населення, лімітує можливість розвитку країни. Національна економіка потребує адаптації до вимог екологічно безпечної конкуренції, підвищення ефективності та наукоємності, впровадженні екологічних стандартів виробництва та «зеленої економіки» [13].

В світовій практиці існують такі принципи функціонування зеленої економіки [5]:

– економічна рівність і справедливість: рівномірний розподіл багатства всередині країни та між країнами з метою зменшення нерівності між багатими і бідними і усунення жорсткої соціально-економічної стратифікації;

– відповідальність між поколіннями: використання екологічних ресурсів та екосистеми повинні знаходитись під ретельним контролем і захищатися таким чином, щоб забезпечити ба-

ланс інтересів теперішнього та майбутніх поколінь у задоволенні їх потреб;

– превентивний підхід до розвитку: за невизначеності впливу на навколишнє середовище від впровадження того чи іншого управлінського рішення «тягар доказування» має нести той, хто стверджує, що не завдасть значного шкідливого впливу на навколишнє середовище;

– інтерналізація зовнішніх факторів: ринкові ціни повинні відображати реальні соціальні та екологічні витрати, а їх відшкодування покладається на забруднювача;

– стале споживання і виробництво: поступова ліквідація несталіх моделей виробництва та споживання, зменшення непродуктивних витрат, повторне використання та переробка використаних матеріалів;

– стратегічне, комплексне планування становлення зеленої економіки: комплексний підхід до прийняття рішень на всіх рівнях щодо досягнення соціально-економічної та екологічної стійкості на основі стратегічного планування за участю громадського суспільства;

– інформованість, участь та облік: всі громадяни повинні мати доступ до інформації, що стосується стану навколишнього природного середовища, а також можливість брати участь у про-

цесах прийняття рішень та контролю за їх виконанням;

– зміна ключових індикаторів розвитку: ВВП не є адекватною підставою для вимірювання соціального благополуччя та екологічної безпеки. Інколи соціально та екологічно шкідлива діяльність до підвищення ВВП. Благополуччя людини та якість життя повинні стати провідними індикаторами економічного розвитку;

– збереження біорізноманіття: захист і відновлення біорізноманіття та природного середовища як невід'ємної частини благополуччя людини;

– тендерна рівність – є соціально-економічною передумовою переходу до зеленої економіки і досягнення сталого розвитку;

– міжнародне співробітництво: екологічні стандарти країни повинні відповідати міжнародним. Екологічні заходи щодо торгівлі повинні уникати несправедливого протекціонізму та в цілому повинні сприяти сталому використанню ресурсів, охороні навколишнього середовища та впровадженню передових стандартів праці;

– міжнародна відповідальність: оскільки економіка країни також може впливати на навколишнє природне середовище за її межами, розвиток відповідного міжнародного права є необхідним.

З огляду на вищезазначене, можна сформулювати ключові принципи «зеленої» економіки, до яких ми відносимо [9]: гармонізацію відносин у системі «природа – людина – виробництво», належну узгодженість економічних, соціальних та екологічних пріоритетів; захист як людини, так і природи від руйнівного впливу виробничої діяльності суспільства; забезпечення сприятливих умов життєдіяльності у поточному й майбутньому періодах; гарантування зростання економічного потенціалу суспільства та його соціально-культурного розвитку в умовах екологічної безпеки.

Навколишнє середовище може розглядатися як природний капітал, і, як інші форми капіталу, робити істотний вклад у процес виробництва та споживання. У доповіді наведена класифікація індикаторів зеленої економіки на основі виробничої функції, що включає виробничий капітал як фактор виробництва. Індикатори поділяються на такі, що характеризують [5]:

– фактори виробництва: індикатори, що характеризують функції природного капіталу з надання екологічних послуг (зокрема функції природного середовища з поглинання залишків, або забезпечення рекреаційних потреб людини), а також надання природних ресурсів, що складають важливу частину виробництва або безпосередньо впливають на добробут населення. До

цієї категорії також відносять індикатори ризиків, пов'язаних з виснаженням природного капіталу, та індикатори взаємозамінності факторів виробництва;

– виробництво: індикатори інтенсивності/продуктивності. Ця категорія включає в себе заходи щодо підвищення продуктивності;

– готова продукція: індикатори матеріального і нематеріального благополуччя, що відображають аспекти якості життя, пов'язані з навколишнім середовищем, тобто показники, що пов'язані з якістю та доступністю екологічних послуг.

Пріоритетними напрямками розвитку інструменту «зелених інвестицій» є такі [7]: – деталізація системи обліку до рівня окремих стаціонарних джерел викидів; – формування системи обліку викидів парникових газів у транспорті, що базується на даних про споживання моторних палив та видів транспорту і застосованих технологій; – пряме спостереження з використанням геоінформаційних та супутникових технологій за викидами та поглинанням у сільському і лісовому господарствах; – врахування у систему обліку регулярного моніторингу на основі прямих вимірювань концентрацій парникових газів та схеми перевірок отриманих результатів.

Умови Угоди про політичну асоціацію України та ЄС передбачають впровадження сталого економічного розвитку та механізмів «зеленої» економіки, що відповідає принципам реалізації стратегії сталого розвитку прийнятої на саміті ООН «Ріо+20». Процес екологізації економіки має два виміри екологічна модернізація економіки та формування нових «зелених галузей» економіки. Детальний аналіз пріоритетів «зеленої» економіки за секторами економіки наведений в таблиці 2 [3].

Загальносвітова тенденція ресурсозбереження і екологічних пріоритетів обумовила перспективність енергозбереження. При цьому все більш важливого значення набувають не тільки самі по собі енергозберігаючі технології, але й організаційно-економічні методи їх реалізації в сучасних умовах розвитку економіки і кризових тенденцій в паливно-енергетичному комплексі. Очевидно, що успіх енергозбереження в регіоні багато в чому пов'язаний з послідовним проведенням на державному рівні відповідної політики, що поєднує ринкові механізми з методами державного регулювання. Проте зсув центру діяльності по економії паливно-енергетичних ресурсів в регіони зумовив залежність успіху реалізації потенціалу енергозбереження, перш за все, від дієвості регіональної політики в області. Необхідність вирішення цієї проблеми відмічається в Енергетичній стратегії України до 2030 року [4].

## Детальний аналіз пріоритетів «зеленої» економіки за секторами економіки\*

№ з/п	Сектори економіки	Нові «зелені» напрямки	Екологічна модернізація
1	Енергетичний	- мала гідроенергетика; - вітрова електроенергетика; - сонячна електроенергетика; - біоенергетика	- використання метану вугільних пластів; - оснащення очисним обладнанням - енергетичних установок; - використання вторинних енергетичних ресурсів - відходів деревообробки, інших відходів
2	Ресурсний	- вітрова, сонячна, гідро- та біо- енергія	- видобудок сланцевого газу; - використання місцевих джерел.
3	Продовольчий	- впровадження екомаркування; - розвиток органічного сільськогосподарства	- контроль за вирощуванням, виробництвом, продажем та споживанням генетично модифікованих організмів.
4	Соціальний	- адаптація господарства та населення до кліматичних змін; - підвищення енергоефективності житла; - формування системи сталого споживання	- системні заходи з попередження надзвичайних ситуацій техногенного походження
5	Регіональна економіка	- Розвиток «зеленої» економіки в регіонах «Південне Придунав'я»	- реабілітація радіаційно забруднених територій в результаті аварії на Чорнобильській АЕС; - водний менеджмент; - відтворення лісів та заповідних територій
6	Виробничий	- «зелене» будівництво енергозберігаючі технології та матеріал вироблені з мінімізованою шкодою для довкілля; розвиток «зеленого» туризму; - впровадження «зелених» технологій	- енергозбереження на виробництві; - «більш чисте виробництво»; - проекти спільного впровадження за економічним механізмом Кіотського протоколу.
7	Транспорт	- розвиток «зеленого» транспорту – тролейбуси, трамваї, електромобілі, велосипеди;	- обмеження викидів автотранспорту, авіатранспорту; - логістика
8	Фінансовий	- формування вуглецевого ринку; - «зелені» закупівлі; - «зелені» тарифи на електроенергію;	Розрахунок збитків від надзвичайних ситуацій

\*- складено автором на основі [3]

Отже, для Карпатського регіону «зелена» економіка повинна здійснювати розвиток в напрямку продуманого, диференційованого і поетапного підходу до виробничої, технологічної, соціально-економічної, а також природно-географічної специфіки регіонів і територій. Для Карпатського регіону успішна реалізація «зеленого» курсу буде відбуватися за рахунок перебудови зовнішньоторговельної політики та сталого

розвитку економіки і утримання конкурентних позицій на світових ринках.

Ресурсоощадні чинники ефективного використання господарського потенціалу Карпатського регіону можуть бути визначеними одними з найбільш популярних пріоритетів, що призводить до підвищення добробуту людей і соціальної справедливості, при значному зниженні екологічних ризиків і екологічних дефіцитів. Серед

основних чинників реалізації «зеленої економіки» спостерігаємо зростання доходів і зайнятості населення, що відбувається внаслідок залучення державних і приватних інвестицій, які скорочують викиди вуглецю і забруднення навколишнього середовища, підвищення ефективності використання енергії та ресурсів, а також запобігання втрати біорізноманіття та екосистемних послуг. Ці інвестиції повинні відбуватися і за рахунок підтримки цільових державних витрат, реформ і регуляторних змін. Даний шлях розвитку повинен підтримувати, розширювати і, при необхідності, відновити природний капітал як найважливіший економічний актив і джерело суспільних благ, особливо для бідних людей, чиї засоби для існування і безпеки сильно залежать від природи.

Ресурсний потенціал підприємств, ефективність його використання та розширене відтворення значною мірою впливає на зростання рівня продовольчої безпеки кожної країни та рентабельність виробників у секторі сільського господарства. Серед основних причин погіршення стану навколишнього середовища та умов людського життя можна назвати нестабільність процесів економіки й залучення в процеси виробництва значних неконтрольованих обсягів ресурсів. Саме тому актуальним є питання щодо створення якісних передумов з метою переходу до вищого рівня споживання ресурсів, що передбачатиме впровадження ефективних ресурсозберігаючих засобів шляхом використання як важелів ринкової економіки, так і регулювання на державному рівні використання ресурсів. Висока ефективність споживання ресурсів на будь-якому етапі виробництва забезпечуватиметься такими продуманими механізмами ресурсозбереження. Завдяки ресурсозабезпеченості підприємства Карпатського регіону матимуть змогу досягти сталості в економічному розвитку, зменшити антропогенний вплив, значно покращити стан природного середовища. З часом все гострішою стає необхідність у використанні інновацій, та через відсутність фінансування проблема ефективного використання ресурсів дедалі загострюється, що призводить до зниження ефективного використання господарського потенціалу Карпатського регіону.

Раціональне використання наявних ресурсів є важливою складовою подолання кризових явищ в економіці Карпатського регіону та переходу до стадії стабілізації та економічного зростання. Проведене у 2 та 3 розділі дослідження свідчить, що постійне зниження витрат ресурсів на одиницю продукції або послуг є основним чинником підвищення ефективності господарювання у будь-якій галузі економіки регіону. Застосування у галузях економіки методів та технологій ресур-

созбереження обумовлено високою фондо-, капітало-, ресурсоемністю підприємств галузей [1].

Вирішення проблем ресурсозбереження набуває першочергового значення також у зв'язку з реалізацією заходів, які передбачені численним реформуванням всіх сфер господарювання у процесі євроінтеграції України [1].

Сьогодні, як в світі у цілому, так і в Україні і Карпатському регіоні, зокрема, надзвичайно актуальними є проблеми, пов'язані з раціональним використанням, збереженням, а по можливості – примноженням й відновленням складових природно-ресурсного потенціалу. Не виключенням є і енергетичний потенціал.

Значна частина ресурсів Карпатського регіону знаходиться у важко видобувному розміщенні (на великих глибинах, у тонких пластах тощо), а також у виснаженості найякіснішої частини запасів промислових копалин, у першу чергу – палива (нафти, газу, вугілля), обмежених фінансових та технічних можливостях геологорозвідувальних робіт. Перспективи розвитку мінерально-сировинного комплексу пов'язують із розвідкою та розробкою нових для України корисних копалин – золота, міді, хрому, свинцю, цинку, молібдену, рідкісноземельних металів, фосфоритів тощо, важливим також є підвищення рівня видобутку родовищ та вилучення корисних складових з породи, залучення до господарського обліку техногенних родовищ зі складу відходів попереднього виробництва, використання вторинної сировини [2].

Екологізація та ресурсоощадність секторів економіки вимагає зусиль як для підвищення продовольчої продуктивності, так і для поліпшення екологічної та економічної ефективності використання ресурсів у процесі виробництва, переробки та споживання (ланцюговий підхід). При застосуванні еко-системного підходу для сільського, лісового та рибного господарства цей сектор міг би надати більше екологічних товарів та послуг, ніж будь-який інший, забезпечуючи при цьому засобами харчування та існування більшість населення, і таким чином забезпечити реальний перехід до зеленої економіки [6].

Таким чином, трикутник ресурсоощадності господарського потенціалу Карпатського регіону може формуватись на основі природоемності, екологізації ВВП та виробництва енергоресурсів.

Отже, з метою реалізації ресурсоощадної та екологічної складових економіки необхідним є забезпечення: кардинального перегляду складових інвестицій, спрямованих в галузі економіки та що надходять в якості ресурсоощадних; входження екологічних умов, чинників і об'єктів до складу економічних категорій економіки; співставлення економік природних ресурсів та вироб-

ництва до екологічних обмежень і принципів збалансованого природокористування; повний перехід на інноваційну систему ціноутворення з повним врахуванням екологічних чинників, збитків і ризиків; регулювання надмірної кількості та асортименту продукції і посилення екологічного контролю її якості.

Окрім того, стимулювання екологізації та ресурсоощадності економіки може реалізовуватись шляхом [19]:

- застосування ціноутворення на основі принципів сталого розвитку, включаючи відмову від неефективних субсидій, реалізацію фінансової оцінки природних ресурсів і введення податків на забруднення навколишнього середовища;

- здійснення політики державних закупівель, що заохочує виробництво «екологічної» продукції і використання відповідних «екологічних» методів виробництва;

- реформування систем «екологічного» оподаткування, який передбачає перехід від оподаткування робочої сили на податки на забруднення навколишнього середовища;

- спрямування державних інвестицій в «екологічну» інфраструктуру (включаючи громадський транспорт, поновлювані джерела енергії, будівництво енергоефективних будівель) і природний капітал для відновлення, підтримки і, де це можливо, збільшення обсягу природного капіталу;

- цільову державну підтримку досліджень і розробок, пов'язаних зі створенням екологічно чистих технологій;

- реалізацію соціальних стратегій, покликаних забезпечити узгодження соціальних цілей з пропонованими економічними стратегіями.

Найважливішими передумовами екологізації та ресурсоощадності використання господарського потенціалу Карпатського регіону на сьогодні є [12]: формування правових і організаційних положень для раціонального природокористування; впровадження новітніх технологій і науково-технічного потенціалу для переведення економіки на природо- та ресурсоощадну основу; зміна суспільного виробництва, орієнтування на збільшення частки продукції кінцевого споживання, «виробництво заради виробництва» повинні бути мінімізовані; створення замкнених виробничих безвідходних циклів; впорядкування системи обліку виробництва продукції щоб точніше відобразити в ній вартість природних ресурсів.

Посилення екологізації та ресурсоощадності використання господарського потенціалу Карпатського регіону повинно відбуватися шляхом зміни існуючої інституційної структури, а також

розвитку соціальної та екологічної відповідальності бізнесу, влади та людини.

З метою підвищення ефективності інституційного забезпечення екологізації на рівні держави та регіонів, необхідним є створення спеціальних структур – фондів екологічного розвитку або рад екологічного розвитку (як консультативно-дорадчих органів), основною метою діяльності яких є здійснення моніторингу стану довкілля, формування проектних пропозицій щодо покращення загальної еколого-економічної ситуації, вироблення цілей та пріоритетів еколого-економічного розвитку, формування моніторингових карт тощо.

На мікрорівні (рівні суб'єктів господарювання) необхідними заходами екологізації та ресурсоощадності можуть бути: підтримка екологічної модернізації підприємства; рдосконалення природоохоронної діяльності; економія у витраті ресурсів.

Ресурсоощадний характер чинників ефективного використання господарського потенціалу Карпатського регіону, що виступає фактором розвитку соціально-спрямованої держави, глобалізації та НТП, повинен торкатися наступних сфер діяльності суспільства: охорона природного середовища, раціональне користування природними ресурсами, впровадження соціально спрямованих екологічних стандартів та задоволення екологічних потреб (збереження здоров'я кожної людини). Тому основними цілями ресурсоощадності економіки можна вважати такі: збереження й відновлення майбутнього потенціалу природного середовища (екосистем, стабілізація кліматичних умов, раціональне природне користування, зниження рівня забрудненості, впровадження екологічної етики серед населення, викорінення насильства над людьми та природою загалом); збереження та відтворення людини та суспільства загалом (покращення якості життя, в першу чергу, в контексті гарантування здоров'я населення та покращення природних умов); збереження, нарощення темпів зростання економіки.

Процес вирішення проблем щодо ресурсоощадності, що відображає інтеграцію соціальну та екологічну відповідальність влади, включає такі положення:

1. Громадяни, зацікавлені задовольнити ресурсну та екологічну потребу, мають визначити конкурентну спроможність господарства через його потенціал знизити негативний вплив на природне навколишнє середовище та зменшити використання природних і енергоресурсів.

2. Держава, через органи державної влади, повинна встановлювати стимулюючі заходи для суб'єктів господарювання з метою зниження ними рівня забруднення навколишнього середови-



ща, раціонального освоєння та раціонального використання надр, а також виробництва підприємствами екологічно чистих продуктів з мінімальними ресурсозатратами.

3. За кожним господарюючим суб'єктом повинна бути встановлена фінансова відповідальність за збитки ресурсів, природі, який нанесено в результаті діяльності, наприклад, шляхом сплати податків.

4. Усі потреби індивіда а суспільства загалом повинні забезпечуватись діяльністю суб'єктів господарювання, в першу чергу, екологічні. В свою чергу, життєдіяльність населення повинна бути стимулом задля посилення формування такої потреби.

5. В системах економічних, екологічних та соціальних показників господарювання повинно бути відображено оцінку одержуваних благ, яка є результатом вирішення проблем ресурсозбереження в життєдіяльності суспільства.

6. Регламентування органами державної влади допустимих норм викидів в навколишнє середовище.

7. Визначення екологічних державних квот (допустимі норми викидів, які не понесуть шкоди навколишньому середовищу).

8. Розподіл квот між регіонами з врахуванням їх специфіки.

9. Застосування утворення цін на основі принципів сталого розвитку, в тому числі відмову від субсидій, що є неефективними.

10. Проведення політики державних закупок, що заохочуватиме виробництво «екологічних» продуктів і використання «екологічних» методів у виробництві.

Крім всього вищезазначеного важливим є забезпечення раціонального природо-, ресурсо- та екологічного користування, оскільки тільки ефективне та екологічно дбайливе використання ресурсів дозволить зберегти стале функціонування держави. Таке можливо, на нашу думку, лише за допомогою впровадження облікової політики та застосування квот на ресурсо- та природокористування. Тільки завдяки обліку буде можливо контролювати енергозбереження.

До основних напрямків раціонального енерго-, ресурсо- та природокористування належать: зниження ресурсоемності виробництва; скорочення витрат ресурсів та матеріалів; зменшення утворення відходів виробництва; вторинне використання відходів; заміна штучними матеріалами натуральних.

Основними напрямками стратегії держави у раціональному природокористуванні можуть бути: контроль за здійсненням користувачами надр проектів щодо розробки й технологічних схем під час розробки родовищ корисних копалин;

збереження біологічного різноманіття та розвиток заповідних проектів, розширення діючих природних заповідників та створення нових; фінансування державою діяльності з обмеження, розміщення та знешкодження відходів, уникнення забруднення річок, водосховищ, озер, гідрооб'єктів та підтримання їхнього гідрологічного стану; запровадження новітніх технологій ведення лісгосподарства та лісової експлуатації; запровадження екологічних та економічних важелів ефективного використання природо ресурсів й створення екологічних фондів з метою фінансування діяльності з охорони природи.

Процеси ресурсоощадності економіки повинні реалізовуватись системно, комплексно (врахування технічних, технологічних, організаційних, соціальних, економічних, технологічних аспектів ресурсоощадної діяльності та їх зв'язку), для підтримання балансу (відтворення природних ресурсів для відновлення якісних характеристик, дотримання рівноваги між надходженням і витратами ресурсів), взаємовідповідальності сторін (встановлення системної відповідальності усіх підприємств за ефективність використання ресурсів, посилення особистої відповідальності, стимулювання ініціативи у застосуванні ресурсоощадних технологій) (див. табл. 3).

Важливим на сьогодні напрямком ресурсоощадності є енергозбереження. Дана сфера повинна чітко регулюватися державою, оскільки є стратегічно-важливою, особливо в останні роки, коли погіршилися відносини з Росією, яка є основним постачальником природного газу.

Пропонуємо з метою посилення ролі ресурсоощадних сучасних чинників використання господарського потенціалу Карпатського регіону спрямувати зусилля на:

- впровадження екологічно-безпечних, інноваційних та ресурсозберігаючих, ефективних технологій на основі цілісної технологічної платформи з участю держави, суспільства бізнес-одиниць, організацій освіти і науки, громадських об'єднань та некомерційних організацій;

- облік абсолютних величин та питомих показників, що визначають ефективність використання природних ресурсів, енергії, негативний вплив при державному регулюванні діяльності служб з охорони природи на навколишнє середовище, а також планування заходів з охорони природного середовища;

- рівень захисту важливих інтересів індивідууму повинен зростати;

- створення стимулів, ефективність яких зростатиме, для інноваційної діяльності в усіх секторах економіки;

- усунення адміністративних перешкод під час здійснення інвестиційної й виробничої

## Принципи ресурсоощадності використання господарського потенціалу Карпатського регіону\*

№ з/п	Назва принципу	Значення принципу
1	Системності	Залучення до ресурсоощадних процесів усіх елементів виробничої системи підприємств: матеріально-технічного забезпечення, підготовки і організації виробництва, реалізації продукції, використання нетоварної частини продукції
2	Комплексності	Врахування технічних, технологічних, організаційних, соціальних, економічних, технологічних аспектів ресурсоощадної діяльності та їх взаємозв'язок
3	Цілісності	Дотримання єдності системи управління ресурсоощадною діяльністю на підприємствах, заснованої на взаємозв'язку та взаємообумовленості процесів проектування землеустрою, технічної і технологічної підготовки виробництва, виробництва продукції, використання та переробки нетоварної частини продукції та узгодженні їх показників
4	Довгострокової перспективи	Врахування ефектів довгострокових наслідків, що виникають за рахунок акумулювання екологічних результатів
5	Нормативності	Застосування та удосконалення норм та якісних параметрів ресурсів з урахуванням рівня розвитку техніки і технології, досягнень науково-технічного прогресу
6	Взаємовідповідальності	Встановлення системної відповідальності усіх підприємств за ефективність використання ресурсів, посилення особистої відповідальності, стимулювання ініціативи у застосуванні ресурсоощадних технологій
7	Інформаційності	Встановлення адекватного, оперативного моніторингу та аналізу використання ресурсів, оптимізація комплексу використання виробничих ресурсів та підвищення ефективності витрат на раціоналізацію їх використання
8	Врахування вартості упущених можливостей	Оцінка альтернативних варіантів використання ресурсів та пошук шляхів оптимізації ресурсокористування
9	Економічного стимулювання	Матеріальне заохочення працівників підприємств за результатами раціоналізації використання ресурсів, забезпечення стабільної зацікавленості у інтенсифікації виробництва, підвищення якості продукції, що випускається
10	Підтримання балансу	Відтворення природних ресурсів для відновлення якісних характеристик, дотримання рівноваги між надходженням і витратами ресурсів
11	«Користувач сплачує»	Користувач відповідного природного ресурсу має повністю сплачувати його використання і відновлення, коли сам він окремо не в змозі відновлювати суспільно необхідний ресурс
12	«Забруднювач сплачує»	Забруднювач повинен компенсувати проведення заходів екологічного оздоровлення, коли існують, але не мають бути використані окремим підприємством екологічно досконалі технології відновлення ресурсу
13	Об'єктивності	Передбачає врахування попереднього досвіду та інформації
14	Цілепокладання	Передбачає чітке формування конкретних стратегічних цілей та мети їх досягнення
15	Результативності	Спрямування повної сукупності заходів на отримання кінцевого результату
16	Спадкоємності	Відповідальність перед прийдешніми поколіннями
17	Прозорості	Відвертість та прозорість дій всіх суб'єктів, широке висвітлення їх діяльності у ЗМІ, залучення стейкхолдерів

\* - складено а доповнено автором за [8]

діяльності на виробничих об'єктах підвищеної небезпеки;

– формування механізмів розробки й реалізації корпоративних стратегій в екології та про-

грам, що відповідатимуть вимогам екологічної безпеки. У проєкті має бути враховано розвиток інновацій щодо забезпечення безпеки в сфері екології, яке має досягатися за допомогою реалізації комплексу інституційних та законодавчих заходів, що забезпечуватимуть:

- підвищення енергоефективності й розвиток альтернативних джерел енергії, впровадження заходів стимулювання скорочення викидів та скидів, утворення та утилізації відходів, що буде економічно вигідно;

- перехід до більш безпечного з погляду екології громадського транспорту – основним видом переміщення в великих містах;

- розвиток механізмів економічного регулювання виникнення та впровадження технологій, що будуть екологічно чистими, переходу до системи сертифікації об'єктів нерухомості з врахуванням міжнародного досвіду високо розвинених країн у застосуванні екологічних стандартів;

- перехід користувачів природними ресурсами до обов'язкової нефінансової звітності у сфері охорони природного навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки, яка відповідатиме міжнародним стандартам.

Перспективними напрямками покращення ринку ресурсозберігаючих технологій є застосування нових можливостей, до яких належать [2]: покращення якості продукції та послуг, яку виробляють підприємства з адаптацією до природоохоронних вимог, а також імплементацією міжнародних стандартів ресурсоощадності, розробка та впровадження нової продукції, заснованої на застосуванні ресурсозберігаючих технологій, вливання в економіку іноземних інвестицій на ресурсозберігаюче виробництво, сприяння розвитку інституцій з сприяння та підтримки ресурсоощадного виробництва.

Державна політика в сфері вартісної оцінки ресурсів природи насамперед повинна спрямовуватись на: реалізацію повноважень державних органів влади в економічних напрямках як власника ресурсів; формування ринку послуг ріелторів по фінансовій оцінці ресурсів природи; вдосконалення та розвиток послуг на ринку страхування й аудиту в секторі природокористування тощо. Складним завданням є оцінювання природних ресурсів, яке постає першочерговим завданням в умовах ринкової економіки. При цьому відсутня загальноприйнята методологія економічної оцінки ресурсів та процесів ресурсоспоживання, відповідна нормативно-правова база, ринок ріелторських послуг. Це зумовлює розробку загальної концепції економічної оцінки у вартісному виразі природних ресурсів, що б дало змогу виробити цілісну систему показників оцінювання різноманітних природних компонентів, які є оп-

тимальними з точки зору узгодженості інтересів економіки та природокористування. Така концепція дозволила б також встановити цілісний показник природно-ресурсного потенціалу територій, що б дало змогу врахувати наявність (обсяги й типи) в регіоні природних ресурсів; оптимальність поєднання та допустимі межі коливання запасів, які не будуть причиною змін стійкості системи в цілому; функціональну роль усіх природних ресурсів у формуванні господарської діяльності, тобто забезпечення економічної стійкості розвитку регіонів.

Зазначені напрями в основному стосуються державного рівня господарювання, регіональних та місцевих ланок. Разом з тим, необхідно проводити роботу на мікрорівні (на рівні підприємства):

- 1) сприяти зростанню обізнаності серед населення та господарств у сфері новинок ресурсозбереження за допомогою їх інформованості суб'єктами інфраструктури ресурсозбереження, недоліками та перевагами цих новинок в економічному та соціальному аспектах за допомогою виставок, рекламних кампаній, прямих продажів;

- 2) імідж компаній у сфері ресурсозбереження (енергетичних, водо сервісних тощо) повинен відображати їх економічну ефективність та екологічність за допомогою випуску прес-релізів та носіїв інформації про їх діяльність, статей, сформованих звітів, проведених конференцій та презентацій;

- 3) повинні розроблятися та впроваджуватись в практику гнучкі фінансові схеми, перформанс-контрактинг, що дозволить працювати з підприємствами, що є низько ліквідними;

- 4) доцільність ресурсозбереження, принципи діяльності аудиторських компаній у цій сфері повинні бути обговорена шляхом роз'яснень керівникам та їх підлеглим на підприємствах у різних сферах діяльності. Це сприятиме хорошему ставленню до аудиторських фірм на підприємствах;

- 5) розширювати спектр послуг, які надають суб'єкти інфраструктури, в тому числі, надавати практичну допомогу замовникам під час складання планів реалізації заходів з ресурсозбереження на основі їхнього самофінансування, що характеризуються етапністю, навчати персонал підприємств, які замовляють послуги, базовим знанням ресурсного менеджменту.

**Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.** Отже, ресурсоощадна природа сучасних чинників використання господарського потенціалу Карпатського регіону повинна базуватись на збереженні й відновленні майбутнього потенціалу навколишнього середовища, збереженні та відтворенні су-

спільного розвитку та збереженні, нарощенні темпів зростання економіки та внутрішнього виробництва. Головна мета ресурсоощадності економіки для підвищення використання господарського потенціалу Карпатського регіону є зменшення природоємності усього господарства, економіки, техносфери. Трикутник ресурсоощадно-

сті економіки України може формуватись на основі природоємності, екологізації ВВП та виробництва енергоресурсів.

Перспективами подальших досліджень буде напрацювання плану заходів окремо для кожної області Карпатського регіону з врахування індивідуальних особливостей кожної території.

#### Література

1. Богачов, С. В. Оцінка попиту на ресурсоощадне обладнання у сфері теплопостачання великих міст та агломерацій (з урахуванням угоди про ЗВТ між Україною та ЄС) / С. В. Богачов // Економіка та право. Серія : Економіка. – 2015. – № 3. – С. 77-84.
2. Воляк, Л. Р. Ресурсозбереження як передумова підвищення конкурентоспроможності підприємства / Л. Р. Воляк // Сталій розвиток економіки. – 2013. – № 2. – С. 115-119.
3. Державна політика сталого розвитку на засадах «зеленої» економіки». Аналітична записка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1237/>
4. Енергетична стратегія України до 2030 року. – К.: Мінпаливенерго України, 2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.aes-ukraine.com/documents/5390.html](http://www.aes-ukraine.com/documents/5390.html)
5. Єлісеєва, Г. Ю. Статистичне оцінювання розвитку зеленої економіки в Україні / Г. Ю. Єлісеєва // Вісник Дніпропетровського університету. Серія. Економіка. – 2013. – Т. 21, вип. 7(2). – С. 128-133.
6. Зелена економіка – порятунок людства. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dossier.org.ua/zelena-ekonomika-poryatunok-lyudstva>
7. Квач, Я. П. «Зелена» економіка: можливості для України / Я. П. Квач, К. В. Фрісова, О. Г. Борісов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://global-national.in.ua/archive/6-2015/12.pdf>
8. Кінаш, І. А. Вторинне ресурсокористування як чинник ефективної ресурсоощадної діяльності / І. А. Кінаш // Економічний форум. – 2016. – № 1. – С. 104-109.
9. Марчук, Л. П. «Зелена» економіка : суперечності та перспективи розвитку / Л. П. Марчук // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2014. – Вип. 1. – С. 34-41.
10. Міжнародна економіка та міжнародні економічні відносини : дайджест. Випуск 8 / [уклад. О. В. Олабоді ; ред. В. С. Каленська] ; Науково-технічна бібліотека Національного університету харчових технологій. – Київ : НТБ НУХТ. – 2016. – С. 19.
11. Про заходи щодо забезпечення підтримки та дальшого розвитку підприємницької діяльності: Указ Президента України від 15.07.2000 № 906/2000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/906/2000>
12. Прудченко, А. А. Экологизация экономики как главная задача устойчивого развития общества // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. IX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [sibac.info/archive/nature/StudNatur%2004.04.2013.pdf](http://sibac.info/archive/nature/StudNatur%2004.04.2013.pdf)
13. Солошич, І. О. "Зелена економіка" в контексті забезпечення переходу України до сталого розвитку / І. О. Солошич, В. В. Підліснюк // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2013. – № 6.
14. Станкевич, Н. А. «Зелені інвестиції» як складова сталого розвитку держави / Н. А. Станкевич. – 2013. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eztuir.ztu.edu.ua/6327/1/118.pdf>
15. Танчак, Я. А. Стан і проблеми інвестиційного розвитку Карпатського регіону України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.nbuv.gov.ua/old\\_jrn/chem\\_biol/nvnltnu/21\\_3/268\\_Tan.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/chem_biol/nvnltnu/21_3/268_Tan.pdf)
16. Територіальний розвиток в Україні: розвиток агломерацій та субрегіонів: [Проект USAID: Локальні інвестиції та національна конкурентоспроможність]. – К., – 2012. – 183 с.
17. Химинець, В. В. Місце та роль курортно-рекреаційного кластеру в сталому розвитку Карпатського регіону // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія. Економіка. – 2014. – Вип. 1. – С. 240-247.
18. Череп, А. В. Основи формування трудового потенціалу в державі, регіоні, на підприємстві // Вісник Запорізького національного університету. – 2011. – № 1(9). – С. 245-254.
19. Шевчук, А. В. Экологизация экономики: проблемы и перспективы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologizatsiya-ekonomiki-problemy-i-perspektivy#ixzz4ODXCc8ol>
20. Шпенник Т. К. Аналіз соціально-економічного стану Закарпатської області з точки зору розвитку туристичної галузі / Т. К. Шпенник // Науковий вісник Ужгородського університету. – 2013. – № 2. – С. 34-39.

## SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN KHARKIV REGION

*Л. М. Немець, М. О. Логвинова. СОЦІАЛЬНО-ДЕМОГРАФІЧНІ ФАКТОРИ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ. У статті розглянуто фактори розвитку сільського господарства Харківської області, серед яких соціально-демографічні займають особливе місце. До демографічних факторів належать кількість та густина населення, його віковий та статевий склад, кількість трудових ресурсів, віддаленість населених пунктів від обласного та районних центрів тощо. Соціальні фактори включають тип земельних відносин, форми власності, рівень соціально-культурного забезпечення. Для Харківської області характерна висока частка міського населення, велика міграційна активність населення сільської місцевості, особливо молоді, достатньо велика зайнятість у аграрному секторі, наявність кваліфікованих трудових ресурсів, які можливо задіяти у сільському господарстві, ефективна система розселення, яка формує споживчі потреби населення. Велика роль у виробництві сільськогосподарської продукції належить фермерським господарствам. Комплексний суспільно-географічний аналіз вказаних факторів дозволить уточнити галузі спеціалізації сільського господарства Харківської області, а також ефективно використовувати земельні ресурси. Крім того, аналіз ключових факторів розміщення підприємств сільського господарства на регіональному рівні, дозволить виділити проблеми галузі та запропонувати заходи щодо покращення ситуації з урахуванням конкретних соціально-географічних, демографічних та економічних особливостей того чи іншого регіону.*

**Ключові слова:** сільське господарство, соціально-демографічні фактори, демографічна ситуація, зайнятість населення, соціальна інфраструктура, спеціалізація сільського господарства.

*Л. Н. Немец, М. А. Логвинова. СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ. В статье рассмотрены факторы развития сельского хозяйства Харьковской области, среди которых социально-демографические занимают особое место. К демографическим факторам относятся количество и плотность населения, его возрастной и половой состав, количество трудовых ресурсов, удаленность населенных пунктов от областного и районных центров и т.д. Социальные факторы включают тип земельных отношений, формы собственности, уровень социально-культурного обеспечения. Для Харьковской области характерна высокая доля городского населения, большая миграционная активность населения сельской местности, особенно молодежи, достаточно большая занятость в аграрном секторе, наличие квалифицированных трудовых ресурсов, которые возможно задействовать в сельском хозяйстве, эффективная система расселения, которая формирует потребительские нужды населения. Большая роль в производстве сельскохозяйственной продукции принадлежит фермерским хозяйствам. Комплексный общественно-географический анализ указанных факторов позволит уточнить отрасли специализации сельского хозяйства Харьковской области, а также эффективно использовать земельные ресурсы. Кроме того, анализ ключевых факторов размещения предприятий сельского хозяйства на региональном уровне, позволит выделить проблемы отрасли и предложить мероприятия по улучшению ситуации с учетом конкретных социально-географических, демографических и экономических особенностей того или иного региона.*

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, социально-демографические факторы, демографическая ситуация, занятость населения, социальная инфраструктура, специализация сельского хозяйства.

**Formulation of the problem.** Agriculture of Kharkiv region is formed under the influence of a combination of factors: natural and geographical, economic, socio-demographic on the basis of agro-climatic, land, and water resources [6]. Socio-demographic factors are the leading factors in the development of agriculture in the region, which cover the population, its age and sex composition, labor resources, urbanization level, nature of settlement, the need for food, which affects the development of the industry in rural and suburban zones, as well as the territorial organization of agriculture [18].

**Analysis of recent research and publications.** Agriculture, as the main branch of the agro-industrial complex, remains one of the leading topics for research among Russian geographers and is considered in the works of V.P. Nagirna, Y.B. Oliinich, M.M. Palamarchuk, M.D. Pistun, O.I. Shabliiy and others.

The factors that influence the development of agriculture in the regions of Ukraine were studied by the geographers M.D. Zayachuk, N.A. Kozlovskaya,

I.I. Rantz, A.M. Slashchuk, Y.S. Sosnovska. Features of the development of agriculture in Kharkiv region were studied by N.V. Dobrovolska, Y.I. Kandyba, Y.F. Kobchenko, S.V. Kostrikov and others.

It should be noted that the scientific institutions engaged in identifying the problems of agricultural development and its comprehensive research in Ukraine are the National Academy of Agrarian Sciences, Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Economics and Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine, regional research institutions, in particular, V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University, V.Y. Yuryev National Academy of Sciences of Ukraine, P. Vasylenko Kharkiv National Technical University, V.N. Karazin Kharkiv National University in Kharkiv region.

The purpose of the publication is to reveal the influence of socio-demographic factors on the development of agriculture in Kharkiv region, to analyze the current demographic situation in the region, the level of social infrastructure and to propose, on

the basis of the analysis, ways to improve the level of agricultural development in the region.

**Statement of the main material.** The demographic factor is determining for the development of agriculture, because the population simultaneously act as a subject of social production, the main productive force of society, and also as the consumer of

the final product [5]. Therefore, the dynamics, structure and location of the population has a direct impact on the development of the industry.

Kharkiv region is characterized by a high proportion of urban population (80.6%) and large population (2.718 million people) (Fig. 1).

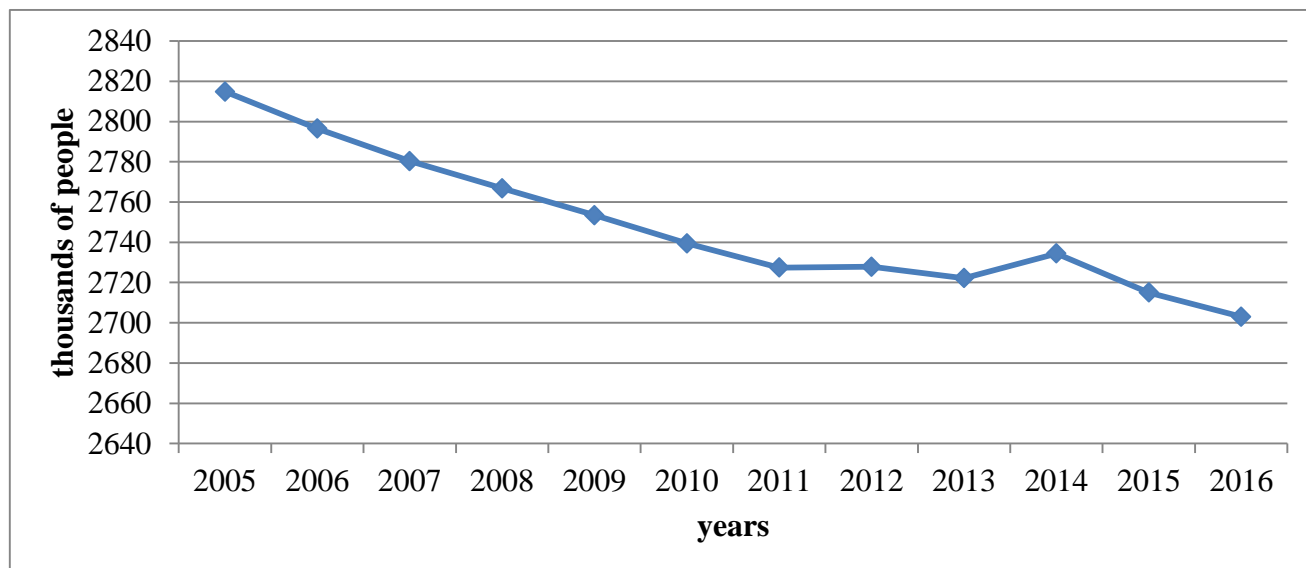


Figure 1. Dynamics of the population of Kharkiv region for the period from 2005 to 2016 (built by the authors according to the data of [19])

All administrative-territorial units of Kharkiv region are characterized by negative natural increase and a slight decrease in the population number [18]. The most rapidly declining population is in Iziurm (-13.8 ‰), Barvenkovo (-13.6 ‰), Kolomak (-13.2 ‰), Pervomaisky (-11.4 ‰), Pechenegi (-11.4 ‰) Volchansk (-11.2 ‰), Lozova (-11.2 ‰) areas [9], which is due to a high proportion of the age structure of the population of the retirement age, significant mortality of the population of this age group and low fertility rates. The lowest natural decrease is observed in Kehychivka (-5.7 ‰) and Sakhnovshchyna (-5.8 ‰) areas [9]. The population of these areas is reduced insignificantly due to a higher birth rate and low mortality.

The age structure of the population is an important demographic factor, since its change affects the size of the population and the age composition of the employed population in agriculture, which leads to a reduction in the number of the employed and aging of labor resources [16].

Analysis of the age structure of Kharkiv region indicates that the largest number of people in the region is the population of working age – 59.5% [19]. In rural areas, there are more people whose age is higher than the able-bodied (29.2% in comparison with the average in the region – 25.6%), the proportion of the disabled persons is 14.6% (on average in the region – 12.7%), the proportion of people of

working age is 56.2% and in cities – 61.7%. The female population prevails in the sex composition of the population (53.7%, men - 46.3%) (Fig.2).

The number of population is also changing for the types of settlements [18]. Some urban population is constantly increasing, and rural - on the contrary, decreases (Fig. 3), due to the low attractiveness of agricultural labor for the working-age population [1]. As a consequence, a number of socio-economic problems arise in rural areas, in particular, disparities in the socio-economic development of the village in comparison with cities, an increase in unemployment, the closure of schools and libraries, which generally aggravates depressiveness of rural areas.

One of the factors in the development of agriculture is the excess of the urban population over the rural population, since the urban population is an important consumer of its products [7]. Changes in the rate of growth of the rural and urban population create a problem of production ratio of the sector, since the population of rural areas cannot fully provide urban residents with all food products, so a certain part of agricultural production is imported [16].

Under the influence of demographic factors, population density in populated areas and their size are constantly changing. In the conditions of a large proportion of the urban population in Lozova, Kharkiv, Chuguyev, Derhachi, Pervomaisky, Iziurm, Kupyansk areas (Fig. 4), there is a shortage of labor

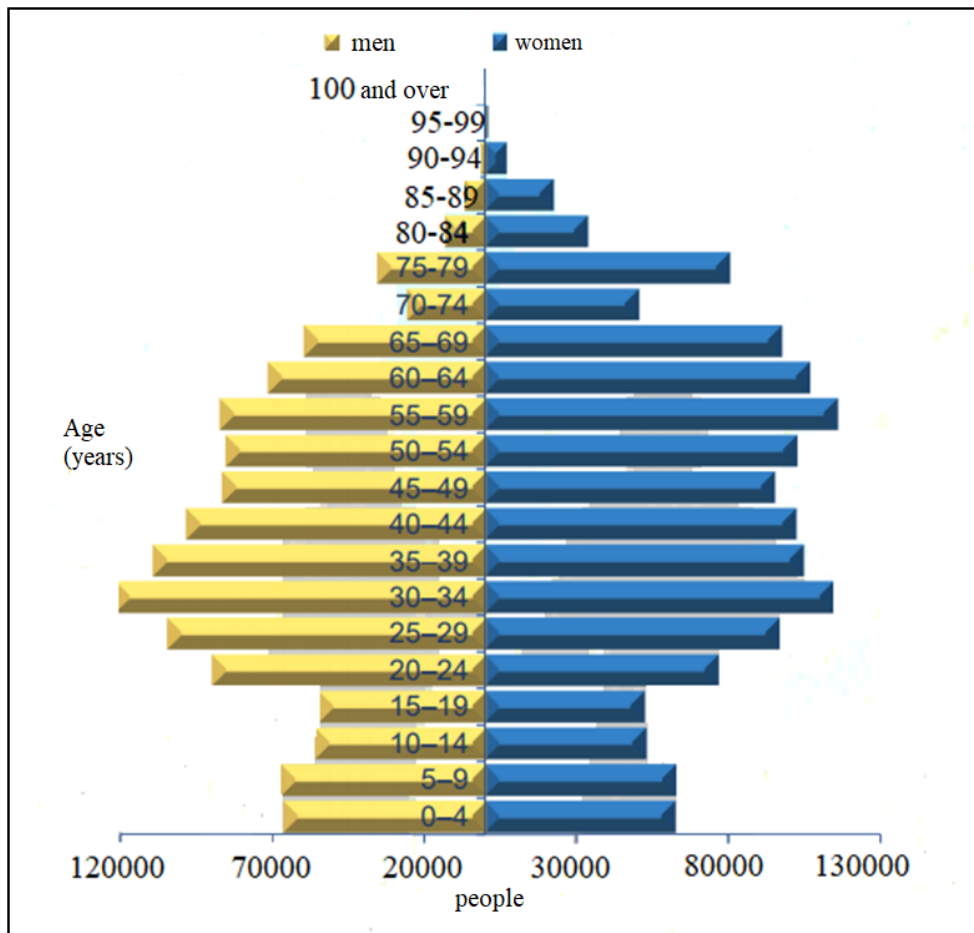


Figure 2. Sexual and age structure of the population of Kharkiv region (built by the authors according to the data of [19])

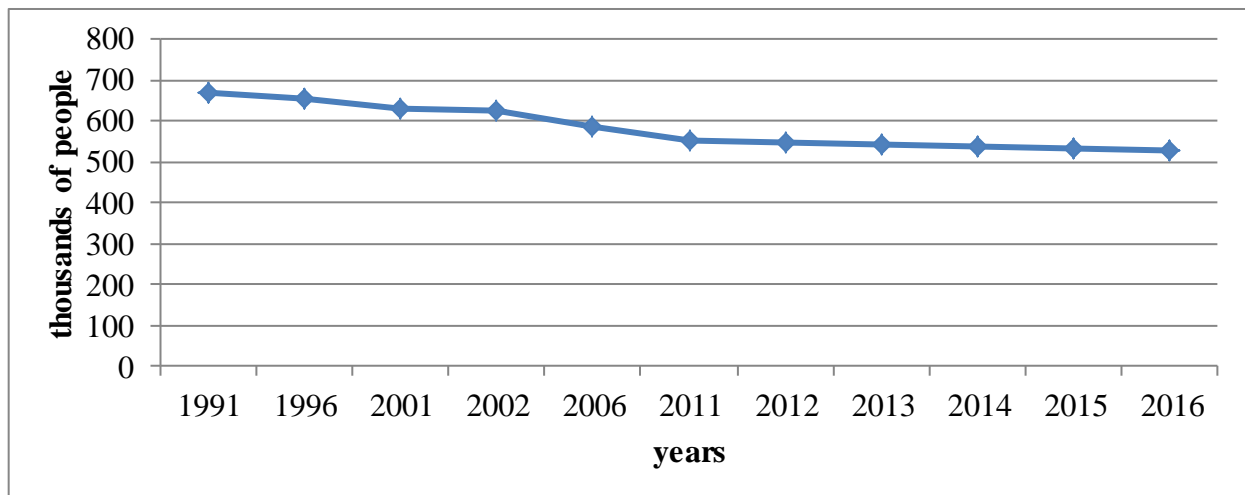


Figure 3. Dynamics of the number of rural population of Kharkiv region for the period from 1991 to 2016 (built by the authors according to the data of [8])

resources in agriculture, as a result of which there is a certain decline in agricultural land [7,11]. The situation in Velykyi Burluk, Barvenkovo, Bliznyuki, Borova, Dvorichna, Zachepylivka, Zolochiv, Krasnokutsk, Nova Vodolaha, Sakhnovshchina and Shevchenkovo areas is better in this respect, where the rural population is more than 60% [2, 9].

Significant problems in the agricultural sector are caused by the migratory activity of the population, since there is a constant increase in the proportion of the working age population in the cities and a decrease in its part in the villages through the unattractiveness of agricultural labor [16]. This especially applies to the suburban areas of Kharkiv region – Derhachi, Zmiev, Chuguyev, Kharkiv. The popula-

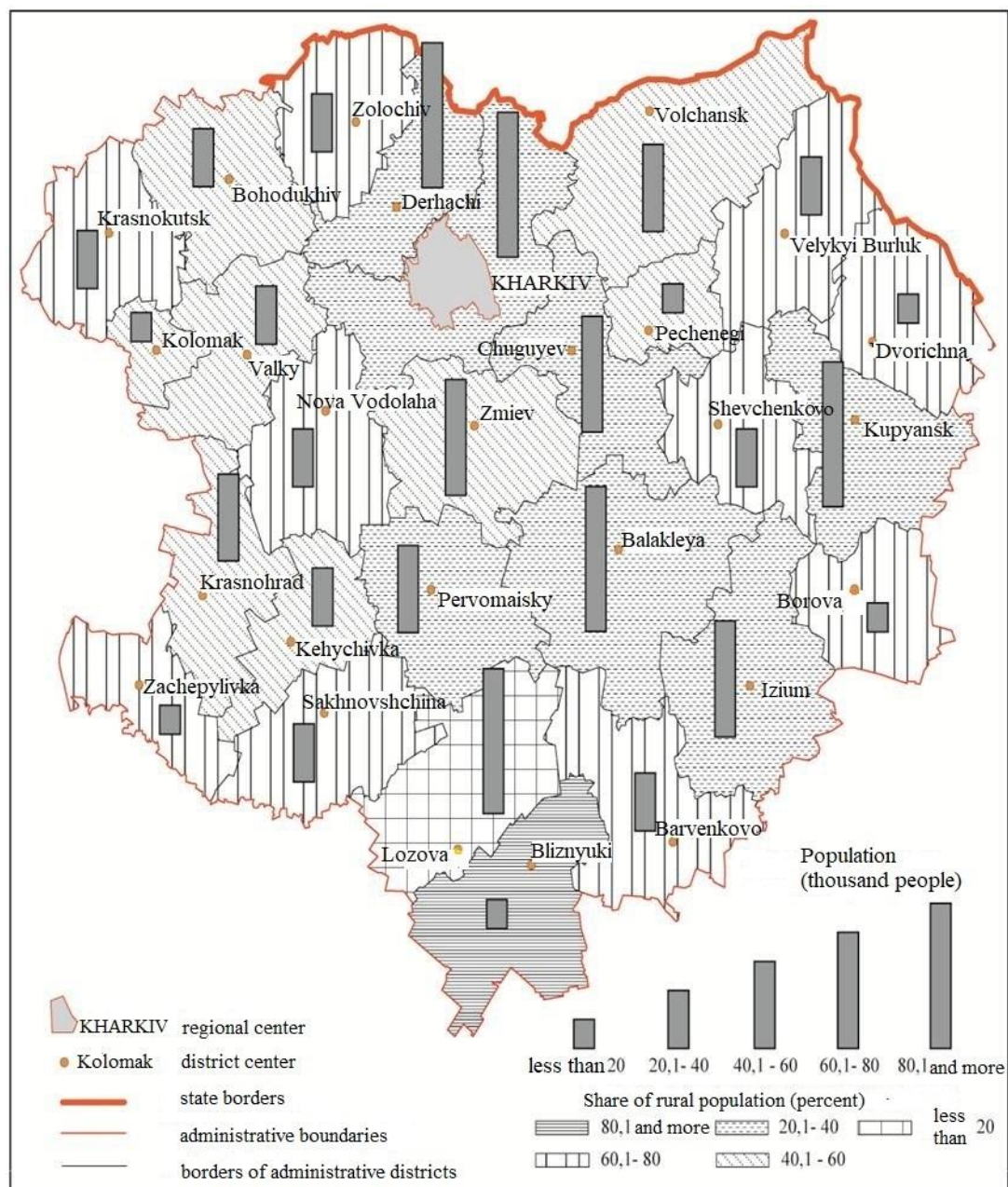


Figure 4. Accommodation of rural population in the context of districts of Kharkiv region, 2016 (built by the authors according to [9])

tion of the working age of peripheral areas – Lozova, Sakhnovshchyna, Zachepylivka – is attracted to Dnipropetrovsk region.

An important factor in the development of agriculture in Kharkiv region is the availability of labor resources and their qualifications [9]. However, it is worth noting the influence of the regional center of Kharkiv on the employment of the population in agriculture [5]. In agriculture, Kharkiv region employs 10.3% of the population (Fig. 5), and this part is constantly declining, due to unrewarding agricultural work, development of private entrepreneurship, the closure of a number of farms and state agricultural enterprises [9].

A large number of the rural population, especially in the suburbs, is engaged in own farms, pro-

ducing 39% of the region's agricultural output. As part of the economically active population of rural areas, the highest unemployment rate is typical for the population aged 16-35 years. The reasons for this are the seasonality of agricultural work, reduction in the number of agricultural enterprises, low qualification of labor resources, absence among them of specialists with agrarian education, low wages in the agricultural sector [1,16].

An important indicator of the economically active population is the entrepreneurial activity of the population – the number of persons who are entrepreneurs in a certain branch of the economy. In our case, the index of entrepreneurial activity in agriculture is determined by the ratio of farmers and private entrepreneurs to the economically active population



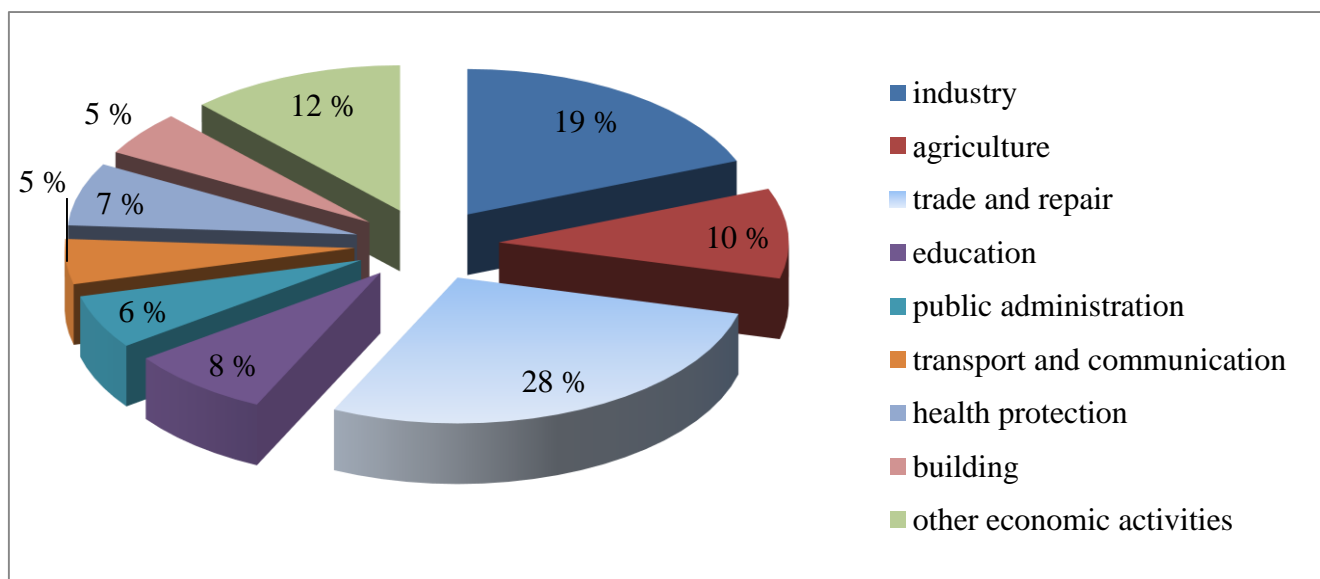


Figure 5. The employment structure of the population of Kharkiv region for the branches of the economy for 2016 (built by the authors according to the data of [19])

[16]. In Kharkiv region this indicator is 1.9% [14].

The system of settlement, formation and development of suburbs is a factor in the territorial organization of agriculture, formation of its suburban specialization [10]. The average population of rural settlements in Kharkiv region is 584 people. In the density of the rural population, intraregional differences were determined: from 9.4 people/km<sup>2</sup> in Barvenkovo district to 44.1 people/km<sup>2</sup> in Kharkiv region. The highest density of the rural population in the northern regions close to the regional center is Derhachi (30.4 people/km<sup>2</sup>), Zmiev (28.2 persons/km<sup>2</sup>), and Krasnohrad (24.1 persons/km<sup>2</sup>) areas, due to favorable geographical position (at the intersection of transport routes) [9].

The rate of growth in prices for agricultural products lags far behind the rate of change in prices for industrial products, since they are limited to the purchasing power of the population, which often leads to a disparity in prices. The main factor that determines the purchasing power of the population is the level of its income, which varies considerably in the territory of Kharkiv region. The highest salary is in Balakleya (4763 UAH), Krasnohrad (4498 UAH), Pervomaisky (4084 UAH) districts. The lowest wages are received by residents of Zachepylivka (2466 UAH), Krasnokutsk (2613 UAH), Blyznyuky (2641 UAH), Kehychivka (2680 UAH) districts [9].

The level of wages in agriculture is significantly lower than in other industries, which is due to low efficiency of most agricultural enterprises, disparity of prices, low motivation to work. Thus, low wages in agriculture indicate a decrease in the attractiveness of the industry [13].

An important socio-geographical factor in the development of agriculture is consumer needs of the

population, which stimulate the development of the industry and affect the volume of agricultural production [11].

Social factors of agricultural development include the type of land relations, land ownership forms, the level of social security and cultural and consumer services [7]. The type of land relations characterizes the relations between state authorities, local governments, agricultural enterprises, subjects of ownership, use of land, such as state regulation of land relations [4].

In modern conditions of a new economic system formation it is obvious that agriculture needs radical reforms. The old forms of ownership (state and cooperative) can no longer provide the population with the necessary products more effectively. New forms of ownership began to appear, such as: joint-stock, private and farming companies [3].

A large share in the production of agricultural products in Kharkiv region belongs to farms [8]. As of January 1, 2017, their number is 1267, which is 64% of the total number of agricultural enterprises [14]. The increase in the share of farms in the territory of Kharkiv region is explained by the simplicity of their creation and by the relatively narrow specialization of activities, since almost all of them work in the crop sector.

The level of social infrastructure provision in rural settlements is assessed by the availability of facilities for residents of peripheral settlements, qualitative and quantitative indicators of these facilities. One of the indicators of the active functioning of the terrain is the frequency of connections between the peripheral population and the district centers. Proximity to the regional or district (area), available road and rail connections between the vil-

lage and the city provides ways to sell agricultural products and motivates the rural population to engage in agriculture [16].

**Conclusions.** Socio-demographic factors determine to a large extent the level of agriculture development in Kharkiv region. Availability of free manpower, a large number of urban residents, as consumers of agricultural products, an increase in the overall consumer needs of the population form

the conditions for the development of suburban types of farms. However, the efficiency of agriculture can only be improved if there is an integrated approach to the use of all factors of its development, identifying problems, opportunities for development, changing existing specialization in certain areas and the like. Socio-geographical research based on socio-demographic factors will largely solve the noted problems.

#### **References**

1. Греков, С. А. *Географічні особливості сільськогосподарського виробництва в особистих селянських господарствах Чернівецької області [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.02 «Економічна і соціальна географія» / С. А. Греков. – Чернівці, 2007. – 19 с.*
2. Добровольська, Н. В. *Формування екологічно збалансованого землеробства Харківської області: суспільно-географічний підхід [Текст] : монографія / Н. В. Добровольська, С. В. Костріков. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 276 с.*
3. Заячук, М. Д. *Формування та геопросторова організація фермерства України (теорія та практика суспільно-географічного дослідження) [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геогр. наук : спец. 11.00.02 «Економічна і соціальна географія» / М. Д. Заячук. – К., 2016. – 40 с.*
4. *Земельний кодекс України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>*
5. Козловська, Н. А. *Розвиток сільського господарства Київської області у контексті впливу столичного міста [Текст] : / Н. А. Козловська // Український географічний журнал. – К.: Інститут географії НАН України. 2015. – Вип. . – С. 50-58.*
6. Кобченко, Ю. Ф. *Вплив погодних факторів на формування урожаю зернових культур у Харківській області [Текст] : / Ю. Ф. Кобченко, О. Ю. Кобченко, В. А. Резуненко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Серія «Геологія. Географія. Екологія». – Х.: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. – 2014. – Вип. 40 (1098). – С. 86 – 91.*
7. Крючков, В. Г. *Територіальна організація сільськогосподарського господарства (Проблеми и методы экономико-географических исследований) [Текст] : монографія / В. Г. Крючков. – М. : Мысль, 1978. – 268 с.*
8. Кулешова, Г. О. *Територіальні особливості розвитку фермерського господарства в Харківській області як форми малого підприємництва [Текст] / Г. О. Кулешова // Часопис соціально-економічної географії: Міжрегіональний збірник наукових праць. – Х.: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. – 2012. – Вип. 13 (2). – С. 178–184.*
9. *Міста та райони Харківської області у 2016 році [Текст] : статистичний щорічник / [за ред. О. Г. Мамонтової]. – Х. : Головне управління статистики у Харківській області, 2017. – 324 с.*
10. Немець, Л. М. *Територіальні та часові особливості розвитку рослинництва Харківської області [Текст] / Л. М. Немець, В. Ф. Ліхван // Часопис соціально-економічної географії: Міжрегіональний збірник наукових праць. Х. : Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. – 2012. – Вип. 12 (1). – С. 132-137.*
11. Паньків, З. П. *Земельні ресурси: навчальний посібник [Текст] / З. П. Паньків. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 272 с.*
12. *Про фермерське господарство [Текст] : Закон України зі змінами від 31.03.2016 № 45 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/>*
13. Раниця, І. І. *Територіальна організація агробізнесу регіону (на матеріалах Львівської області) [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.02 «Економічна і соціальна географія» / І. І. Раниця. – Львів, 2005. – С. 5-7.*
14. *Сільське господарство Харківської області у 2015 році [Текст] : статистичний щорічник / [за загальною редакцією К. П. Воловікової]. – Х.: Головне управління статистики у Харківській області, 2016. – 153 с.*
15. Слащук, А. М. *Географічні умови та фактори формування і розвитку агробізнесу Волинської області [Текст] / А. М. Слащук, Я. С. Лижник // Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. праць. – Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки. – 2011. – Вип. 8. – С. 64-68.*
16. Сосницька, Я. С. *Сучасні трансформаційні процеси сільськогосподарського виробництва (на прикладі Волинської області) [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.02 «Економічна і соціальна географія» / Я. С. Сосницька. – Чернівці, 2015. – 20 с.*
17. *Стратегія розвитку Харківської області на період до 2020 року [Текст] // Харківська обласна державна адміністрація Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://old.kharkivoda.gov.ua/documents/16203/1088.pdf>*
18. Топчієв, О. Г. *Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методика [Текст] : навчальний посібник / О. Г. Топчієв. – Одеса: Астропринт, 2005. – 632 с.*
19. *Харківська область у 2016 році [Текст] : статистичний щорічник / [під ред. О. Г. Мамонтової]. – Х.: Головне управління статистики у Харківській області, 2017. – 535 с.*

## **КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЙ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ: АКТУАЛЬНІСТЬ, СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ**

У статті обґрунтовано актуальність картографічного забезпечення стратегій розвитку територій, зазначено переваги карт над іншими засобами візуалізації даних. Підкреслено, що розробка карт для стратегій розвитку є найбільш доцільною для країн із значною географічною грамотністю громадян, багатими традиціями картографування. На основі аналізу 145 світових стратегій розвитку різних територіальних рівнів охарактеризовано сучасний стан даного напрямку картографування, виділено основні тенденції: переважання оглядових карт над тематичними; домінування інвентаризаційних та оцінювальних аналітичних карт; схематичний характер та естетична привабливість карт. Встановлено, що на даний момент розробники супроводжують картами лише ті розділи стратегій, що містять загальні відомості про територію, характеристику природно-ресурсного потенціалу, соціально-економічної ситуації. Сформульовано основні принципи розробки карт для стратегій розвитку: системності, упорядкованості, оперативності, відкритості, первинної уніфікованості. Зазначено, що на різних етапах стратегічного планування (передпланувальному; визначення цілей і задач розвитку; формулювання сценаріїв розвитку; реалізації стратегії) слушно задіяти всі функціональні типи карт: інвентаризаційні, оцінювальні, рекомендаційні, прогностичні. Зроблено висновок про перспективи картографічного забезпечення стратегій розвитку територій.

**Ключові слова:** стратегія розвитку, розвиток території, стратегічне планування, картографічне забезпечення, карта.

**Н. В. Попович, В. А. Пересадько. КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ: АКТУАЛЬНОСТЬ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.** В статье обоснована актуальность картографического обеспечения стратегий развития территорий, указаны преимущества карт над другими средствами визуализации данных. Подчеркнуто, что разработка карт для стратегий развития является наиболее целесообразной для стран со значительной географической грамотностью граждан, богатыми традициями картографирования. На основе анализа 145 мировых стратегий развития различных территориальных уровней охарактеризовано современное состояние данного направления картографирования, выделены основные тенденции: преобладание обзорных карт над тематическими; доминирование инвентаризационных и оценочных аналитических карт; схематический характер и эстетическая привлекательность карт. Установлено, что на данный момент разработчики сопровождают картами только те разделы стратегий, которые содержат общие сведения о территории, характеристику природно-ресурсного потенциала, социально-экономической ситуации. Сформулированы основные принципы разработки карт для стратегий развития: системности, упорядоченности, оперативности, открытости, первичной унифицированности. Отмечено, что на разных этапах стратегического планирования (предпланировочном; определения целей и задач развития; формулировки сценариев развития; реализации стратегии) уместно задействовать все функциональные типы карт: инвентаризационные, оценочные, рекомендательные, прогностические. Сделан вывод о перспективах картографического обеспечения стратегий развития территорий.

**Ключевые слова:** стратегия развития, развитие территории, стратегическое планирование, картографическое обеспечение, карта.

**Актуальність роботи.** У сучасному світі процес просторового планування супроводжується розробкою відповідних документів - концепцій, стратегій розвитку, планів дій. Якщо концепції, як правило, окреслюють ключові вектори розвитку території, то стратегії і плани дій – конкретні сценарії, цілі, завдання та індикатори їх виконання. Формування стратегій розвитку територій (СРТ) є складною міждисциплінарною задачею, до якої долучається широке коло спеціалістів.

Як показав аналіз світових і вітчизняних СРТ [7; 9; 15], розробники активно використовують спрощені, з точки зору географа, засоби візуалізації даних (таблиці, графіки, діаграми, інфографіку), нехтуючи картами. Про це свідчить статистика включення картографічної інформації до національних стратегій сталого розвитку країн Європи: картами серед них забезпечені лише 14 % [7]. Однією з причин є відсутність картографів у колективах фахівців-розробників стратегій.

З огляду на вищесказане, вважаємо обґрунтування актуальності картографічного забезпечення СРТ, аналіз його сучасного стану і перспектив важливою науковою задачею, особливо для нашої країни, в якій наразі з'являються нові адміністративно-територіальні утворення – об'єднані територіальні громади, які потребують не тільки якісних стратегій розвитку, але і забезпечення їх новими картографічними творами, які б відображали і змінені територіальні межі, і особливості природних і соціально-економічних умов в цих межах.

**Аналіз попередніх досліджень.** На доцільності укладання карт для визначення перспектив розвитку території наголошувала ціла низка науковців, зокрема географів. Так, Н. Н. Баранський та А. І. Преображенський писали, що без картографічного відображення складно уявити кінцеву картину проєктованого комплексу та усвідомити його в усій конкретності просторових поєднань і відношень [1].

В Україні ще у 1984 р., задовго до появи перших стратегій розвитку, Л. Г. Руденком обґрунтовано необхідність планування територіальних систем із застосуванням картографічних творів [10]. На необхідності впровадження картографічного методу в теорію і практику стратегічного аналізу і планування наголошує С. І. Яковлева [16].

Концепція і структура атласів розвитку регіональних систем розроблялися: В. С. Тікуновим та Д. А. Цапунком (Атлас сталого розвитку Ярославської області [14]), А. Р. Батуєвим (Атласна інформаційна система сталого розвитку регіонів Сибіру [2]).

Серед картографічних творів даної тематики слід виділити: серію постерів, розроблену Міжнародною картографічною асоціацією [19]; «Атлас цілей сталого розвитку» [18] та «Атлас глобального розвитку» [17], укладені Світовим Банком; «Атлас сталого розвитку регіонів України», представлений на сайті Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку [12].

Зазначимо, що незважаючи на значну теоретичну базу та певні практичні нароби, сучасний стан і методичні питання розробки карт для СРТ у роботах науковців майже не розглядалися.

**Метою** роботи є обґрунтування актуальності, аналіз сучасного стану та визначення перспектив картографічного забезпечення стратегій розвитку територій.

**Виклад основних результатів.** У територіальному плануванні під «стратегією розвитку» розуміють «вироблення комплексу довготривалих, найбільш принципових цілей функціонування регіону, планів практичних дій та ресурсного забезпечення їх досягнення й засобів контролю за реалізацією практичних завдань» [5, с. 103].

Ефективна стратегія розвитку об'єднує сподівання і спроможність влади, громадянського суспільства та приватного сектору сформулювати чітке бачення майбутнього, а також розробити і втілити тактику просування до нього. Вона визначає, які напрямки роботи є ефективними, поліпшує інтеграцію різних підходів та забезпечує можливість оптимального вибору там, де інтеграція неможлива [8].

Сучасні тематичні карти, їх серії та атласи як у цифровому, так і в друкованому вигляді можуть бути використані для підтримки прийняття управлінських рішень, розробки сценаріїв розвитку регіонів та їх складових частин [3, с. 285]. Вони мають ряд переваг над іншими засобами візуалізації даних, адже «подібним набором властивостей не володіє жодна інша ідеальна або матеріальна географічна модель» [4]. Так, робота з текстовими описами, таблицями, діаграмами

потребує значних затрат часу для аналізу просторової і тематичної інформації, тоді як картографічне зображення (за наявності елементарних умінь роботи з картами) дає змогу практично миттєво помітити відмінності в розвитку і динаміці явищ. Тож, коли мова йде про дані, віднесені до певних територіальних одиниць (що характерно для СРТ), доцільно обирати саме картографічну візуалізацію.

Безумовно, картографічний метод дослідження не може адекватно замінити всі інші інструменти стратегічного планування, однак він з ними вдало поєднується. Наприклад, SWOT-аналіз, PEST-аналіз, SNW-аналіз, PIMS-аналіз можуть бути доповнені оцінювальними та прогнозними картами, а GAP-аналіз – кореляційними.

Оскільки стратегії розвитку орієнтовані на широке коло користувачів, для тих країн, де більша частина населення не має гарної географічної підготовки, до стратегій раціонально включати лише основні карти, що ідентифікують територію. Широке використання карт у стратегіях є надзвичайно актуальним саме для держав, для яких характерна значна географічна грамотність громадян, багаті традиції та історія тематичного картографування. До цієї групи належить у тому числі й Україна.

Однак, як показав аналіз сучасних (розроблених після 2000 р.) стратегій розвитку різних територіальних рівнів (проаналізовано 145 документів), навіть ті країни, які мають картографічні школи й готують значну кількість фахівців даного напрямку, не в повній мірі використовують можливості карт для СРТ. Тенденції картографічного забезпечення СРТ в Європі та у пострадянських країнах практично не відрізняються, до них можна віднести:

1. Фрагментарність картографічного забезпечення стратегій (оскільки включення карт не є обов'язковою умовою розробки стратегій та окремих їх розділів, вони можуть бути взагалі не представлені у цих документах).

2. Переважання оглядових карт (географічного положення, адміністративно-територіального устрою, фізичних карт), які власне не дають жодного уявлення про сутність стратегії та сценарії розвитку території.

3. Домінування інвентаризаційних та оцінювальних аналітичних карт, майже повна відсутність комплексних і синтетичних.

4. Схематичний характер і естетична привабливість карт (кардинальна спрощеність географічної основи, мінімальна кількість додаткових і допоміжних елементів, використання яскравої кольорової гами).

У ході вивчення карт, представлених у СРТ різного ієрархічного рівня, було виявлено наступні проблеми: наявність численних логічних і графічних помилок; недотримання принципу внутрішньої єдності при підготовці серій карт (неузгодженість компонок, масштабів, умовних позначень); обмежена читабельність карт (через низьку роздільну здатність зображення); несучасність (для розробки соціально-економічних карт використовуються застарілі статистичні дані). Картами доцільно супроводжувати усі розділи стратегій, хоча на даний момент автори використовують їх здебільшого для ознайомлення користувачів з особливостями природно-ресурсного потенціалу та соціально-економічної ситуації у регіоні.

Маємо підстави вважати коренем цих проблем відсутність єдиного підходу та базової концепції щодо карт СРТ як поміж регіонів світу, так і в окремих країнах, оскільки відповідні рекомендації не включені до методичних посібників із підготовки стратегічних документів.

На наш погляд, картографічне забезпечення СРТ має базуватися на основних принципах: системності (картографування регіону як системи); упорядкованості (узгодження картографічного забезпечення стратегій нижчих рівнів зі стратегіями вищого рівня у межах однієї країни); опера-

тивності (підготовка карт у максимально короткі терміни); відкритості (СРТ і карти, вміщені до них, мають бути доступними для широкого загалу); первинної уніфікованості (узгодження географічних основ і математичних елементів карт у межах однієї стратегії).

Кarti можуть слугувати допоміжними матеріалами на всіх етапах стратегічного планування: передпланувальному; визначення цілей і задач розвитку; формулювання сценаріїв розвитку; реалізації стратегії.

На *передпланувальному етапі* відбувається збір даних, оцінка інтегрального потенціалу території дослідження. Перед безпосередньою розробкою стратегії доцільно сформувати базу даних – шари інформації в ГІС, які можуть бути використані на всіх наступних етапах, а також у подальших дослідженнях. Для всебічного ознайомлення з регіоном залучаються як наявні, так і спеціально розроблені інвентаризаційні та оцінювальні карти, значна кількість яких може бути не включена до кінцевого варіанту стратегії. Так, при підготовці Стратегії розвитку Харківської області на період до 2020 року [13] для оцінки екологічної ситуації в регіоні було укладено карту «Викиди забруднюючих речовин в атмосферу» (рис. 1).

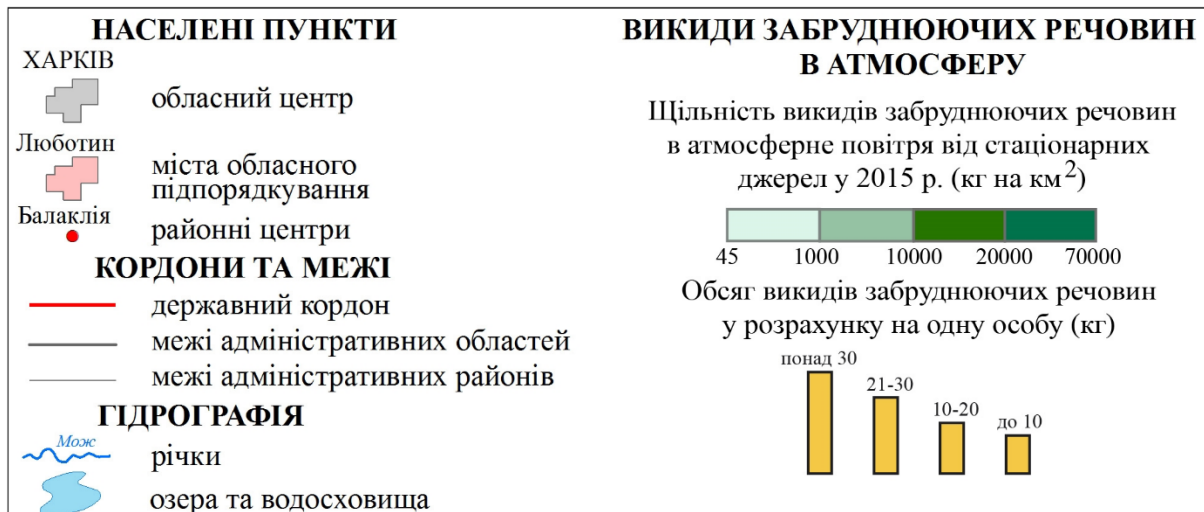


Рис. 1. Легенда карти «Викиди забруднюючих речовин в атмосферу в Харківській області»

На *етапі визначення цілей і задач* необхідний аналіз і синтез об'єктів планування і зв'язків між ними в їх просторово-часовому відображенні, для чого використовуються інвентаризаційні, оцінювальні, рекомендаційні карти. Картографічні твори на даній стадії планувального процесу допомагають обґрунтувати подальше використання території. Наприклад, у Стратегії сталого розвитку Латвії до 2030 року ціль «Розвиток відновлюваної енергетики» проілюстровано картою, легенда якої представлена на рис. 2.

На *етапі формулювання сценаріїв* аналіз стану довкілля дає змогу розробляти різні варіанти розвитку території в залежності від можливостей природи і потреб суспільства та господарства [11, с. 192]. Для кожної реальної соціально-економічної ситуації розглядають не єдиний прогнозний варіант, а різноманітні сценарії розвитку (зазвичай цільовий, інерційний та кризовий) [6, с. 7]. Рекомендаційні та прогнозні картографічні твори виступають інструментами територіального моделювання, допомагають обрати з усіх

можливих сценаріїв оптимальний. Прикладом може слугувати карта «Перспективи розвитку», розроблена для Стратегії соціально-економічного розвитку сел. Пісочин Харківської області на 2017-2020 роки (рис. 3).

На етапі реалізації стратегії для контролю темпів і якості її впровадження доцільно використовувати карти, на яких наочно показана динаміка за певний проміжок часу (як правило, від 1 до 5 років) за показниками, визначеними розроб-

никами як індикатори виконання поставлених завдань. Оскільки відбувається порівняння поточного стану елементів системи регіону з тим, що було зафіксовано на момент розробки стратегії, використовуються ті ж функціональні типи карт, що і на етапі визначення цілей і задач. Приклад легенди моніторингової карти представлено на рис. 4.

Особливості застосування карт на різних етапах розробки СРТ узагальнено у таблиці 1.

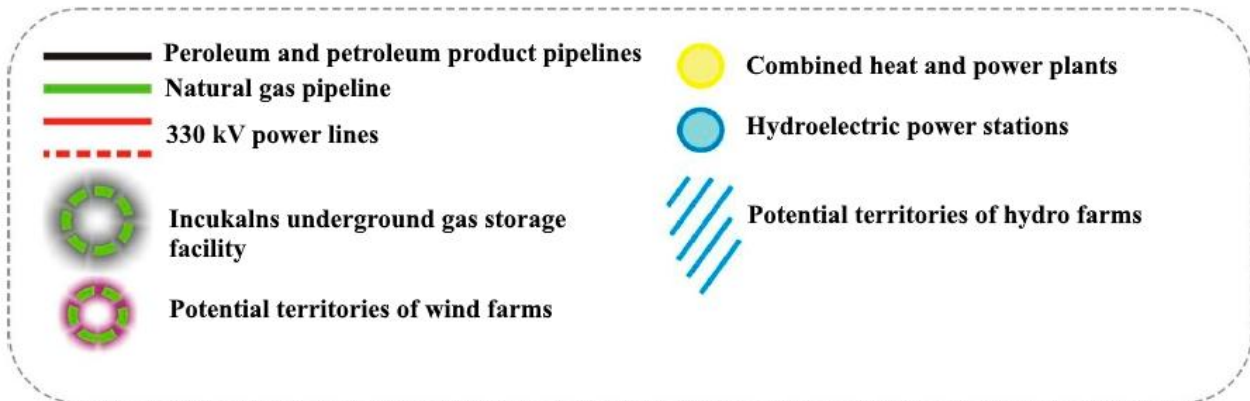


Рис. 2. Легенда карти «Відновлювана та безпечна енергія» [20, с. 49]



Рис. 3. Легенда карти «Перспективи розвитку Пісочинської селищної ради»

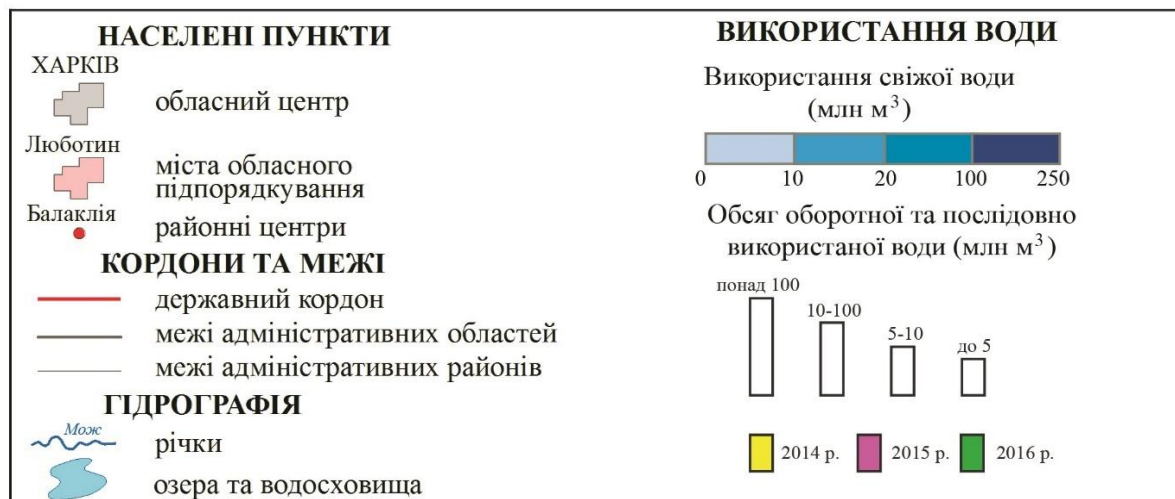


Рис. 4. Легенда карти «Використання води в Харківській області у 2014-2016 рр.»

## Особливості застосування карт на різних етапах підготовки стратегій розвитку територій

№	Етап підготовки СРТ	Функціональні типи карт	Тематика і кількість карт
1.	Передпланувальний	Інвентаризаційні, оцінювальні	Оглядові, фізико-географічні, соціально-економічні, екологічні (кількість карт не обмежена)
2.	Визначення цілей і задач розвитку	Інвентаризаційні, оцінювальні, рекомендаційні	Карти, що візуалізують поставлені у стратегії завдання (кожному завданню має відповідати мінімум 1 карта)
3.	Формулювання сценаріїв розвитку	Рекомендаційні, прогнозні	Карти сценаріїв розвитку території (не більше 3)
4.	Реалізації стратегії	Інвентаризаційні, оцінювальні, рекомендаційні	Карти, що відображають динаміку індикаторів виконання поставлених завдань (кожному завданню має відповідати мінімум 1 карта)

Розробка карт для СРТ – молодий напрямок тематичного картографування, для перспективного розвитку якого актуально: - активне залучення фахівців-картографів до формування стратегій; - використання сучасних картографічних творів, зокрема веб-атласів; - уніфікація структури набору картографічних творів для стратегій у межах окремих країн; - розробка методики укладання карт для стратегій розвитку усіх територіальних рівнів.

**Висновки.** 1. Оскільки карти є не лише наочним і загальнорозумілим засобом візуалізації даних, а й матеріалом для просторового аналізу і контролю темпів та якості вирішення завдань СРТ, вважаємо їх активне використання у стратегіях актуальним для всіх країн з високим рівнем географічної грамотності населення та багатими картографічними традиціями. 2. Картографічне

забезпечення СРТ доцільно базувати на основних принципах системності, упорядкованості, оперативності, відкритості й первинної уніфікованості. 3. На різних етапах стратегічного планування слушно задіяти всі функціональні типи карт (інвентаризаційні, оцінювальні, рекомендаційні, прогнозні), а саме: •на передпланувальному – оглядові, фізико-географічні, соціально-економічні, екологічні карти для оцінки інтегрального потенціалу регіону дослідження; • при визначенні цілей і задач – до кожного з поставлених завдань доцільно укласти хоча б одну карту, яка ілюструє його зміст; •при виборі оптимального сценарію розвитку території – рекомендується розробляти прогнозні карти; •на етапі реалізації стратегії – необхідно відображати динаміку індикаторів виконання поставлених у стратегії завдань.

**Література**

1. Баранский, Н. Н. Экономическая география [Текст] / Н. Н. Баранский, А. И. Преображенский. – М. : Государственное издательство географической литературы, 1962. – 283 с.
2. Батуев, А. Р. Атласная информационная система устойчивого развития регионов Сибири [Текст] / А. Р. Батуев // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2006. – Т. 1, №2. – С. 179-188.
3. Батуев, А. Р. О создании атласа Азиатской России [Текст] / А. Р. Батуев, В. П. Петрищев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – №10 (159). – С. 285-288.
4. Берлянт, А. М. Образ пространства: Карта и информация [Текст] / А. М. Берлянт. – М. : Мысль, 1986. – 240 с.
5. Наукові засади розробки стратегії сталого розвитку України [Текст]: монографія / ППРЕД НАН України, ІГ НАН України, ІППЕ НАН України. – Одеса : ППРЕД НАН України, 2012. – 43-87 с.
6. Топчієв, О. Г. Географія перед новітніми викликами і запитами (український аспект) [Текст] / О. Г. Топчієв, В. І. Нудельман, Л. Г. Руденко // Український географічний журнал. – 2012. – №2. – С. 3-10.
7. Пересадько, В. А. Использование картографического метода в исследовании стратегий устойчивого развития стран Европы [Текст] / В. А. Пересадько, Н. В. Попович // Scientific Letters of Academic Society of Michal Valudansky. – 2016. – Т. 4, №1. – С. 136-139.
8. Планування місцевого сталого розвитку. Посібник з формулювання стратегії сталого місцевого розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://msdp.undp.org.ua/data/publications/losd\\_manual\\_ukr.pdf](http://msdp.undp.org.ua/data/publications/losd_manual_ukr.pdf). – 03.11.2017.
9. Попович, Н. В. Картографічне забезпечення стратегій розвитку областей України на період до 2020 року [Текст] / Н. В. Попович // Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи: матеріали щорічної Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (14-15 квітня 2016 р.). – Х. : ХНУ : Видавництво «Лідер». – 2016. – Вип. 9. – С. 136-138.

10. Руденко, Л. Г. *Картографическое обоснование территориального планирования [Текст]* / Л. Г. Руденко. – К. : Наукова думка, 1984. – 168 с.
11. Рудько, Г. І. *Стратегічна екологічна оцінка та прогноз стану довкілля Західного регіону України: у 2 т. [Текст]* / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко; за ред. Г. І. Рудька, О. М. Адаменка. – Київ-Чернівці : Букрек, 2017. – Т. 2. – 584 с.
12. *Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку [Електронний ресурс]*. – Режим доступу : <http://wdc.org.ua/uk>. – 02.11.2017.
13. *Стратегія розвитку Харківської області до 2020 р [Електронний ресурс]*. – Режим доступу : <http://old.kharkivoda.gov.ua/documents/16203/1088.pdf>. – 15.11.2017.
14. Тикунов, В. С. *Устойчивое развитие территорий: картографо-информационное обеспечение [Текст]* / В. С. Тикунов, Д. А. Цапук. – Москва-Смоленск : Изд-во СГУ, 1999. – 176 с.
15. Яковлева, С. И. *Картографическое обеспечение зарубежных региональных стратегий [Текст]* / С. И. Яковлева // Псковский регионологический журнал. – 2016. – №1 (25). – С. 122-133.
16. Яковлева, С. И. *Региональные карты стратегического планирования [Текст]* / С. И. Яковлева // Псковский регионологический журнал. – 2015. – №23. – С. 98-106.
17. *Atlas of Global Development: A Visual Guide to the World's Greatest Challenges [Електронний ресурс]*. – Режим доступу : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6613>. – 15.11.2017.
18. *Atlas of Sustainable Development Goals 2017 [Електронний ресурс]*. – Режим доступу: <http://datatopics.worldbank.org/sdgatlas/>. – 10.11.2017.
19. *Maps and Sustainable Development Goals [Електронний ресурс]*. – Режим доступу : <http://icasii.org/maps-and-sustainable-development-goals/>. – 10.11.2017.
20. *Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030 [Електронний ресурс]*. – Режим доступу : [http://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/images-legacy/LV2030/LIAS\\_2030\\_en.pdf](http://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/images-legacy/LV2030/LIAS_2030_en.pdf). – 04.11.2017.



## METHOD OF MATHEMATICAL MODELING IN THE MELIORATIVE GEOGRAPHY AND RECREATION

**В. О. Резуненко, Ю. Ф. Кобченко, О. Ю. Кобченко. МЕТОД МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В МЕЛІОРАТИВНІЙ ГЕОГРАФІЇ ТА РЕКРЕАЦІЇ.** У меліоративній географії об'єктом дослідження є природно-агромеліоративні системи, які вивчаються різними методами, в тому числі, і методом математичного моделювання. Для їх дослідження нами запропонована математико-фізико-статистична модель зв'язку врожайності сільськогосподарських культур з природними факторами. Проаналізувавши статистичні показники гідрометеорологічних умов у Харківській області, нами встановлено, що кількісна залежність врожаю від числа посушливих днів має складну нелінійну багатопараметричну форму. При цьому тіснота зв'язку врожайності кукурудзи і цукрових буряків з погодними умовами виявилась дуже значною, на що вказує великий коефіцієнт кореляції між ними, який дорівнює 0.87-0.90. Нами відпрацьована гіпотеза про вид функціональної залежності між цими ознаками. Використання методу математичного моделювання для аналізу просторово-часової структури розвитку природно-антропогенних явищ дозволяє уніфікувати гідрометеорологічні характеристики і це може бути використано у різних галузях науки, і зокрема в рекреаційній географії. Відзначено, що рекреаційна географія є новітньою галуззю знання, де чільне місце у наукових дослідженнях займають математичні методи. У роботі запропонована модель природно-рекреаційної системи, що дозволяє впроваджувати комплексне вивчення міждисциплінарних зв'язків досліджуваних об'єктів. Особливість моделі полягає в тому, що вона дозволяє охопити всі етапи розвитку систем, починаючи з планування, проектування і створення рекреаційних систем, і закінчуючи оцінкою і прогнозом їх функціонування.

**Ключові слова:** меліоративна географія, природно-агромеліоративна система, рекреація, сільське господарство, погода, клімат, гідрометеорологічні характеристики, математичні методи, моделювання.

**В. А. Резуненко, Ю. Ф. Кобченко, О. Ю. Кобченко. МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕЛИОРАТИВНОЙ ГЕОГРАФИИ И РЕКРЕАЦИИ.** В меліоративной географии объектом исследования являются природно-агромеліоративные системы, которые изучаются разными методами, в том числе и методом математического моделирования. Для их исследования нами предложена математико-физико-статистическая модель связи урожайности сельскохозяйственных культур с природными факторами. Проанализировав статистические показатели гидрометеорологических условий в Харьковской области, нами установлено, что количественная зависимость урожая от числа засушливых дней имеет сложную нелинейную многопараметрическую форму. При этом теснота связи урожайности кукурузы и сахарной свеклы с погодными условиями выявилась значительной, на что указывает большой коэффициент корреляции между ними, который достигает значений 0.87-0.90. Нами отработана гипотеза о виде функциональной зависимости между этими признаками. Использование метода математического моделирования для анализа пространственно-временной структуры развития природно-антропогенных явлений позволяет унифицировать гидрометеорологические характеристики и это может быть использовано в различных областях науки, и в частности в рекреационной географии. Отмечено, что рекреационная география является новейшей областью знаний, в научных исследованиях которой важное место занимают математические методы. В работе предложена модель природно-рекреационной системы, которая использует комплексное изучение междисциплинарных связей исследуемых объектов. Особенность метода состоит в том, что он даёт возможность охватить все этапы развития системы, начиная с планирования, проектирования и создания рекреационной системы, и заканчивая оценкой и прогнозом её функционирования.

**Ключевые слова:** меліоративная география, природно-агромеліоративная система, рекреация, сельское хозяйство, погода, климат, гидрометеорологические характеристики, математические методы, моделирование.

**Formulation of the problem.** Natural-agromeliorative system, as an object of research in the field of meliorative geography, is studied by various methods, among which the main place is occupied by mathematical methods and, in particular, modeling. The study of natural phenomena and anthropogenic activity without the use of mathematical methods is considered one-sided, since this does not take into account one of the important aspects of any study – quantitative relationships and regularities. On the other hand, the expediency of their application is due to the fact that recreational geography as a branch of research is relatively new [19]. Theoretical comprehension of recreational processes and methods of research has become the subject of special study, and many problems of recreation cannot be solved within the limits of geography, sociology, medicine or

wellbeing, since recreational activity has become an interdisciplinary subject [3].

**Analysis of recent research and publications.** For the first time, mathematical methods in geography were proposed in the 20-th of the twentieth century by geographers V.P. Semenov-Tian-Shansky and M. M. Protodiakonov. Academicians A. A. Grigoriev and D. L. Armand developed the idea of mathematical engineering in geography. The first work on mathematical statistics in geography was published by V.A. Chervyakov (1966). In 1968 the success of mathematical methods application in geography allowed to hold the first All-Union meeting on the given problem on the basis of Moscow University. This gave impetus to their further widespread use in all branches of geographic science [2]. Moscow scientists (K.N. Dyakonov, L.V. Kantorovich, V.S. Mikeheev, Yu.G. Pusachenko, V.S. Tikunov), S. Petersburg (P.P. Arapov, V.S. Zekulin,

Yu.P. Seliverstov), Kazan (Yu.R. Arhipov, O.M. Trofimov), Kyiv (M.D. Hrodzinsky, V.S. Davychuk, P.O. Maslyak), Lviv (O.T. Vaschenko, V.S. Gritsevich, A.I. Shabliy), Minsk (G.N. Shakok, M.K. Chertkov), Odessa (O.G. Topchiev, V.G. Svitlichny, G.I. Shevbes), Simferopol (M.V. Bagrov, V.O. Bokov, K.G. Vobly), Kharkiv (I.G. Chervanev, A.P. Golikov, V.Yu. Nekos) fully used various sections of mathematics, including methods of mathematical modeling, in their theoretical and experimental studies. They have found wide application in reclamation geography. Thus, V.S. Anoshko [1], M.I. Budyko, S.A. Vladicinsky, V.G. Voropayev, R. A. Kasmanov, P. I. Koloskov, A. M. Shulgin made a significant contribution to its development. In many fields of recreational geography, these methods were developed by O.O. Beydyk, P.O. Maslyak, V.S. Pankov, T.P. Panchenko, I.E. Timchenko, V.I. Stafiyuchuk, N.V. Khomenko, I.M. Yakovenko and others.

We have certain experience in this field [8, 9, 10]: a concept of "natural agromeliorative system" has been substantiated and its model is proposed; method of natural-agromeliorative estimation of landscapes has been developed; the role of natural processes and anthropogenic factors in the development of natural and human-made systems has been assessed. Application of mathematical methods is given considerable attention to in scientific research and in the educational process when studying the courses "Meteorology and Climatology", "Climate of Ukraine", "Recreational Geography". In the article on the basis of this experience an attempt was made to analyze the spatial-temporal structure of natural and man-made phenomena development on the territory of Kharkiv region and to apply these developments for a more objective and effective compilation of the generalized information.

**Purpose of the article.** The main purpose of the work is to analyze the structure of natural-agromeliorative and recreational systems by method of mathematical modeling. In studying these issues it is necessary to objectively assess distribution of these phenomena, therefore the following tasks are determined in the work: to study initial pre-conditions for the research; analyze statistical data; to determine empirical connections of the spatial-temporal structure of these systems by the method of mathematical modeling.

**Presentation of the main research material.** In meliorative geography, the object of research is the natural agromeliorative systems, studied by various methods, including by the method of mathematical modeling [7]. We have proposed a mathematical-physical-statistical model of the connection of crop yields with natural factors. This allowed us to assess the agrometeorological, soil and landscape-climatic resources of growing crops and

determine their contribution to the process of harvesting. To determine the dependence of biomass and harvest growth on weather conditions, they were used as their own meteorological data for expeditionary researches of the hydrometeorological laboratory at the V.N. Karazin KhNU, as well as the data of the networked meteorological stations of Kharkiv region for the period of 1972-2016. The analysis has showed that in different parts of the region there are significantly different crop yields. Variation of crop yields depends on many natural factors, the leading place among which belongs to soil and climatic factors. To determine the functional relationship (tightness of communication) of crop yields with soil conditions, we considered the stock of humus in soils. Specifically, we have considered corn and sugar beet which are very important for Kharkiv region. At the same time, we took into account deviation of these crops yield from the average in the region. The correlation coefficient between deviation of yield and soil conditions for these crops is low (0.15-0.26), which indicates that this factor is not the leading factor in variability of yield in the region. At the same time, close connection between the yield of corn and sugar beets with weather conditions turned out to be very high, as indicated by the large correlation coefficient between them, which equals 0.87-0.90. This is especially true in arid years.

According to long-term expeditionary observations, it was discovered that the quantitative dependence of the crop on the number of dry days had a complex non-linear multi-parameter representation. We worked out a hypothesis about the form of functional dependence between these features [8]. They were plotted on a plane in the Cartesian coordinate system, and using a significant number of different standard schedules obtained, it was established that the functional dependence of crop yields deviation on the average in the region and the number of dry days is related to the hyperbolic type. This type was determined to be:

$$Y = a/(x-b) + c \quad (1)$$

Applying the least square method, nonlinear systems of equations are solved and the following specific functional dependences are obtained for

$$\text{Corn } Y = \frac{32.7}{H - 3.3} - 12.2, \quad (2)$$

$$\text{Sugar beets } Y = \frac{12.6}{H - 3.9} - 7.1, \quad (3)$$

where:  $Y$  – crop deviation from the average in the region,  $H$  – number of days with arid weather conditions.

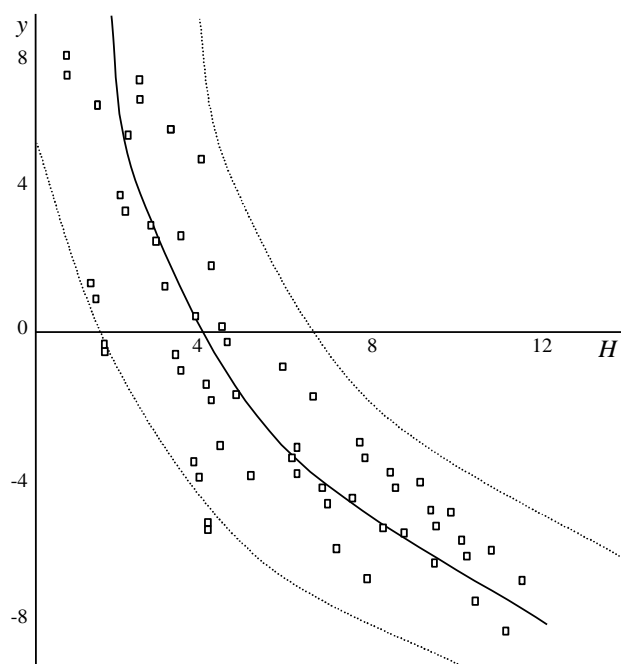


Fig. 2. Dependence of the deviation of corn crop ( $Y$ ) on the number of days with arid phenomena ( $H$ )

As shown by the graph (Fig. 2) and calculations of the dependence of crop yields deviation on the number of days with arid phenomena, the most significant progressing crop losses are observed in the first 4-6 days of the arid phenomena development. This loss process is gradually stabilized and is approaching a certain point, sometimes critical, probably due to the critical adaptability of plants to adverse conditions. Thus, for example, in irrigation, it is very important not to miss a single day with arid phenomena, because it has the most devastating effect on the plants. As expected from the results of the calculations, it is necessary to take into account the fact that there is a close connection between crop yields and hydrometeorological factors. This is to a certain extent confirmed by the results of the correlation dependency calculations given in the table, graphic materials, as well as by calculations of the probability criterion, determined by the rule of three sigmas. It also confirms relation of natural and economic features. The discovery of quantitative relations of crops to the weather factors allows us to calculate crop yields in each particular case. This technique can form the basis for crop yields forecast.

On the other hand, the feasibility of mathematical methods is due to the fact that such a branch of research as recreational geography has appeared relatively recently. Theoretical comprehension of recreational processes and introduction of mathematical methods became the subject of special study only in the second half of 20th century [18]. This was largely due to the fact that many recreational problems could not be resolved within the limits of geography, sociology, medicine or val-

eology; thus recreational activity became an interdisciplinary object [16, 17].

In this paper a model of the natural-recreational system (NRS) is proposed, the elements of which are diverse yet interrelated objects. The model gives an opportunity to highlight various aspects of NRS research. Thus, the socio-economic aspect of the NRS, studied by social sciences, gives an opportunity to highlight organizational, economic, socio-economic problems; technical sciences within the framework of NRS are related to the study, design, construction and operation of recreational systems; agricultural sciences – to study ways of introducing means of intensifying the economy [18]; the recreational aspect considers the natural environment as a natural prerequisite, the sphere of recreation.

The model allows to distinguish two levels of research: monodisciplinary and interdisciplinary. The monodisciplinary method of research is characterized by the unity of the subject and method of research, and is carried out within the limits of separate sciences. The interdisciplinary level refers to the specific type of problem research of the NRS, the purpose of which is to comprehensively study the interdisciplinary connections of the objects being studied. Its peculiarity lies in the fact that it allows to cover all stages of the NRS development, from planning, design and creation of recreational systems, and ending with the assessment and forecast of their functioning.

At the planning and design stages of the NRS, the need for recreation and the possibility to conduct them in separate areas according to the peculiarities of their natural conditions is determined. When

determining the strategy and tactics of a recreational complex formation, the first principal stage of recreation in the region is the question of the official definition of the place and role of this industry in the economic structure of the region, and accordingly, the definition of practical actions course at different levels of government.

Considerations of the economic expediency of recreational potential use suggest that this industry should become an equal area of interests and assistance to public authorities. They define a general strategy of action and a mode of economic assistance, implement geographically sound economic regulations for the development of recreational spheres.

At the NRS operation stages the level of its functioning is studied. This is determined by a set of ecological and economic methods based on modeling the empirical relationships of the state and the development of recreational systems, depending on the leading natural-anthropogenic factors. By attracting natural objects, cultural-historical and ethno-ethnographic complexes, technical systems and other components of recreational potential into the sphere of recreation, the researcher finds and formulates, and the society develops, special territorial recreational systems.

The predicted level of NRS functioning should be provided with a set of evaluation and economic methods based on modeling the empirical relationships of the state and recreation development caused by leading natural and anthropogenic factors.

**Conclusions.** Thus, after considering the study of natural agro-ameliorative and recreational systems, we can draw the following conclusions. A characteristic feature of modern scientific research is the integral process, which contributes to the emergence of new scientific directions. In the field of reclamation and recreational geography, the mathematical methods occupy a pivotal place in scientific research. The proposed mathematical-physical-statistical model of the natural-agromeliorative system allows us to implement a comprehensive study of interdisciplinary links of investigated objects. Its peculiarity lies in the fact that it provides an opportunity to cover all stages of systems development: from planning, designing and creating recreational systems, and ending with the estimation and forecast of their functioning. Mathematical methods of analysis of natural and man-made phenomena spatial-temporal structure development allow us to unify the leading traits of the system, which can be used to solve practical problems in various branches of the economy.

#### *Література*

1. Аношко, В. С. Мелиоративная география Белоруссии [Текст] / В. А. Аношко. – Минск :БГУ, 1989. – 387 с.
2. Арманд, Д. Л. Опыт математического анализа связи между растительностью и климатом [Текст] // Изв. ВГО. – Т. 82, Вып. 1. –1976. – С. 54-61.
3. Бейдик, О. О. Словник-довідник з географії туризму, рекреації та рекреаційної географії [Текст] / О. О. Бейдик. – К. : Палітра, 1997. – 130 с.
4. Голояд, Б. Я. Рекреаційно-туристський напрям господарювання - застава добробуту країн Прикарпаття. [Текст] / Б. Я. Голояд, І. В. Римарчук. – Івано-Франківськ : Рух, 2013. – 32с.
5. Заставний, Ф. Д. Географія України. [Текст] – Львів : Світ, 1994. – 472 с.
6. Клімат України [Текст] / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – Київ : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
7. Кобченко, Ю. Ф. Фітопогодний комплекс як система [Текст] / Ю.Ф.Кобченко // Вісн. Харк. ун-ту. Серія «Геологія-Географія-Екологія». – 2006. – № 753. – С. 80-85.
8. Кобченко, Ю. Ф. Еколого-меліоративні моніторинг як метод дослідження складних систем [Текст] / Ю. Ф. Кобченко, В. М. Клименко, О. І. Протасов // Вестн ХІСП. – 2002. – № 75.– С. 121-126.
9. Кобченко, Ю. Ф. Применение статистического критерия Хи-квадрат для анализа гидрометеорологической информации и прогнозирования развития погодных комплексов [Текст] / Ю. Ф. Кобченко, В. А. Резуненко, Н. А. Гвоздь // Вестн. Харьк. ун-та. Серія «Геологія-Географія-Екологія». – 2003. – № 61. – С.143-150.
10. Кобченко, Ю.Ф. Обработка гидрометеорологической экспериментальной информации методом системы кривых Пирсона [Текст] / Ю. Ф. Кобченко, В. О. Резуненко // Матеріали конференції «Каразінські природо-доведческі студії». – Харків : ХНУ. – 2004. – С.287-290.
11. Кравців, В. С. Рекреаційна політика в Карпатському регіоні: принципи формування, шляхи реалізації [Текст] / В. С. Кравців, В. К. Євдокименко, М. М. Габрель. – Чернівці : "Прут", 2013. – 72 с.
12. Масляк, П. О. Рекреаційна географія [Текст] / П. О. Масляк. – К. : Лібра, 2010. – 397 с.
13. Павлов, В. І., Черчик Л. М. Рекреаційний комплекс Волині: теорія, практика, перспективи [Текст] / В. І. Павлов, Л. М. Черчик. – Луцьк : "Надстир'я", 2012. – 122 с.
14. Паламарчук, М. М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України [Текст] / М. М. Паламарчук, Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов. – Київ : РВПС України, 1999. – 716 с.
15. Пузаченко, Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях [Текст] / Ю. Г. Пузаченко. – М. : Академия, 2004. – 416 с.
16. Стафійчук, В. І. Рекреація [Текст] : навчальний посібник / В. І. Стафійчук. – 2-е вид. – К. : Альтерпрес, 2008. – 264 с.

17. Фоменко, Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія. Навчальний посібник [Текст] / Н. В. Фоменко. – К. : Центр навчальної літератури, 2007. — 312 с.
18. Цьохла, С. Ю. Трансформація рекреаційної діяльності та розвиток регіональних ринків курортно-рекреаційних послуг (методологія, аналіз і шляхи вдосконалення): монографія [Текст] / С. Ю. Цьохла. – Сімферополь : Таврія, 2012. — 352 с.
19. Черванев, И. Г. Математические методы в географии [Текст] / И. Г. Черванев, А. П. Голиков, А. М. Трофимов. – Харьков. : ХГУ, 1986. – 348 с.
20. Шищенко, П. Прикладна фізична географія [Текст] / П. Г. Шищенко. – К. : Либідь, 2003. – 343 с.

UDC 338.483(477.54)

\*S. I. Reshetchenko, PhD (Geography), Associate Professor;  
\*N. I. Cherkashyna, Senior Lecturer;  
\*\*O. V. Babaieva, PhD (Geography), Associate Professor;  
\*V. N. Karazin Kharkiv National University,  
\*\* Institute of Trade and Economics

## PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL PRINCIPLES OF TOURIST CLUSTER'S FORMATION IN KHARKIV REGION

**С. І. Решетченко, Н. І. Черкашина, О. В. Бабасва. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ТУРИСТИЧНОГО КЛАСТЕРУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.** У статті розглядаються основні фізико-географічні фактори (кліматичні, водні, лісові, рельєф) формування туристичного кластеру на території Харківської області. Кластерний підхід дає змогу визначити пріоритетні напрямки розвитку туристичної діяльності, максимально використовувати природні умови та проводити природоохоронні заходи. Сьогодні туристичний кластер виступає як інноваційна форма розвитку регіональної економіки, отже туризм є одним із факторів соціально-економічного функціонування території. Туристично-рекреаційна діяльність також відіграє головну роль у міжнародно-економічних зв'язках. Формування туристичного кластеру території дозволить ефективно використовувати всі доступні туристично-рекреаційні ресурси регіону. Дослідження кліматичних показників проводилося за допомогою статистичного методу, де аналізувалися часові ряди середньомісячних значень температури повітря, атмосферних опадів, сонячної радіації за період 2001-2015 рр. За методикою Н.В. Фоменко встановлено, що територія Харківської області для рекреації та туристичної діяльності за показниками «клімат», «лісові ресурси», «рельєф» характеризується оцінкою «добре». В той же час за показником «водні ресурси» досліджувана територія має задовільну оцінку. В цілому на території області наявні всі фізико-географічні фактори для подальшого перспективного розвитку туристичного кластеру.

**Ключові слова:** туристичний кластер, фізико-географічні фактори, туристичний ринок, кліматичні ресурси, рекреаційні ресурси, водні ресурси, рельєф, Харківська область.

**С. И. Решетченко, Н. И. Черкашина, Е. В. Бабаева. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.** В статье рассматриваются основные физико-географические факторы (климатические, водные, лесные, рельеф) формирования туристического кластера на территории Харьковской области. Кластерный подход позволяет определить приоритетные направления развития туристической деятельности, максимально использовать природные условия и проводить природоохраняемые мероприятия. Сегодня туристический кластер рассматривают как инновационную форму развития региональной экономики, поскольку туризм является одним из факторов социально-экономического функционирования территории. Туристическо-рекреационная деятельность также имеет главное значение в международно-экономических связях. Формирование туристического кластера территории позволит эффективно использовать все доступные туристическо-рекреационные ресурсы территории. Исследование климатических показателей проводилось с помощью статистического метода, где анализировались временные ряды среднемесячных значений температуры воздуха, атмосферных осадков, солнечной радиации за период 2001-2015 года. По методике Н.В. Фоменко было определено, что территория Харьковской области для рекреации и туристической деятельности по показателям «климат», «лесные ресурсы», «рельеф» характеризуется оценкой «хорошо». В то же время по показателю «водные ресурсы» исследуемая территория имеет удовлетворительную оценку. В целом на территории области наличествуют все физико-географические факторы для дальнейшего перспективного развития туристического кластера.

**Ключевые слова:** туристический кластер, туристический рынок, климатические ресурсы, рекреационные ресурсы, водные ресурсы, рельеф, физико-географические факторы. Харьковская область.

**Formulation of the problem.** In recent years, the cluster approach has become a key tool of tourism policy in the leading European countries. However, our country still has little experience in creating tourist clusters, since it is a relatively new direction in tourism development. In addition, Ukraine has insufficiently developed legal and informational support for creation and operation of tourist clusters.

To assess the potential of tourist cluster development in Kharkiv region it is necessary to analyze a

number of factors, such as natural-geographical, historical-cultural and socio-economic ones, which determine the creation of a regional tourist market.

**Analysis of recent research and publications.** Many works by foreign and Ukrainian scholars, including A. Trebukh [12], S. Sokolenko [9], M. Porter [6], M. Rutinsky, T. Tkachenko [11], I. Dyshlovoi [4], M. Slipenchuk and others, are devoted to the theories and methodologies of tourist clusters. A tourist cluster is understood as a set of economic

entities' activities offering services in the field of tourism. There are small and large firms in their composition that interact with each other and are concentrated on the territory, interacting in the production and marketing of the tourist product.

Several features of tourist clusters classification have been adopted in modern scientific literature: according to the territorial criterion (M. Porter, S. Nordin, A. Alexandrova, D. Stechko, etc.) [6, 10], by types of tourism (T.I. Tkachenko) [11] and by industry specifics (O.O. Bunakov) [2].

**Selection of previously unsettled parts of the general problem.** Despite a considerable number of scientific publications, defining "tourist cluster", the factors of the tourism market clusterization of Kharkiv oblast are not fully determined and generalized. At the same time, each region has its own peculiarities of tourism development, and its recreational resources play an important role in this issue.

**Setting objectives.** The purpose of this article is to study the natural-geographical criteria for the formation of the tourist cluster in Kharkiv region, their evaluation and generalization.

**Presentation of main material.**

Given the fact that Kharkiv region is in the northeast of Ukraine, it is characterized by a peripheral location. In general, its area is approaching a circle, determining equivalent relations between the regional center and the outskirts. The peculiarity of the location is that it borders directly on the developed industrial-economic regions of the country, namely, Dnipropetrovsk, Donetsk, Luhansk regions.

The relief of Kharkiv region is mostly undulating, it is a plain, cut by river valleys, valley floors and power ravines. The peculiarities of the terrain in the region are emphasized by burial mounds (graves) created by man in ancient times, which increases historical and cultural value of the region under study. They line up mainly on natural highlands and are dispersed throughout the region, more commonly found in the south of the studied region.

The relief, along with other physical and geographical factors, affects recreational activities and, consequently, recreational and tourist industry in a particular region [13]. By N.V. Fomenko [14], recreational resources of the territory can be estimated on factors such as climate, forest vegetation, reservoirs and relief. According to his methodology of recreational area assessment, prevailing relief of Kharkiv region corresponds to the indicator "good" – step-by-step, erosion-divided and generally contributes to the development of the tourist-recreational industry (Table 1).

Weather conditions in Kharkiv region are favorable for recreational and tourist activities [13]. They correspond to the indicators of optimal climatic conditions for recreation (Table 2).

The territory, located at moderate latitudes, receives sufficient amounts of solar radiation: sunlight duration in winter is 8 hours, in summer - 16-17 hours. Total duration of sunshine is gradually increasing from March (116 hours) to June (290 hours), further on it decreases. In total, it is over 1900 hours per year. The temperature regime of the territory is determined by annual radiation balance, positive in summer and negative in winter.

Instability of air temperature in winter is due to a significant change in circulatory factors in the Atlantic-European region [3]. In summer, the temperature regime of the territory is determined by radiation factors. The hottest months of the year are July and August with average monthly temperature of 22.7 °C and 21.5 °C, respectively. The southeastern part of the region is distinguished by high air temperatures and low rainfall [7-8].

In the warm period of the year, the surface of the region is a green array of forests, fields, meadows. The amount of solar radiation is sufficient. Evaporation increases in conditions of cloudless weather, contributing to the development of convective clouds, forming stormy short rains. Forests are preserved in the river valleys: on steep slopes, upland terraces and the Siverskyi Donets catch. Forest arrays soften temperature indices relative to the open area, reduce wind speed and have greater air humidity.

Thus, on the territory of Kharkiv region winter is moderate and cold, while the summer is moderate and hot. In general, the eastern part is colder than the western one. In the north-western areas there are fewer dry wind days.

Humidity affects weather conditions of the territory, determining its recreational and tourist use. Rainfall distribution per months and territories is uneven in the studied region: in the cold season there is less precipitation, with rain and snow predominating. In the warm period of the year precipitation is more intense but less prolonged.

Modern wind conditions are characterized by decrease in wind speed: winter period with a maximum in February is characterized by the highest speed. In summer, there is a significant decrease in speed with minimum in June. Eastern winds have greatest repetition in the cold period of the year (December, January, February, March). Western and northwestern winds prevail in summer, south-eastern ones prevail in spring.

Analysis of wind directions repetition indicates the warm and winter seasons. Winds of a western component dominate in the warm season, while in winter they blow eastward.

Hence, climatic resources of Kharkiv region are favorable for recreation, especially for summer types, such as beach, sports, cognitive recreation.

Territory assessment for stationary recreation [14].  
Climate, vegetation, reservoirs, relief are gradually assessed

Indices	Climate (favourable climatic conditions during:)	Forest vegetation	Water reservoirs	Relief
<i>Best</i>	10-11 months : - - warm summers and moderately cold winters with a stable snow cover; - hot long summer and short warm winter without a stable snow cover	dry pine, broadleaf, coniferous-deciduous forests, mixed with admixture of subtropical species	warm seas with temperature of > 17 ° C for 3-4 months	mountainous (up to 2 km), foothill, ordinary: divided
<i>Good</i>	7-9 months: hot and dry summers and mild winters with stable snow cover	dry dark coniferous, deciduous, cedar, small-leaved forests	warm lakes and large rivers, cool seas with temperature 16 ° C for 2-3 months	step-by-step, erosion-divided
<i>Satisfactory</i>	3-6 months: cool rainy summer and mild winters with unstable snow cover or hot dry summers and harsh winters.	partially marshy dark conifers, deciduous and mixed forests	cool lakes, water reservoirs, rivers and cold seas	Hilly, weakly divided
<i>Bad</i>	2- 3 months: hot dry summers and unstable winter with little snow cover or without it.	Near-tundra woodland, deciduous forests in combination with bogs	warm small and large cool water reservoirs	flat-hilly
<i>Very bad</i>	1-2 months: short cool summers and long winter or hot summers and snowless winters	marsh forests, forest tundra, forests in swamps and small forest areas among agricultural lands	cold water reservoirs and cold small rivers with temperatures <12 ° C.	flat or mountainous (inaccessible terrains)

Table 2

Parameters of optimum climatic conditions for recreation [14]

Indices	Summer period	Winter period
Average daily air temperature, °C	15 - 26	-10 ... -25
Wind speed, m/s	Up to 5	Up to 5
Heliotherapy, days	105 - 120	-
Duration of beach-bathing period, days	60 - 90	-
Snow cover thickness , cm	-	10 - 40
Duration of the period for winter sports, days	-	45 - 60

According to N. Fomenko's methodology of estimating the recreational territory (Table 1), the climatic resources of the studied region correspond to the indicator "good", as well as to the parameters of optimal climatic conditions for recreational purposes (Table 2).

Water resources of Kharkiv region are represented by rivers, lakes, swamps, ponds, reservoirs, canals, water conduits, underground waters. All watercourses and water objects of the region belong to

the basins of the Don and the Dnieper rivers, covering respectively 3/4 and 1/4 of its territory, and are objects of national importance. The river network is unevenly distributed across the territory. The main river of the region is Siversky Donets with tributaries of the Oskil, Udy, Mzha. In Kharkiv region there are 57 reservoirs and 2538 ponds. Among them there are large reservoirs: Pecheniz'ke on the river Siversky Donets, Chervonooksil'ske on the Oskil River, Chervonopavlivske on the Dnipro-Donbas Canal.

Kharkiv region is weakly and unevenly supplied with groundwater resources [1]. However, there are conditions for recreation development, especially in the coastal zones of such watercourses and reservoirs as the Siversky Donets, the Oskil river, and the Pecheniz'ke and Chervonozkilske reservoirs built on them. The region ranks fifth in Ukraine (after Chernihiv, Kyiv, Poltava and Kherston) in total groundwater reserves. Here, there are sufficient reserves of underground waters with low-mineralized hydrocarbon calcium composition, sodium chloride of various mineralization with healing properties and are used for therapeutic purposes. Resort and health-improving territories occupy 12,000 hectares. Kharkiv region is one of the main centers of balneotherapy on the left bank of Ukraine. The richest mineral water reserves are Berezivsky mineral waters and Rai-Olenivka [13]. These water resources correspond to the indicator "satisfactory" according to [14] (see Table 1).

The territory of Kharkiv region is located in two landscape zones - the forest-steppe (northern part of the region) and the steppe (southern part). Today steppe vegetation has almost disappeared,

which is explained by excessive agricultural activity. The steppes have been plowed, with the exception of small protected areas of natural parks. Forests occupy 318 thousand hectares on the territory of the region. More than 1000 species and forms of trees and shrubs grow in the forests and parks of Kharkiv region.

The most widespread forest species are pedunculate oak and Scots pine. Spruce is also often found, as well as linden, maple, ash. Significant areas of broadleaf forests have survived on elevated sections of the right bank of the Siversky Donets and its tributaries Udy, Lopan, Kharkiv, and others. Forest resources according to N.Fomenko [14] (see Table 1) correspond to the indicator "good".

**Conclusions.** Thus, the main factors determining the organization of tourist and recreational activity on the territory of Kharkiv region are relief, climate, water and vegetation resources [13]. The region under study has sufficient recreational and tourist resources and good potential for their development, primarily of cognitive, river recreational, green and ecological tourism.

#### References

1. Бабаєва, О. В. Екологічні проблеми Харківської області на фоні глобального потепління / О. Бабаєва, С. Решетченко // *Формування сучасного економічного простору : переваги, ризики, механізми реалізації* : Мат. конференції. – Тбілісі : Riga:Baltija Publishing. – 2016. – С. 188 – 191.
2. Бунаков, О. А. Кластерный подход к позиционированию в туризме // *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*, 2011. – № 4 (28). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://uecs.msnip.ru>.
3. Гончарова, Л. Д. Клімат і загальна циркуляція атмосфери / Л. Гончарова. – К. : КНТ, 2005. – 351с.
4. Дишловий, І. М. Питання формування та функціонування кластерів у рекреаційно-туристичному комплексі регіону / Дишловий І. М. // *Економічні інновації*. – 2011. – Вип. 44. – С. 79-89.
5. Климатологические стандартные нормы (1961 – 1990 гг.). – К., 2002. – 446 с.
6. Портер, М. Е. Международная конкуренция: Конкурентные преимущества стран / М. Е. Портер. – М. : Международные отношения, 1993. – 105 с.
7. Решетченко, С. І. Зміни середньомісячної температури повітря та опадів за період 1951-2010 рр. у Харкові / С. Решетченко, О. Бабаєва // *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*: зб. наук. праць. – Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – Вип. 18. – С. 142-145.
8. Решетченко, С. І. Особливості динаміки атмосферних явищ на території Харківської області / С. Решетченко, М. Христосов // *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії* : зб. наук. праць. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – Вип. 26. – С. 61–66.
9. Соколенко, С. І. Розвиток економіки регіонів на основі інноваційних кластерів / С. І. Соколенко // *Інвестиційно-інноваційний розвиток економіки регіону* : Мат. IV з'їзду Спілки екон. України. – К. : Навчальна книга – Богдан, 2010. – С. 100–106.
10. Стеченко, Д. М. Наукова сутність процесу кластеризації в сфері туризму / Д.М. Стеченко // *Вісник Хмельницького інституту регіонального управління та права*. – 2004. – № 1–2. – С.376 –380.
11. Ткаченко, Т. І. Сталий розвиток туризму: теорія, методологія, реалії бізнесу: монографія / Т. І. Ткаченко. – 2-ге вид., випр. та доповн. – К. : КНТЕУ, 2009. – 463 с.
12. Требух, А. А. Туристичний кластер як форма посилення конкурентних переваг регіону / А. Требух, Н. Бандура // *Науковий вісник НДТУ України*. – 2010. – С. 265-270.
13. Туристичний кластер Харківщини. Монографія / Колектив авторів, заг.ред. О. Яковчук. – Харків : РВВ ХТЕІ КНТЕУ, 2017. – 400 с.
14. Фоменко, Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія / Н. Фоменко. – К. : Центр навчальної літератури, 2007. – 312 с.



## МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЛЬЄФУ ДНА АКВАТОРІЙ ЗАСОБАМИ ГІС (НА ПРИКЛАДІ РАЙОНУ УКРАЇНСЬКОЇ АНТАРКТИЧНОЇ СТАНЦІЇ «АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ»)

Дослідження рельєфу дна акваторій визначено в Україні одним із заходів Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2020 роки. Авторами статті обґрунтовується доцільність врахування особливостей рельєфу дна при аналізі просторового розподілу бентосних угруповань. У статті наведені результати моделювання та морфометричного аналізу рельєфу дна акваторій у районі Української антарктичної станції «Академік Вернадський», зокрема для пробної ділянки досліджень у межах протоки Meek Channel між островами Galindez, Grotto і Corner (Аргентинські острови, Західна Антарктика). За даними ехолотної зйомки акваторій, здійсненої під час українських антарктичних експедицій, побудовано цифрову модель рельєфу (ЦМР) дна акваторій із застосуванням засобів геоінформаційних систем, зокрема програмного комплексу ArcGIS. На основі ЦМР укладено батиметричну карту та тривимірні моделі, побудовано поперечні профілі протоки Meek Channel, розраховано кути нахилу поверхні та глибину розчленування рельєфу дна. Виконано оцінку потенційного накопичення донних відкладів. Результати представлених розробок можуть бути використані у перспективних дослідженнях геохімічних зв'язків між суходолом і водним середовищем, для потреб подальшого вивчення бентосних угруповань.

**Ключові слова:** рельєф, цифрова модель рельєфу, морфометричний аналіз, геоінформаційні системи (ГІС), Західна Антарктика, українські антарктичні дослідження.

**Е. И. Сенная, В. С. Попов, А. Ю. Утевский. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА ДНА АКВАТОРИЙ СРЕДСТВАМИ ГИС (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА УКРАИНСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ»).** Исследования рельефа дна акваторий определены в Украине одним из мероприятий Государственной целевой научно-технической программы проведения исследований в Антарктике на 2011-2020 годы. Авторами статьи обосновывается целесообразность учёта особенностей рельефа дна при анализе пространственного распределения бентосных сообществ. В статье приведены результаты моделирования и морфометрического анализа рельефа дна акваторий в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский», в частности для пробного участка исследований в пределах пролива Meek Channel между островами Galindez, Grotto и Corner (Аргентинские острова, Западная Антарктика). По данным эхолотной съёмки акваторий, осуществлённой во время украинских антарктических экспедиций, построена цифровая модель рельефа (ЦМР) дна акваторий с применением средств геоинформационных систем, в частности программного комплекса ArcGIS. На основе ЦМР составлена батиметрическая карта и трёхмерные модели, построены поперечные профили пролива Meek Channel, рассчитаны углы наклона поверхности и глубина расчленённости рельефа дна. Выполнена оценка потенциального накопления донных отложений. Результаты представленных разработок могут быть использованы в перспективных исследованиях геохимических связей между суши и водной средой, для задач дальнейшего изучения бентосных сообществ.

**Ключевые слова:** рельеф, цифровая модель рельефа, морфометрический анализ, геоинформационные системы (ГИС), Западная Антарктика, украинские антарктические исследования.

**Постановка проблеми.** Морфометричний аналіз рельєфу орієнтований на визначення кількісних показників рельєфу поверхні суходолу та дна акваторій. Морфометричними показниками при цьому можуть бути довжини, площі, об'єми, крутизна та експозиція схилів, максимальні й мінімальні висоти, глибина та густина розчленування рельєфу (або ж вертикальне й горизонтальне розчленування) тощо. Загально, морфометричні дослідження рельєфу можна розділяти: за територією та об'єктами вивчення; просторовим охопленням, детальністю та масштабом досліджень; практичним призначенням розробок, напрямками їх використання. При цьому, часто саме остання категорія має ключове значення для інших, визначаючи перелік і детальність показників, які мають бути отримані за результатами застосування певних методик морфометричного аналізу рельєфу.

Рельєф дна акваторій може досліджуватися для широкого кола завдань. Для морських акваторій це можуть бути завдання безпечної навіга-

ції, аналізу циркуляції вод, виявлення течій, підводних западин та підвишень, моделювання крутизни схилів тощо. Під час українських антарктичних експедицій для завдань біологічних досліджень, а саме для вивчення бентосних угруповань, у межах акваторій в районі станції «Академік Вернадський» було здійснено зйомку рельєфу дна окремих ділянок приладом ехолот-картплотер Lowrance. Після чого, у камеральних післяекспедиційних дослідженнях постало завдання обробки даних польових досліджень, моделювання та аналізу рельєфу у контексті подальшого застосування результатів для потреб біологічних та інших досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В умовах розвитку сучасних технологій збору та обробку геоінформації, для моделювання та аналізу рельєфу в якості вихідних джерел даних часто використовуються дані дистанційного зондування Землі та існуючі картографічні матеріали, які можуть уточнюватися та перевірятися на ключових ділянках польовими методами. В ін-

женерних, прикладних вишукуваннях, що потребують актуальних та високоточних даних, як основне джерело даних застосовують результати висотної зйомки місцевості. При вивченні рельєфу дна акваторій, особливо для локального рівня досліджень, у переважній більшості випадків необхідними є польові дослідження, для чого найчастіше використовуються методи сучасного знімання ехолотом-картплотером.

Зарубіжний досвід моделювання та аналізу рельєфу акваторій в більшості випадків має суто практичне спрямування, зокрема для пошукових робіт. Вихідні сонарні дані для досліджень часто отримуються за технологією MBES (багатопроменеве сканування з високою роздільною здатністю), що дозволяє отримувати тривимірні моделі високої точності. Аналіз рельєфу акваторій у фундаментальних дослідженнях використовується для вирішення задач екологічного та біологічного змісту [17, 19, 20].

У вітчизняному досвіді досліджень значно більшу увагу приділяють наземному рельєфу, аніж підводному, для вирішення низки завдань, зокрема за напрямками структурно-геоморфологічного вивчення зв'язків тектонічної будови та форм рельєфу, гідролого-геоморфологічного аналізу, розв'язання прикладних завдань використання територій із врахуванням геоморфологічних показників та характеристик, аналізу еколого-природоохоронних питань тощо. До питань аналізу рельєфу дна акваторій в Україні звертаються при дослідженні штучно створених водойм [15], у роботах з вивчення озерних улоговин [5], у комплексних дослідженнях Чорного та Азовського морів [1, 2]. Геоморфологічні дослідження акваторій здійснювалися і в українських антарктичних експедиціях [3]. Проведення досліджень рельєфу поверхні дна і суходолу визначається як один із заходів у Державній цільовій науково-технічній програмі проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2020 роки, а результати можуть бути застосовані для виконання кількох завдань програми, зокрема у межах напрямів геологічних та біологічних досліджень. Важливим завданням розвитку антарктичних досліджень є й вдосконалення системи картографічного та геоінформаційного супроводу досліджень, за різними тематичними напрямками [6, 11, 13]. Слід зазначити, що моделювання та аналіз як наземного, так і морського рельєфу, зокрема із застосуванням математичних та геоінформаційних засобів, є досить давнім і традиційним напрямом досліджень вчених-географів у межах геоморфологічної наукової школи Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна [14]. Тож склалися сприятливі передумови для реалізації ідеї геоморфологічного вивчення дна акваторій у

районі УАС з метою комплексного аналізу просторового розподілу бентосних угруповань.

**Формулювання мети статті.** Сутність дослідження на даному етапі була визначена необхідністю ГІС-обробки первинних даних зйомки та комплексного використання результатів моделювання рельєфу дна акваторій, отриманих у процесі українських експедиційних досліджень на станції «Академік Вернадський» у 2014-2016 р.р. Локальний рівень досліджень, приурочених до міжострівних проток в районі Української антарктичної станції (УАС) «Академік Вернадський», зумовлює досить високу деталізацію отримуваних результатів, які є придатними у подальшому для аналізу просторового розподілу бентосних угруповань, аналізу існуючих закономірностей і зв'язків. Відповідно, **метою даної статті** є висвітлення методичних підходів до морфометричного аналізу рельєфу дна акваторій засобами ГІС (зокрема програмного комплексу ArcGIS), апробованих на прикладі пробної ділянки дослідження, а саме – у межах протоки Meek Channel між островами Galindez, Grotto і Corner (Аргентинські острови, Західна Антарктика), а також окреслення подальших перспектив використання отримуваних результатів.

**Виклад основного матеріалу.** УАС «Академік Вернадський» розташована на о. Galindez. З початку 2000-х років у межах експедицій українських вчених одним із об'єктів біологічних досліджень стали бентосні угруповання міжострівних проток Marina, Stella Creek, Skua Creek, Meek Channel. Дослідження носять локальний характер, загально охоплюючи площу близько 3 км<sup>2</sup>, хоча переважно приурочені до пробних ділянок зйомки та лінійних трансект вивчення біорізноманіття в окремих протоках. При цьому, незважаючи на порівняно незначну площу, були виявлені локальні відмінності у просторовому розподілі бентосних угруповань, якісних та кількісних характеристик біорізноманіття, що залежать від комплексу геоморфологічних, гідрологічних, мікрокліматичних умов у різних протоках. Потреба у комплексному вивченні угруповань із врахуванням сукупності факторів доводиться зарубіжними авторами [16, 18, 21] й для інших регіонів, методичні основи дослідження яких враховано в наших розробках. Бентосні угруповання в районі УАС є наочним індикатором екологічних змін, у зв'язку з чим обґрунтовується створення біогеографічних дослідницьких полігонів із зонами постійного моніторингу, які пропонується розглядати в якості специфічного виду морських охоронних районів [7, 10, 22]. Це поклало основу й більш детальним геоморфологічним дослідженням дна акваторій на основі зйомки ехолотом-картплотером з подальшою обробкою та інтерп-

ретацією результатів, а надалі й сучасному напрямку останніх досліджень – аналізу геохімічних зв'язків між суходолом та водним середовищем, на основі вивчення показників та характеристик примітивних ґрунтів островів, наземної та підводної біоти, донних відкладів проток [11, 12].

За даними геодезичної зйомки, найвища точка на суходолі у межах о. Galindez має абсолютну висоту 51 метр над рівнем моря, а найнижчі

точки в межах протоки Meek Channel досягають - 38 метрів. На основі даних ехолотної зйомки, із застосуванням ГІС-засобів було розроблено цифрову модель рельєфу (ЦМР) дна акваторій, на основі якої укладено батиметричні карти та тривимірні моделі (рис. 1). Детальніше алгоритми геоінформаційного моделювання розкриті у попередніх публікаціях [8, 9]. За результатами по-

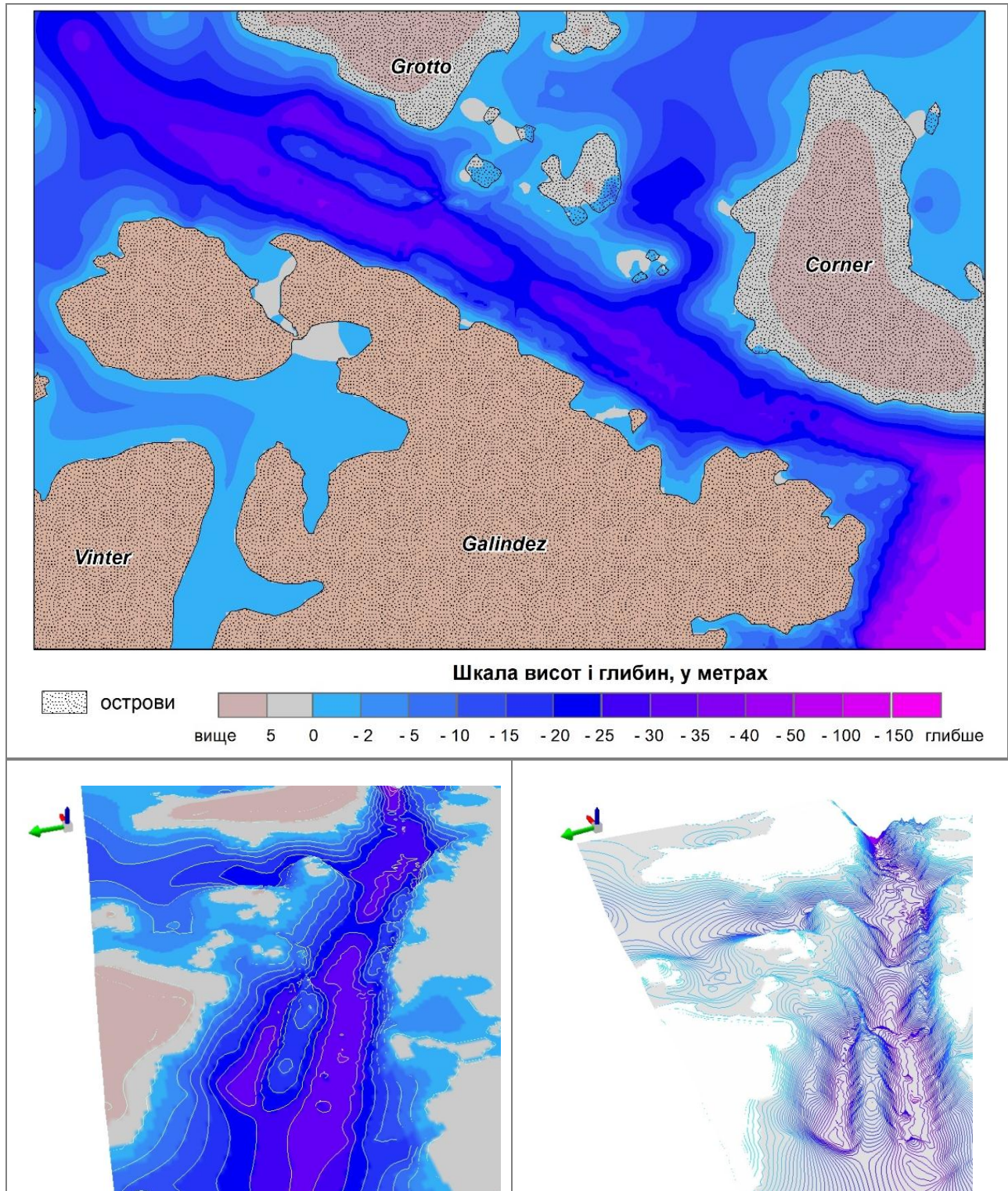


Рис. 1. Результати цифрового моделювання рельєфу дна акваторій (фрагменти карт та моделей – у межах протоки Meek Channel) (на 3D-моделях зеленим позначена стрілка на північ)

льових досліджень та моделювання рельєфу, у геоморфологічній структурі протоки Meek Channel загально можна виділити схили та днище з окремими мезо- та мікроформами рельєфу. Так, підводний схил з боку о. Galindez ускладнений терасою, яка проявляється на глибинах від -10 до -15 метрів. Загальна протяжність тераси вздовж берегової лінії складає близько 270 метрів, хоча місцями тераса переривається мікроформами у вигляді локальних знижень та поперечних борозд. На ряду з цим, між островами Galindez і Grotto було виявлено мезоформу рельєфу у вигляді окремого підводного підвищення, яке проявляється на глибинах від -9 до -25 метрів і має загальну протяжність близько 220 метрів. Для підводних схилів о. Grotto та о. Corner характерний рівномірно пологий підводний схил, крутизна якого збільшується ближче до протоки Penola.

На ділянці переходу/виходу протоки Meek Channel у більш глибоководну протоку Penola підводний схил о. Corner стає більш крутим, а напроти нього, для схилу о. Galindez – навпаки характерна виположена, слабопохила ділянка мілководдя. На основі цих даних, за сукупністю факторів, у тому числі за результатами досліджень бентосних угруповань, виділено межі біогеографічного полігону досліджень у протоці Meek Channel, запропоновано його зонування (рис. 2). Так, зона ядра полігону включає локальне підвищення в межах протоки та схили, прилеглі до о. Grotto. Моніторингова ділянка, в межах якої пропонуються періодичні спостереження за станом біоти, виділена на схилі о. Galindez, так як саме тут за робочою гіпотезою, у першу чергу, можна відслідкувати як динаміку гідрологічних змін, так і реакцію біоти на зовнішні впливи за геохімічними зв'язками із суходолом [11].

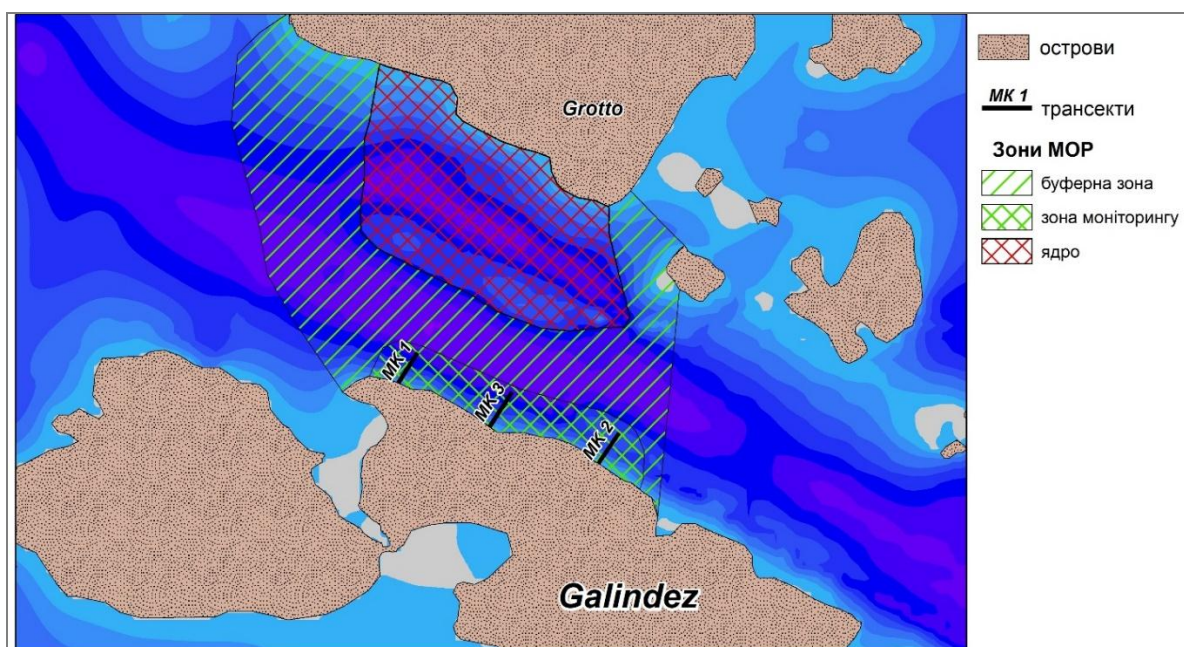


Рис. 2. Трансекти вивчення бентосних угруповань, пропонувані межі та зонування біогеографічного дослідного полігону (морського охоронного району – МОР) у межах Meek Channel

На основі ЦМР розраховано значення кутів нахилу поверхні рельєфу дна акваторій, що коливаються в межах від менше  $1^\circ$  до більше, ніж  $60^\circ$ , досягаючи на окремих ділянках  $75^\circ$  (рис. 3). Додатково побудовано поперечні гіпсометричні профілі рельєфу (рис. 4).

Встановлено, що на різних ділянках протоки Meek Channel має прояв асиметрія схилів: переважно більш крутим є підводний схил о. Galindez, ніж протилежний, за виключенням ділянки протоки Meek Channel, де вона переходить у протоку Penola.

Для розрахунку глибини розчленування рельєфу дна протоки було застосовано апробовані раніше алгоритми ГІС-аналізу [4], які базуються

на використанні ГІС-інструментів алгебри карт. Показник глибини розчленування визначається як величина різниці максимальних та мінімальних значень абсолютних висот, розрахована на певну одиницю площі. Враховуючи локальний рівень досліджень, високу точність первинних даних, а також потреби біологічних досліджень, за яких вивчення біоти за трансектами виконується через кожні 5 метрів, а іноді – частіше, було вирішено виконати розрахунок глибини розчленування рельєфу в одиницях  $\text{м}/10 \text{ м}^2$ . У ГІС-середовищі розрахунок глибини розчленування рельєфу здійснено шляхом послідовної побудови серії растрових поверхонь: за допомогою інструментів зональної статистики в ArcGIS, за сіткою

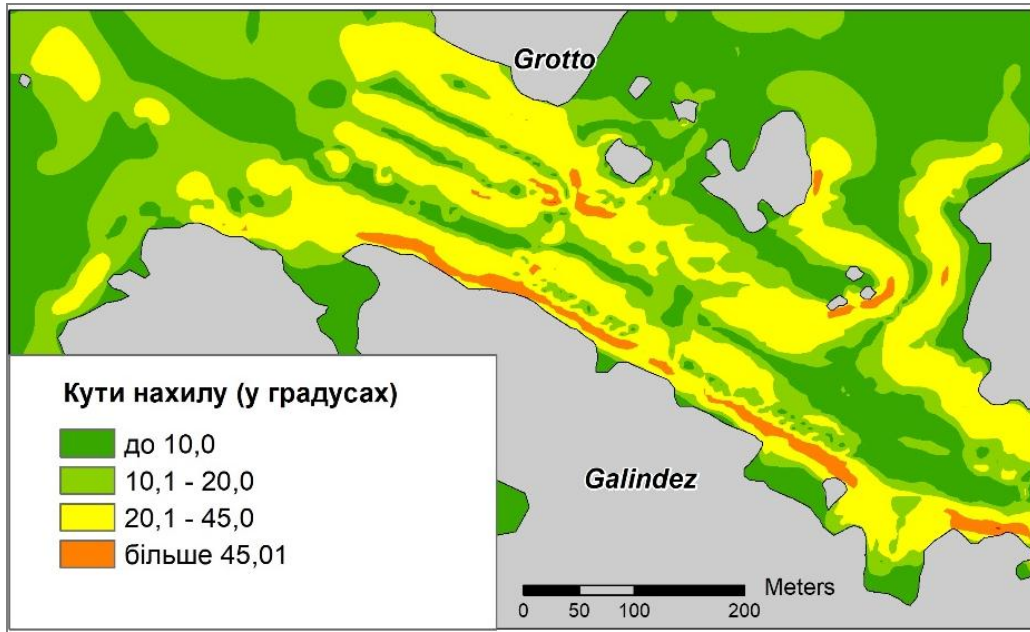


Рис. 3. Розрахунок за ЦМР кутів нахилу рельєфу дна протоки Meek Channel

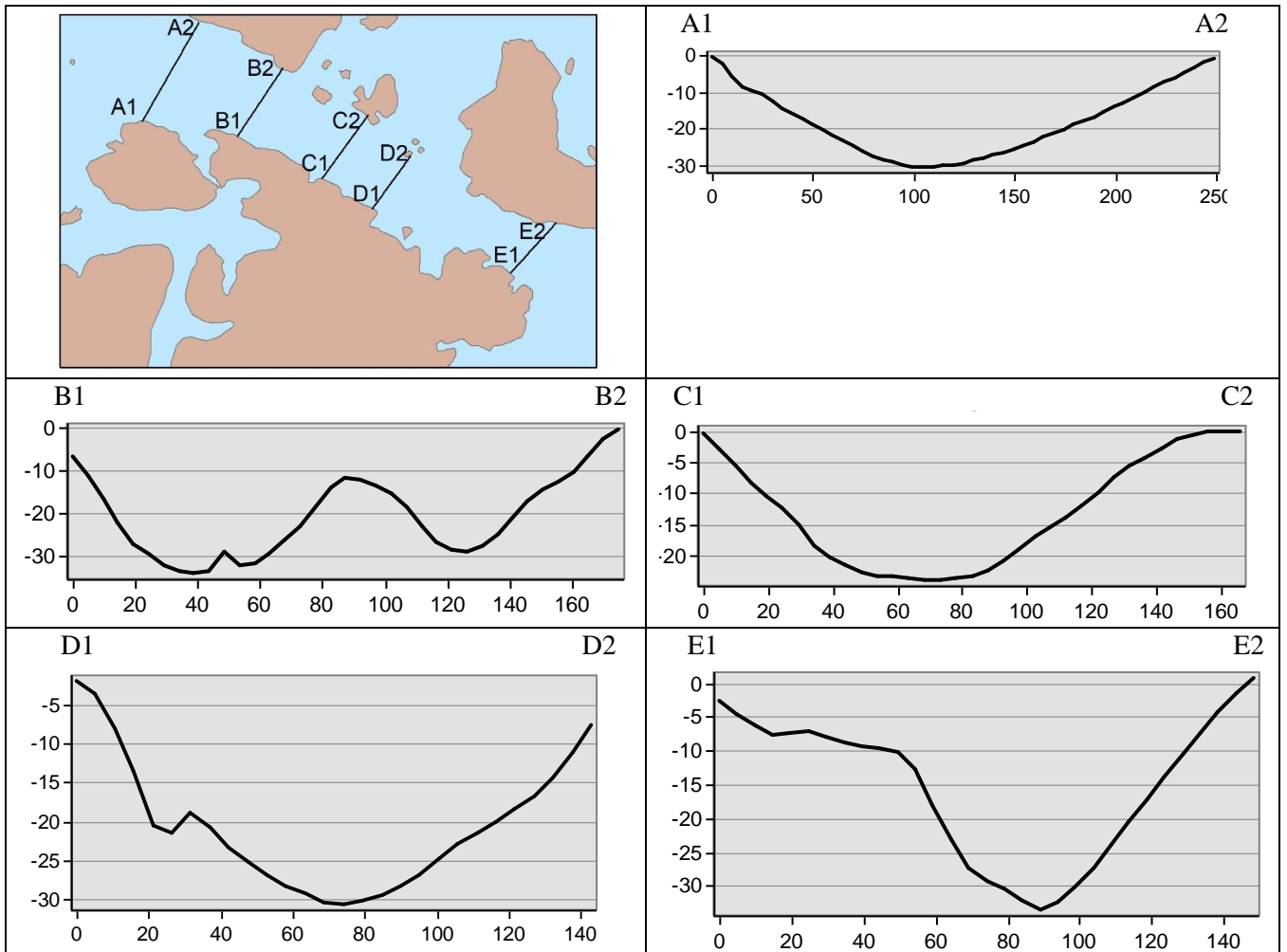


Рис. 4. Поперечні гіпсометричні профілі схилів протоки Meek Channel

квадратів з розміром квадрату  $10 \text{ м}^2$ , визначено максимальні значення висоти у кожному квадраті; аналогічно визначено мінімальні значення висот; за допомогою калькулятора растрів розрахо-

вано різницю максимального та мінімального значень; засобами конвертації геоданих растрові дані переведено в точки; інтерпольовано значення глибини розчленування рельєфу методом IDW,

що дало змогу отримати результуючу растрову поверхню значень показника (рис. 5).

**Висновки і перспективи.** Однією із похідних задач на основі визначення кутів нахилу та

глибини розчленування рельєфу було моделювання ймовірного накопичення та розподілу донних відкладів (рис. 6).

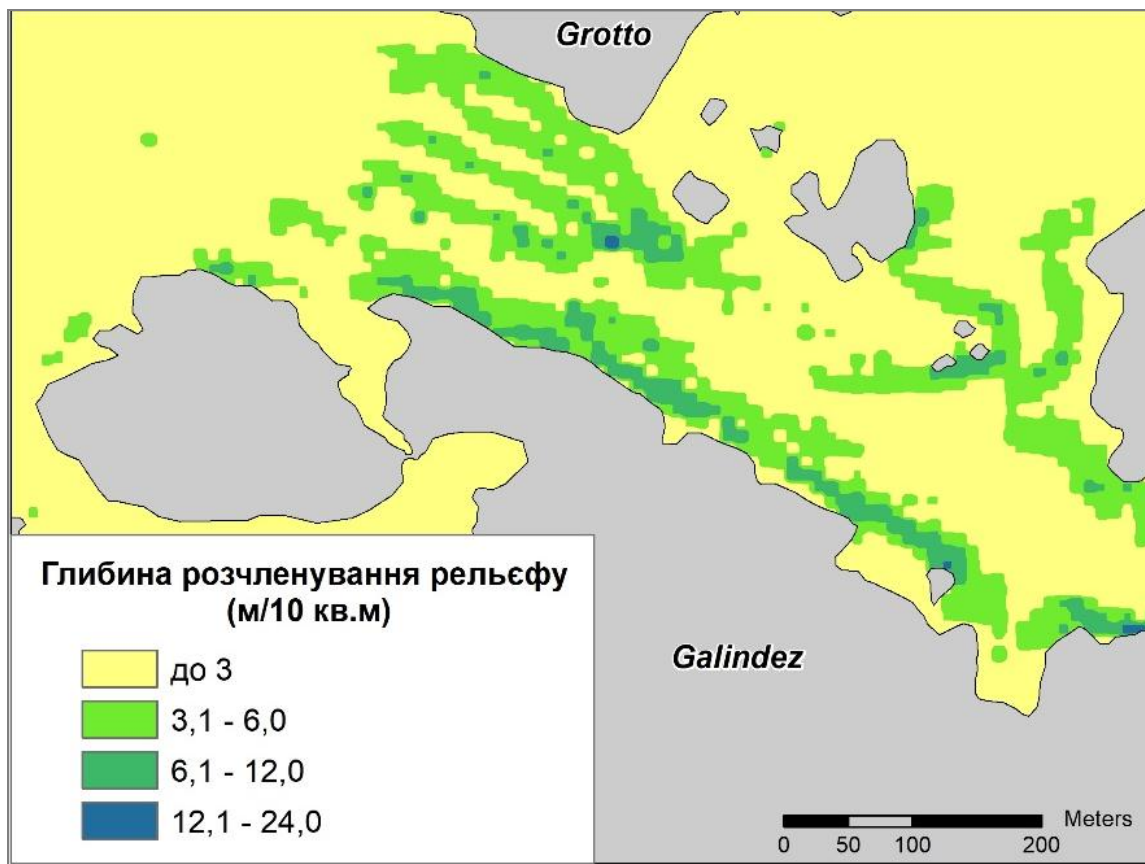


Рис. 5. Результат розрахунку глибини розчленування рельєфу у межах протоки Meek Channel

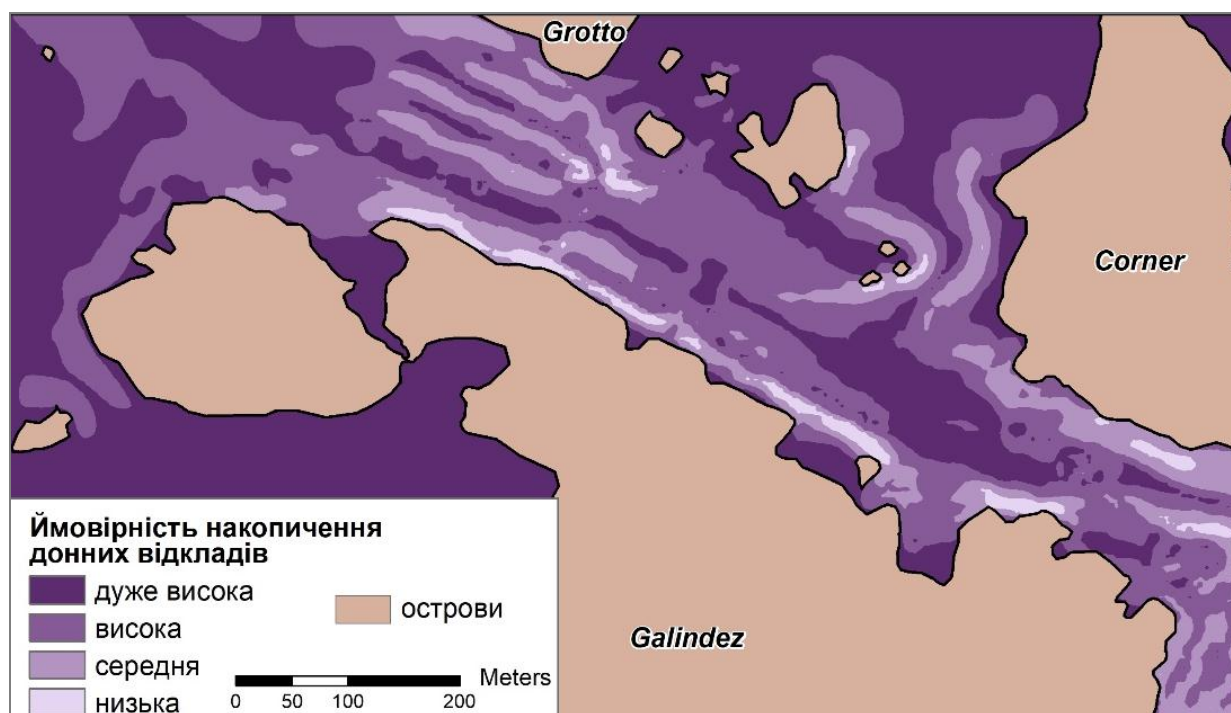


Рис. 6. Оцінка потенційного накопичення донних відкладів у межах протоки Meek Channel (на основі ймовірного моделювання за ЦМР, із залученням розрахункових даних кутів нахилу поверхні та глибини розчленування рельєфу)

Отримані результати мають лише гіпотетичний характер і потребують подальшої перевірки в польових умовах, що є однією із перспективних задач досліджень у межах сезонної експедиції на УАС у 2018 р.

Для дослідження передумов формування бентосних угруповань, а також існуючих геохімічних зв'язків між суходолом і водним середовищем передбачається здійснити визначення товщі донних відкладів і відбір зразків донної речовини.

Апробовані методичні основи до обробки даних ехолотної зйомки, моделювання та морфометричного аналізу підводного рельєфу засобами ГІС будуть використані для подальших досліджень рельєфу дна акваторій району УАС. Перспективним напрямом геоморфологічних досліджень є продовження зйомок даного району для загальної характеристики рельєфу дна міжострівних проток, якісного (морфографічного) аналізу із виділенням основних форм рельєфу, встановлення впливу геоморфологічних особливостей на формування бентосних угруповань.

Врешті-решт, слід зазначити, що карти й моделі рельєфу та похідних показників, обрахованих на їх основі, є лише деяких відбитком реального світу у заданих нами умовах, величинах та зображувальних засобах. Однак сучасна ГІС та веб-індустрія в області картографії та геомодельовання, на ряду із все більшою математизацією та технічним ускладненням, прагне до якомога більш реалістичного показу об'єктів та явищ, у тому числі з метою популярного представлення наукових результатів широкому колу користувачів. У рамках антарктичних експедиційних досліджень підводного біорізноманіття прибережних вод о. Galindez здійснено фото- та відеознімання за трансектами вивчення бентосних угруповань. Логічним та цікавим завданням на перспективу вбачається залучення із цих матеріалів даних щодо особливостей рельєфу для розробки наочних гібридних моделей, що поєднують технології реалістичної зйомки із результатами ГІС-моделювання рельєфу.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом № Ф70/137-2017 Державного фонду фундаментальних досліджень (№ держреєстрації НДР 0117U003557). Автори також висловлюють подяку Національному антарктичному науковому центру МОН України за підтримку досліджень.

#### Література

1. Авдеев, А. И. Морфометрические характеристики и расчлененность рельефа дна северной части Черного моря / А. И. Авдеев, В. Н. Белокопытов // *Морской гидрофизический журнал*. – 2011. – №4. – С. 43-63.
2. Блінкова, О. А. Чисельний аналіз рельєфу морського дна (на прикладі Західно-Чорноморської ділянки Чорного моря): автореф. дис... канд. геогр. н. – К. : ІГ НАН України, 2003. – 18 с.
3. Карта рельєфа дна мелководної зони архіпелага Аргентинських островів в районі української антарктичної станції Академик Вернадський / П. Ф. Гожик, Р. Х. Греку, В. П. Усенко та ін. // *Геологічний журнал*. – 2002. – № 1. – С. 128–131.
4. Курлович, Д. М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси / Д. М. Курлович // *Земля Беларуси*. – 2013. – № 4. – С. 42-48.
5. Левчук, Ю. Морфолого-морфометричний аналіз озерних улоговин / Ю. Левчук. – Луцьк, 2011. – 33 с.
6. Ляшенко, Д. О. Українські антарктичні дослідження. Антарктичний півострів [карта] / Д. О. Ляшенко, А. П. Федчук // *Національний атлас України*. – К. : ДНВП «Картографія», 2007. – 33 с.
7. Оцінка стану морських охоронних районів «Stella Creek» і «Skua Creek». Закладання нових морських охоронних районів : звіт про НДР (закл.) / ХНУ ім. В. Н. Каразіна ; керієвн. А. Ю. Утевський; викон. О. І. Сінна та ін. – Харків, 2014. – 36 с.
8. Геоінформаційне моделювання рельєфу дна акваторій у районі о. Галіндез (Аргентинські острови, Західна Антарктика) / О. І. Сінна, А. Ю. Утевський, Є. А. Островерх, та ін. // *Фізична географія та геоморфологія*. – 2017. – Вип. 3(87). – С.140-147.
9. Сінна, О. І. Цифрове моделювання рельєфу дна акваторій у районі української антарктичної станції «Академік Вернадський» / О. І. Сінна, А. Ю. Утевський, В. С. Попов // *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць*. – Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – Вип. 21. – С. 31-35.
10. Створення біогеографічного полігону Penguin Point: модельний профіль та його характеристика : звіт про НДР (закл.) / ХНУ ім. В. Н. Каразіна; керієвн. А. Ю. Утевський; викон.: О. І. Сінна та ін. – Харків, 2015. – 40 с.
11. Тривимірна модель о. Галіндез: біорізноманіття та середовище : звіт про НДР (закл.) / ХНУ ім. В.Н. Каразіна ; керієвн. А. Ю. Утевський; викон.: О. І. Сінна та ін. – Харків, 2016. – 72 с.
12. Моделирование наземных и подводных биотопов о. Галиндез (Аргентинские острова, Западная Антарктика) с использованием геоинформационных систем / А. Ю. Утевский, Е. И. Сенная, А. Е. Берёзкина, В.С. Попов // *Український антарктичний журнал*. – 2016. – №15. – С. 96-105.
13. Федчук, А. П. Стан картографічного забезпечення Антарктики / А. П. Федчук // *Часопис картографії*. – 2013. – Вип. 6. – С. 84-93.
14. Черваньов, І. Г. Дослідження рельєфу представниками харківської геоморфологічної школи / І. Г. Черваньов // *Український географічний журнал*. – 2012. – № 4. – С. 3-7.

15. Визначення актуальних екологічних параметрів Дніпровських водосховищ за допомогою геоінформаційних технологій / А. Г. Шапар, О. О. Скрипник, О. С. Тараненко, Д. Д. Дубовик // *Екологія і природокористування*. – 2014. – Вип. 18. – С. 139-146.
16. Craig, R. Smith et al (2006) A synthesis of benthic-pelagic coupling on the Antarctic shelf: Food banks, ecosystem inertia and global climate change // *Deep-Sea Research II* 53, 875–894 p.
17. Distribution and environmental relationships of three species of wolffish (*Anarhichas* spp.) in the Gulf of St. Lawrence. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. // J. Dutil, S Proulx, P. Chouinard, etc. – 2014. – 24(3). – P. 351-368. doi:10.1002/aqc.2370
18. Murphy, E. J. et al. Developing integrated models of Southern Ocean food webs: Including ecological complexity, accounting for uncertainty and the importance of scale // *Progress in Oceanography*. – 2012. – 102. – P. 74–92.
19. Olivier, Musard et al. *Underwater Seascapes: From Geographical to Ecological Perspectives* // Springer. – 2014. – P. 293.
20. Malaysia airlines flight MH370 search data reveal geomorphology and seafloor processes in the remote southeast Indian Ocean / K. Picard, B. P. Brooke, P. T. Harris, etc. // *Marine Geology*. – 2017. – P. 395, 301-319. doi:10.1016/j.margeo.2017.10.014
21. Stefanie, Kaiser et al. Is there a distinct continental slope fauna in the Antarctic? // *Deep-Sea Research II* 58. – 2011. – P. 91–104.
22. Utevsky, A. Yu. Development of the Marine Protected Area Network in the Argentine Islands area (Akademik Vernadsky Station, Ukraine) / A. Yu. Utevsky, M. Yu. Kolesnykova, D. V. Shmyrov, O. I. Sinna // *Ukrainian Antarctic journal*. – 2014. – № 13. – P. 225–230.

УДК 551.589.6:551.515.7:551.50

Є. В. Самчук, науковий співробітник,  
Український Гідрометеорологічний інститут

## ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ АТМОСФЕРНОГО БЛОКУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЄВРОАТЛАНТИЧНОГО СЕКТОРУ ПІВНІЧНОЇ ПІВКУЛІ ЗА ПЕРІОД 1976-2015 РОКИ

На сучасному етапі розвитку кліматології атмосферне блокування лишається недостатньо вивченим явищем: відсутнє об'єктивне визначення цього поняття, не сформульовано єдиної теорії, що пояснювала б його природу, підходи до здійснення усіх етапів його вивчення відрізняються у різних дослідженнях, а наявні результати мало придатні для взаємного співставлення. У статті сформульовано об'єктивний критерій виділення блокуючих антициклонів на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі, що враховує тривалість їхнього існування та величину просторового зміщення. Сформульовано вибірку з 210 епізодів блокування за період 1976-2015 роки з використанням тривимірного підходу до ідентифікації баричних утворень у нижній та середній тропосфері. Розраховано та проаналізовано характеристики блокуючих антициклонів за досліджуваній період. Встановлено закономірності просторового розподілу випадків атмосферного блокування. Виділено три осередки з підвищеною повторюваністю випадків атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору. Простежено часову мінливість характеристик блокуючих антициклонів в кожному з трьох регіональних осередків блокування. Встановлено зменшення тривалості існування блокуючих антициклонів, максимальної площі, охопленої блокуванням, та максимальної аномалії геопотенціалу в зоні присутності блокуючого антициклону.

**Ключові слова:** атмосферне блокування, баричне утворення, реаналіз, просторово-часова мінливість, методика, критерій, антициклон, характеристика.

Є. В. Самчук. **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА АТМОСФЕРНОГО БЛОКИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОАТЛАНТИЧЕСКОГО СЕКТОРА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗА ПЕРИОД 1976-2015 ГОДЫ.** На современном этапе развития климатологии атмосферное блокирование остается недостаточно изученным явлением: отсутствует объективное определение этого понятия, не сформулирована единая теория, объясняющая его природу, подходы к осуществлению всех этапов его изучения отличаются в разных исследованиях, а имеющиеся результаты мало пригодны для взаимного сопоставления. В статье сформулирован критерий выделения блокирующих антициклонов на территории Евроатлантического сектора Северного полушария, который учитывает продолжительность их существования и величину пространственного смещения. Сформирована выборка из 210 эпизодов атмосферного блокирования за период 1976-2015 годы с использованием трехмерного подхода к идентификации барических образований в нижней и средней тропосфере. Рассчитаны и проанализированы характеристики блокирующих антициклонов за исследуемый период. Установлены закономерности пространственного распределения эпизодов атмосферного блокирования. Выделены три очага повышенной повторяемости эпизодов атмосферного блокирования на территории Евроатлантического сектора Северного полушария. Прослежена временная изменчивость характеристик блокирующих антициклонов в каждом из трех региональных очагов блокирования. Зафиксировано уменьшение длительности существования блокирующих антициклонов, максимальной площади, охваченной блокированием, и максимальной аномалии геопотенциала в зоне присутствия блокирующего антициклона.

**Ключевые слова:** атмосферное блокирование, барическое образование, реанализ, пространственно-временная изменчивость, методика, критерий, антициклон, характеристика.

**Постановка проблеми дослідження.** Атмосферне блокування як один із нехарактерних для помірних широт Північної півкулі циркуляційних режимів є об'єктом наукових досліджень ще з середини ХХ ст. [1]. Такий стійкий інтерес до цього явища в першу чергу пояснюється його значним впливом на погоду і клімат великих територій та в цілому аномальною природою. Зага-



лом атмосферне блокування забезпечує близько 15% мінливості клімату в Європі, що дозволяє позиціонувати його як внутрішній чинник формування клімату. На коротких часових проміжках з атмосферним блокуванням пов'язані такі погодні явища як сильна спека влітку та різкі похолодання взимку. Водночас станом на сьогодні в рамках даної проблеми залишається велика кількість невирішених проблем як теоретичного, так і практичного характеру. В першу чергу це стосується методології ідентифікації атмосферного блокування та оцінки його кількісних характеристик. Також недостатньо вивченими є особливості просторового поширення атмосферного блокування на регіональному рівні. Результати, отримані при вивченні цих аспектів мають низьку просторову деталізацію та не можуть бути використані при вивченні впливу атмосферного блокування на погоду та клімат окремих країн, в тому числі і України. Відтак постає необхідність у детальному вивченні просторово-часової мінливості даного феномена на регіональному рівні як на сучасному етапі, так і при її прогнозуванні на найближче майбутнє.

**Аналіз попередніх досліджень.** В рамках обраної тематики більшість досліджень було присвячено вивченню окремих епізодів блокування або їхньої сукупності за часові періоди різної тривалості – від 3-5 [2,3] до 20-40 [4-11] і навіть 50-60 років [12-15]. Незалежно він досліджуваного періоду в межах помірних широт Північної півкулі виділяються три регіони блокування: Євроатлантичний, центральний тихоокеанський та над західним узбережжям Північної Америки. В той же час в [16] вказується також на наявність осередку блокування над Західним Сибіром. Згідно з [5, 8] виділяються лише два регіони блокування, в той час як в [13] - вже чотири: Євроатлантичний сектор розділяється на два самостійні регіони. Часова ж мінливість атмосферного блокування досліджувалась виключно шляхом порівняння її характеристик за окремі календарні сезони тривалістю три місяці. Коло характеристик, за допомогою яких описується просторово-часова мінливість атмосферного блокування, обмежується лише частотою епізодів блокування, їхньою кількістю, тривалістю та інтенсивністю [17]. Дослідження, присвячені прогнозуванню потенційних змін характеристик атмосферного блокування в найближчому майбутньому [1, 18-19] використовують аналогічні методи ідентифікації та опису цього феномена. За таких умов вивчення як часової, так і просторової мінливості атмосферного блокування не є повним, а використання застарілих методів ідентифікації випадків атмосферного блокування може вносити в отримані результати суттєві похибки [20].

**Мета статті** – опираючись на раніше розроблений метод об'єктивної ідентифікації баричних утворень [21], сформулювати критерії виділення блокуючих утворень та дослідити просторово-часову мінливість атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі за останні 40 років.

**Характеристика вихідних даних та методика досліджень.** При виконанні дослідження було використано дані проекту NCEP/NCAR Reanalysis [22], а саме поля приведені до рівня моря атмосферного тиску, а також геопотенціалу на ізобаричних поверхнях 850, 700 та 500 гПа на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі (40° зх.д. – 70° сх.д.) у вузлах регулярної сітки розмірністю 2.5° з часовим інтервалом 6 годин за період 1976-2015 роки. Розрахункова частина дослідження реалізована на платформі Windows Forms за допомогою середовища Microsoft Visual Studio 2015 Community Edition з використанням мови програмування C#. Для побудови карт використано програмний інтерфейс GDI+.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Основною ознакою блокуючого баричного утворення є його тривале стаціонарування в одному регіоні при мінімальній зміні свого положення впродовж всього періоду свого існування. Оскільки в дослідженні використовуються траєкторії баричних утворень за неперервний 40-річний період, їхні характеристики можуть бути використані для відбору тих антициклонів, параметри яких задовольняють встановленим критеріям. Завдяки тому, що траєкторії антициклонів будуються за весь період його існування, а не за окремі природні синоптичні періоди, стає можливим визначити тривалість їхнього існування в годинах, географічні межі, в яких знаходився антициклон в період свого існування, та загальну довжину його траєкторії.

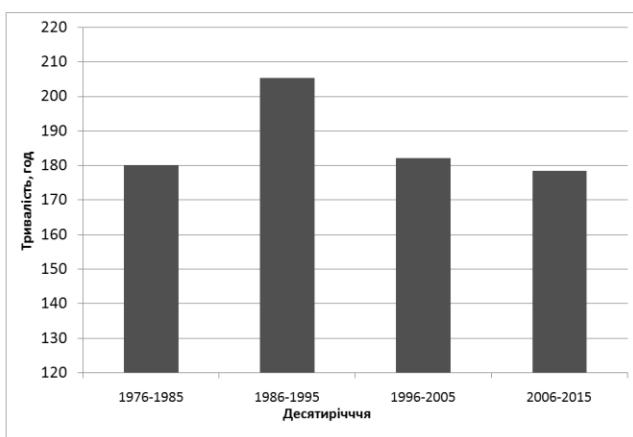
Виходячи з набору наявних характеристик, блокуючим пропонується вважати антициклон, тривалість існування якого становить не менше 120 годин, а амплітуда довготного зміщення – не більше 25° довготи. Критерій тривалості рівний повним п'яти добам, що відповідає середній тривалості природного синоптичного періоду; просторовий критерій враховує флуктуації міждобового зміщення будь-якого малорухомого баричного утворення на рівні 5° довготи за добу.

Загалом за досліджуваний період було виявлено 210 антициклонів, що задовольняють вказаним вище характеристикам. Для кожного антициклону також визначаються наступні характеристики: область просторового поширення та її площа, інтенсивність, тривалість існування та накопичена аномалія геопотенціалу.

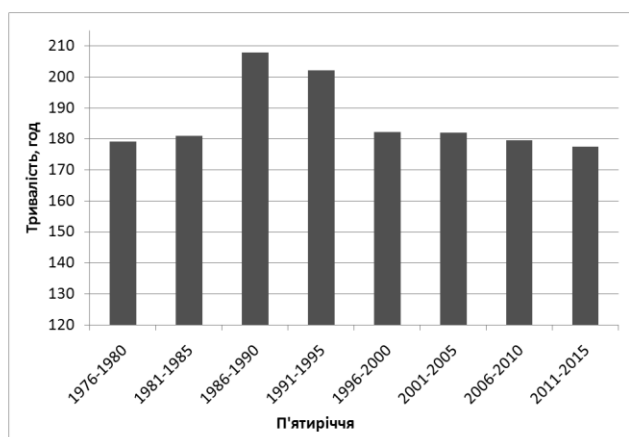
Аналіз часового ходу середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів показав, що у період з 1986 по 1995 роки тривалість існування блокуючих антициклонів була більшою на 25 годин (рис. 1а, б) у порівнянні з рештою десятиліть досліджуваного періоду. Значення цієї характеристики у вказаному десятиріччі не можна вважати викидом, оскільки частка блокуючих антициклонів, тривалість існування яких перевищувала норму, склала 50%. Без

урахування цієї декади середня тривалість існування блокуючих антициклонів блокування не зазнала значимих змін. Водночас, часовий хід площі, охопленої блокуючими антициклонами, демонструє повну узгодженість як на рівні десятиріч, так і п'ятиріч: від початку досліджуваного періоду і до 2001-2005 років відмічалось поступове її збільшення, після чого за наступні 10 років дана характеристика зменшилась на 27% (рис. 1в, г).

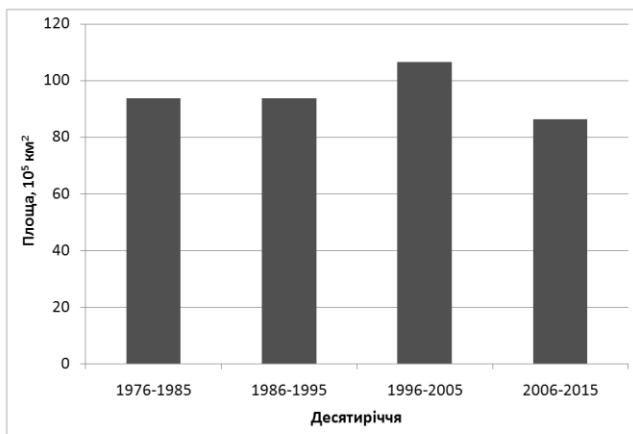
а



б



в



г

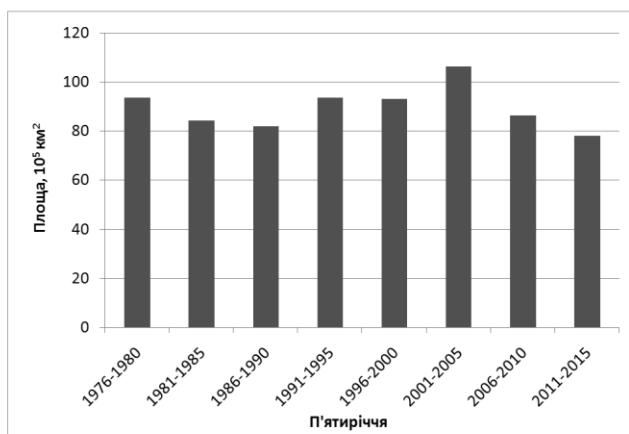


Рис. 1. Часовий хід середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів

Більш яскраво міжрічна мінливість характеристик блокуючих антициклонів проявляється при аналізі їхніх максимальних значень за аналогічні періоди. Так, максимальна тривалість існування зростала впродовж перших трьох десятиліть досліджуваного періоду, але в останню декаду зменшилась на 72 години у порівнянні з періодом 1996-2005 роки, досягнувши мінімального значення за останні 40 років (рис. 2а). Водночас поглиблений розгляд п'ятирічних значень даної характеристики (рис. 2б) показує, що пікове значення, яке припадає на 1996-2005 роки забезпечується одним випадком блокування 1996 року, тривалість якого досягла 450 годин. Без його урахування, максимальна тривалість існування блокуючих антициклонів демонструє стійке зменшення впродовж останніх 25 років.

Схожий часовий хід демонструє і максимальна інтенсивність при аналізі десятирічних значень – за останнє десятиліття вона зменшилась на 25%, досягнувши рівня, що відмічався у 1976-1985 роках (рис. 2в, г). Аналіз п'ятирічних значень вказує на більш складний характер часового ходу: в період з 1976 по 1990 роки даний показник зростав, після чого відбулось різке його зниження на 20%. Такі значення максимальної інтенсивності зберігались наступні 10 років (1991-2000), а вже в п'ятиріччі 2001-2005 років вони повернулись до рівня початку досліджуваного періоду. Ідентичний характер часового ходу демонструє і максимальна площа, охоплена блокуванням – в останнє десятиліття вона зменшилась на 20% (рис. 2д, е). Єдиною характеристикою блокуючих антициклонів, що показала стійку

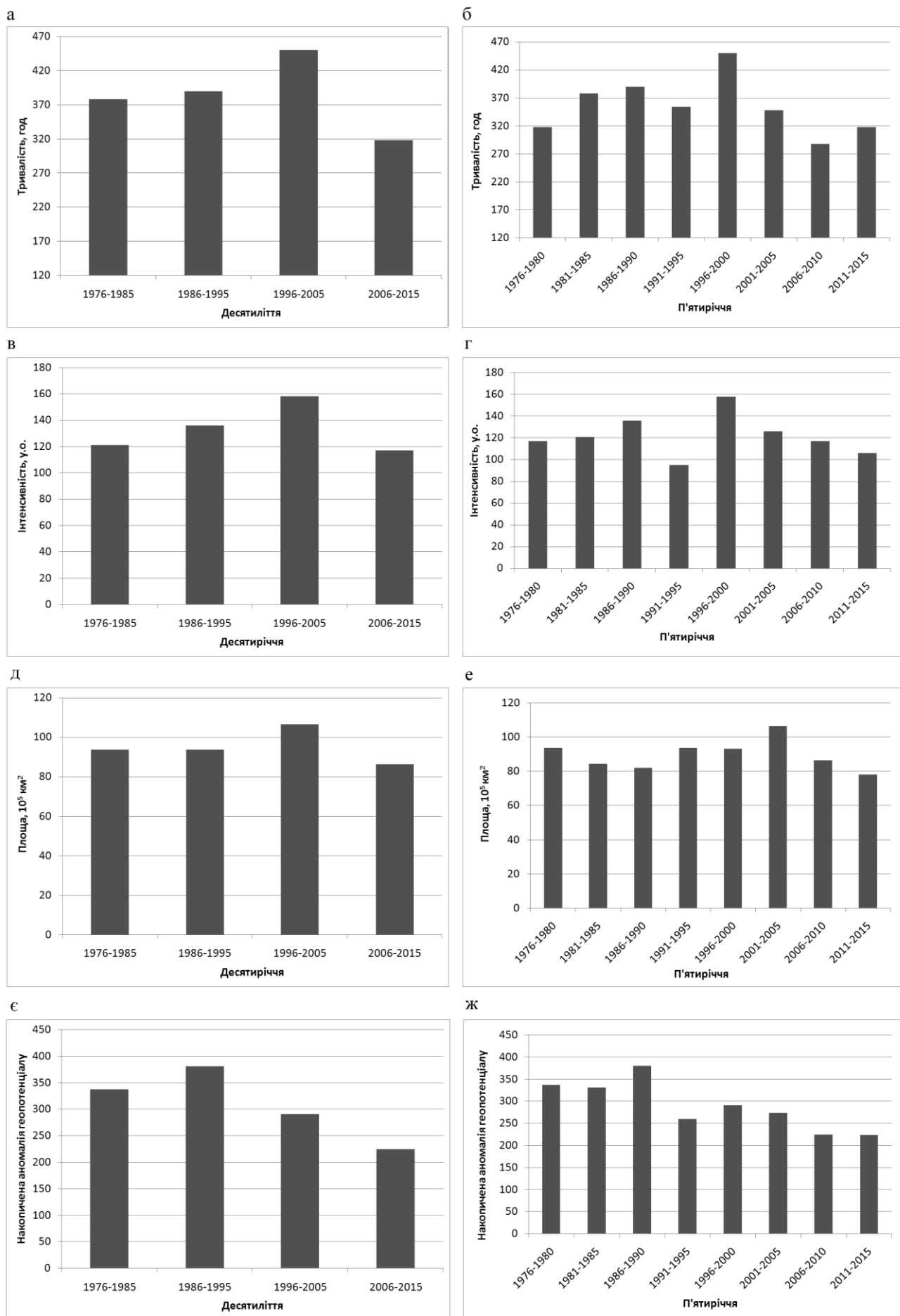


Рис. 2. Часовий хід максимальних п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів

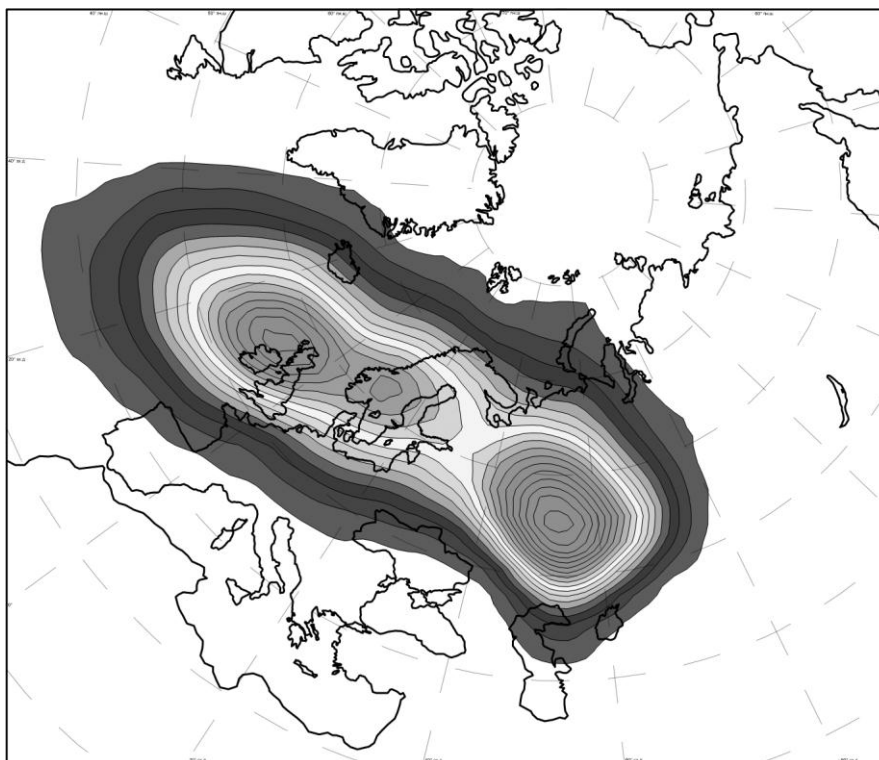


Рис. 3. Інтегральна зона блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі за період 1976-2015 роки

тенденцію до зменшення, є максимальна накопичена аномалія геопотенціалу в зоні блокування (рис. 2с, ж). Станом на останнє п'ятиріччя досліджуваного періоду її значення на 32% менше за аналогічний показник періоду 1976-1980 років.

Наведені вище особливості часового ходу характеристик описують загальний стан атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі. Більш детальне вивчення атмосферного блокування в межах означеної території потребує виділення регіональних осередків формування блокуючих антициклонів. З цією метою області присутності усіх 210 блокуючих антициклонів були накладені одна на одну для отримання інтегральної зони впливу за весь період дослідження (рис. 3). З рисунку видно, що вона простягається від 30° зх.д. до 60° сх.д, що дещо перевищує межі для Євроатлантичного регіону блокування, встановлені в інших дослідженнях. Всередині інтегральної зони виділяються три регіональні осередки атмосферного блокування: в районі Британських островів (I), Скандинавського півострова (II) та на північ від Каспійського моря (III).

Аналіз аналогічних інтегральних зон блокування за кожне десятиліття досліджуваного періоду показує, що атмосферне блокування у Євроатлантичному секторі Північної півкулі є стійким у часі явищем, яке практично не зазнає просторових флуктуацій. Водночас часові коливання характеристик блокуючих антициклонів спосте-

рігаються всередині кожного з трьох виділених регіонів.

Аналіз середніх декадних характеристик блокування в осередку I, показує, що кількість блокуючих антициклонів в ньому зростала протягом усього періоду дослідження і за останні 40 років збільшилась вдвічі (рис. 4а). Однак п'ятирічні значення (рис. 4б) вказують на те, що ріст даного показника в останні два десятиліття забезпечується завдяки підвищеній повторюваності випадків блокування у 1996 та 2007 роках. Без урахування цих викидів кількість випадків блокування в осередку I не демонструє тенденції до зростання. Повне узгодження часового ходу як на рівні десятиліть, так і на рівні п'ятиліть показує часовий хід таких характеристик як тривалість існування (рис. 4в, г) блокуючого антициклоні, та площа, охоплена блокуванням (рис. 4д, е). Починаючи з другої половини 90-х років XX ст. перший показник зменшився на 3 доби, другий – на 1.5 млн. км<sup>2</sup>.

Характеристики блокуючих антициклонів у осередку II демонструють наступний характер часового ходу (рис. 5). Кількість випадків блокування мала два періоди зростання – в перші 20 та в останні 15 років досліджуваного періоду. У п'ятиріччі 2010-2015 роки відмічається пікове значення кількості випадків блокування, аналогічне піковому значенню першого періоду зростання даного показника. Інтенсивність блокування в період до 2000 року не зазнавала коливань, однак уже в 2001 році помітне її зменшення в 2

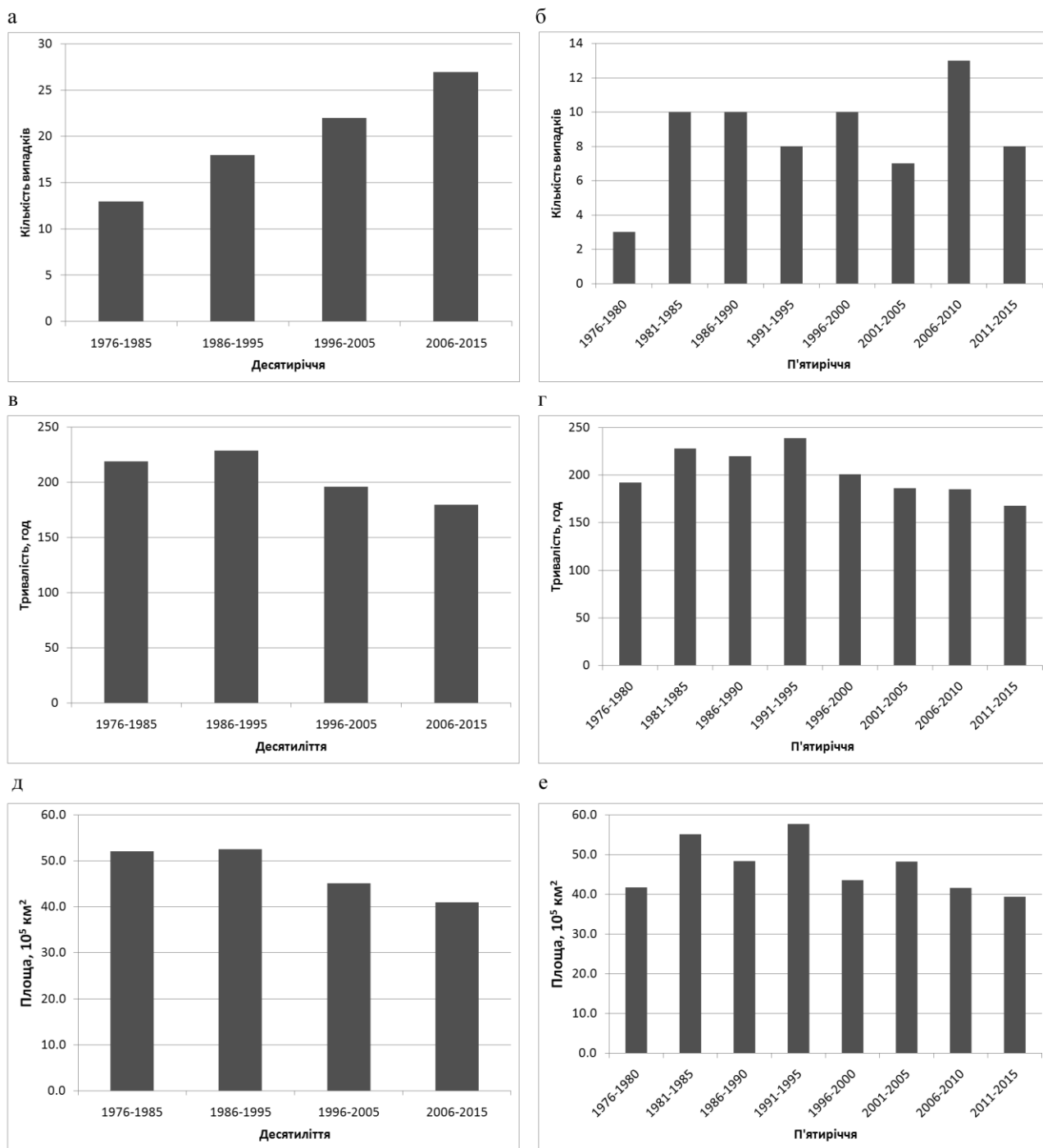


Рис. 4. Часовий хід середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів в осередку I

рази, після чого почалось її поступове зростання, і на кінець досліджуваного періоду значення інтенсивності досягли рівня 2000 року. Площа, охоплена блокуванням, демонструє тенденцію до збільшення – приріст за останні 40 років склав 1.1 млн. км<sup>2</sup>. Тривалість існування блокуючих антициклонів зменшилась на одну добу.

Часова мінливість характеристик блокуючих антициклонів у осередку III виражена найбільш слабо. Аналіз середніх та максимальних значень за п'яти- та десятирічні періоди не виявив трен-

дів у їхньому часовому ході. Тому для виявлення змін впродовж досліджуваного періоду характеристики блокуючих антициклонів необхідно розглядати не на рівні п'ятиріч або десятиріч, а за окремі роки. Зальною тенденцією для цього осередку є зменшення значень характеристик блокуючих антициклонів за досліджуваний період (рис. 6). Так, площа, охоплена блокуванням, за досліджуваний період зменшилась на 760 тис. км<sup>2</sup>, тривалість існування – на 29 годин, накопичена аномалія геопотенціалу – на 24 умов-

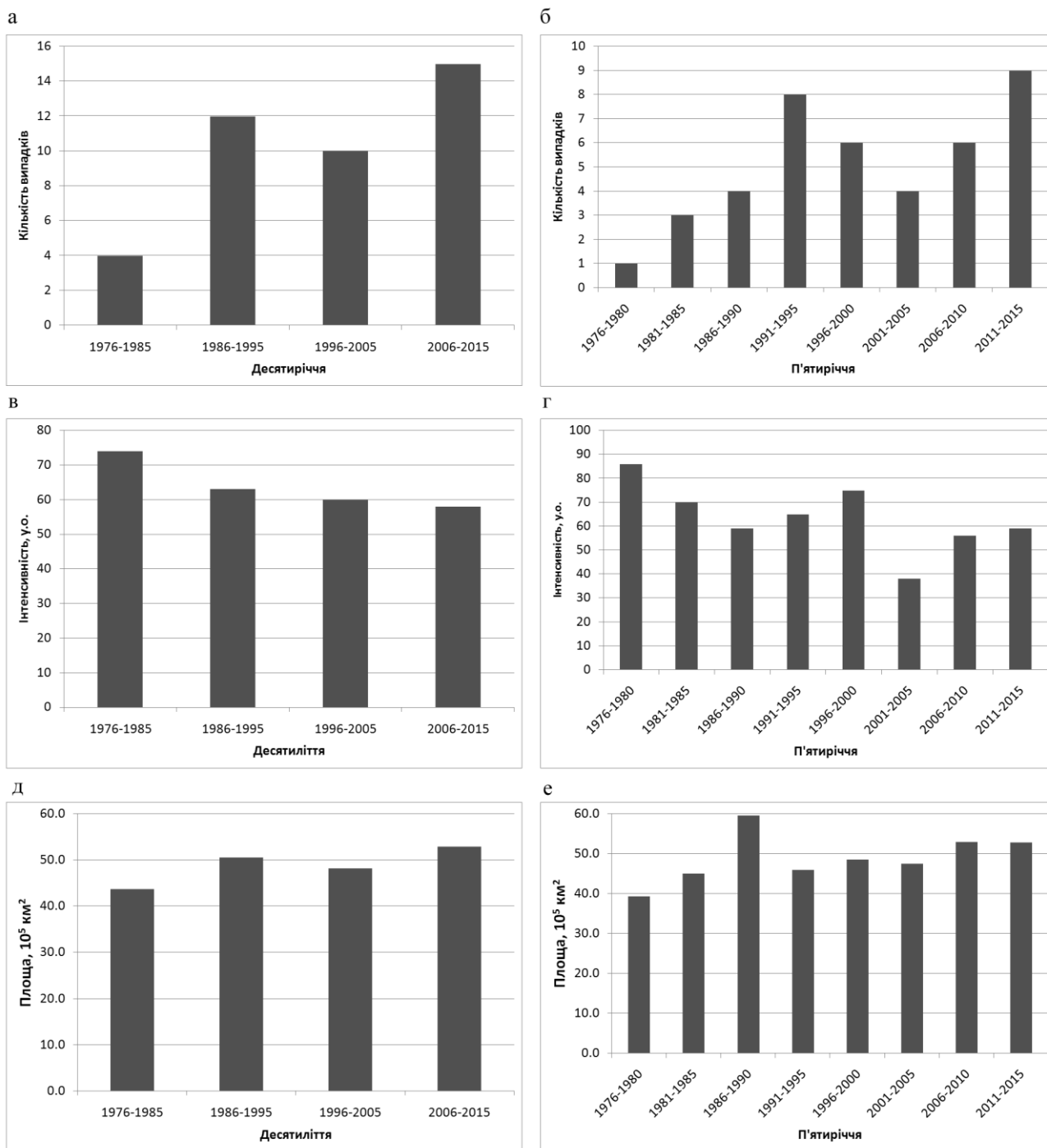


Рис. 5. Часовий хід середніх п'яти- та десятирічних характеристик блокуючих антициклонів в осередку II

ні одиниці; кількість випадків блокування та їхня інтенсивність не зазнали значимих змін.

Внутрішньорічна повторюваність випадків атмосферного блокування в кожному з осередків блокування наведена на рис. 7. В осередку I чітко виражений максимум повторюваності припадає на літні місяці, а мінімум – на зимові. В осередку II відмічається практично повна відсутність випадків блокування в період з травня по серпень; водночас в осередку III повторюваність випадків атмосферного блокування рівномірно розподілена впродовж року.

**Висновки.** В ході виконання дослідження запропоновано об'єктивний критерій виділення блокуючих антициклонів та сформовано 40-річну кліматологію випадків атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі. Отримано інтегральну зону блокування за досліджуваний період, а також за 5- та 10-річні періоди. Інтегральна зона блокування вказує на наявність у досліджуваному регіоні трьох осередків блокування.

Зміна характеристик блокуючих антициклонів за досліджуваний період в кожному з осеред-

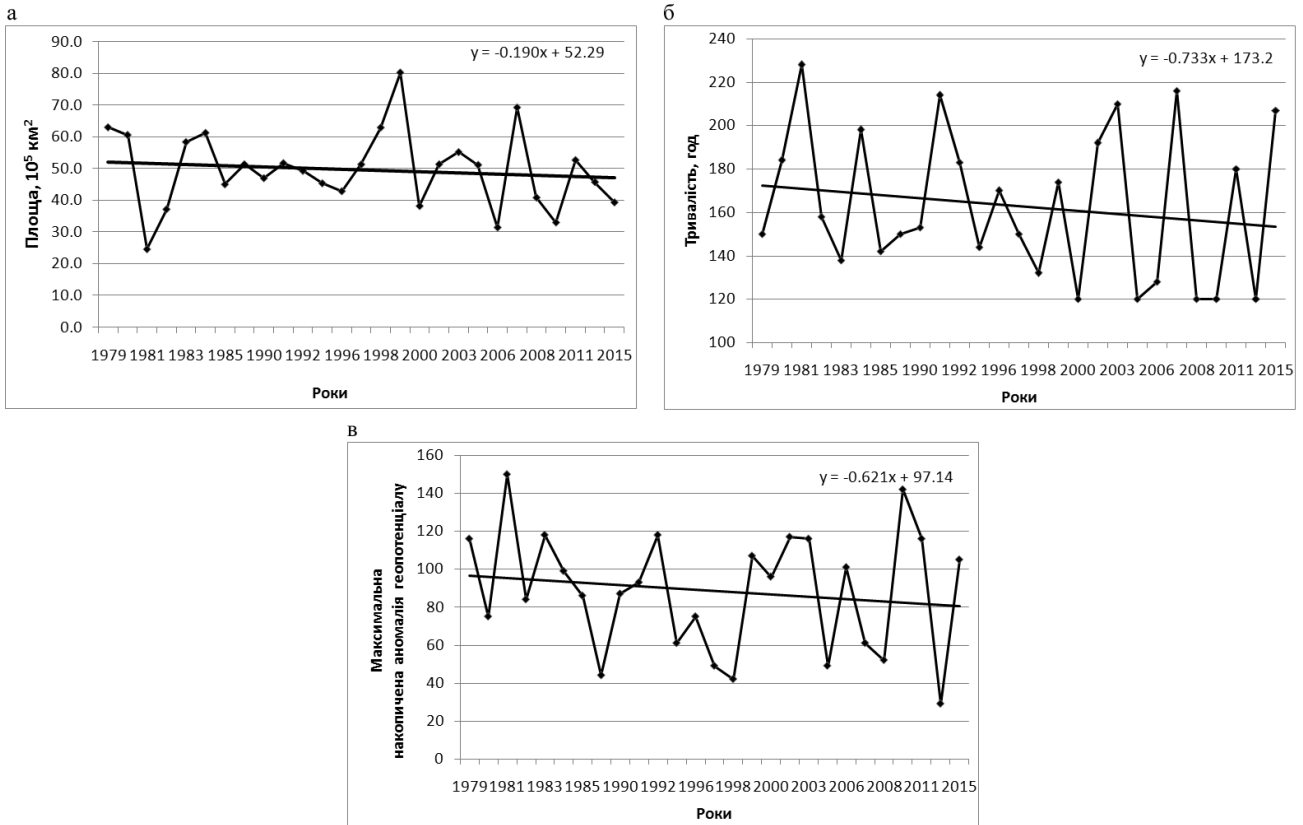


Рис. 6. Часовий хід середніх річних характеристик блокуючих антициклонів в осередку Ш

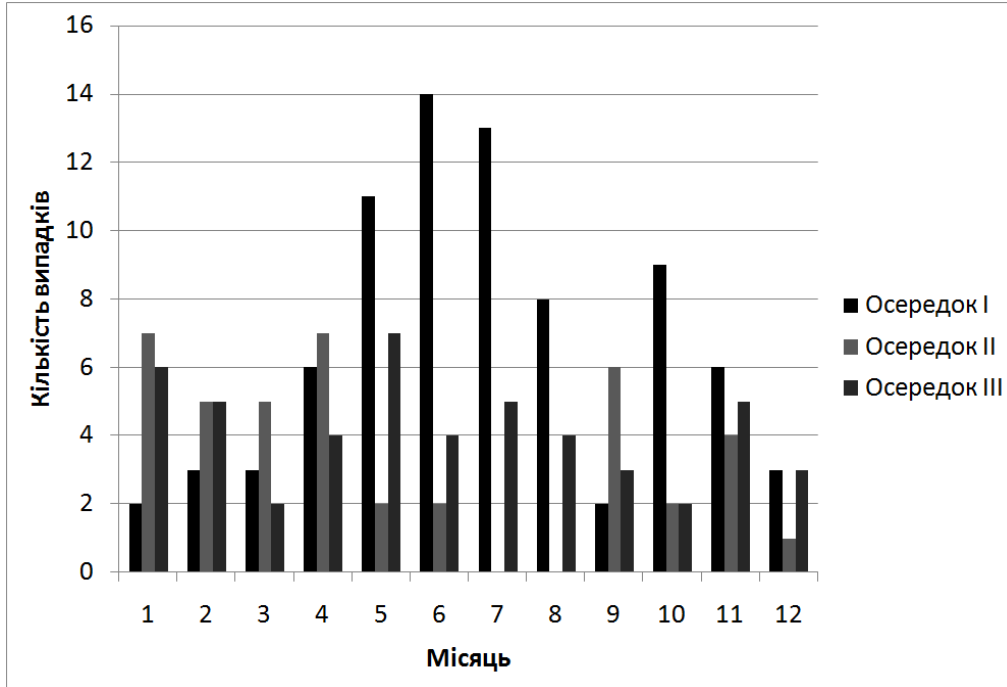


Рис. 7. Внутрішньорічний розподіл повторюваності випадків атмосферного блокування за осередками

ків має складний характер. Кількість блокуючих антициклонів, а також їхня інтенсивність, за досліджуваний період не змінилась, однак відмічається загальне зменшення тривалості їхнього існування на 1-3 доби. Площа, охоплена блокуван-

ням, в осередках I та III зменшилась, а в осередку II – збільшилась в середньому на 1 млн. км<sup>2</sup>. Також в осередку III відмічається зменшення накопиченої аномалії геопотенціалу.

**Література**

1. Rex, D. F. *Blocking Action in the Middle Troposphere and its Effect upon Regional Climate. II. The Climatology of Blocking Action* / Daniel F. Rex // *Tellus*. – 1950. – Vol. 2, issue 4. – P. 275–301.
2. Lupo, A. R. *Climatological features of blocking anticyclones in the Northern Hemisphere* / A. R. Lupo, P. J. Smith // *Tellus*. – 1995. – Vol. 49A. – P. 439–456.
3. Pelly, J. L. *A New Perspective on Blocking* / J. L. Pelly, B. J. Hoskins // *Journal of the Atmospheric Sciences*. – 2003. – Vol. 60, issue 5. – P. 743–755.
4. *Atmospheric blocking characteristics in the Northern Hemisphere: Comparison of two climatologies* / I. I. Mokhov, E. A. Tikhonova, A. R. Lupo, J. M. Wiedenmann // *Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modeling* / ed. by H. Ritchie ; WMO TD-№ 1064. – Geneva : 2001. – P. 2.20–2.21.
5. Tyrlis, E. *Aspects of a Northern Hemisphere Atmospheric Blocking Climatology* / E. Tyrlis, B. J. Hoskins // *Journal Of The Atmospheric Sciences*. – 2008. – Vol. 65. – P. 1638–1652.
6. Mendes, M. C. D. *Southern Hemisphere Atmospheric Blocking Diagnostic By ECMWF and NCEP/NCAR Data* / Monica Cristina Damião Mendes, Iracema F. A. Cavalcanti, Dirceu Luis Herdies // *Revista Brasileira de Meteorologia*. – 2012. – Vol. 27, № 3. – P. 263–271.
7. *Blocking Episodes in the Southern Hemisphere: Impact on the Climate of Adjacent Continental Areas* / Monica Cristina Damião Mendes, Ricardo Machado Trigo, Iracema F. A. Cavalcanti, Carlos. C. Dacamura // *Pure and Applied Geophysics*. – 2008. – Vol. 165. – P. 1941–1962.
8. Davini, P. *Northern Hemisphere Atmospheric Blocking Representation in Global Climate Models: Twenty Years of Improvements?* / Paolo Davini, Fabio D'Andrea // *Journal Of Climate*. – 2016. – Vol. 29. – P. 8823–8840.
9. Marques, R. F. C. *Interannual variations of blockings in the Southern Hemisphere and their energetics* / R. F. C. Marques, V. B. Rao // *Journal of Geophysical Research*. – 2000. – Vol. 105. – P. 4625–4636.
10. Croci-Maspoli, M. *A Multifaceted Climatology of Atmospheric Blocking and Its Recent Linear Trend* / M. Croci-Maspoli, C. Schwierz, H. C. Davies // *Journal Of Climate*. – 2007. – Vol. 20. – P. 633–649.
11. Sillmann, J. *Present and future atmospheric blocking and its impact on European mean and extreme climate* / J. Sillmann, M. Croci-Maspoli // *Geophysical Research Letters*. – 2009. – Vol. 36, issue 10. – L17072.
12. *Observational climatology and characteristics of wintertime atmospheric blocking over Ural–Siberia* / Ho Nam Cheung, Wen Zhou, Yaping Shao, Wen Chen, Hing Yim Mok, Man Chi Wu // *Climate Dynamics*. – 2013. – Vol. 41, issue 1. – P. 63–79, doi:10.1007/s00382-012-1587-6.
13. *A Climatology of Northern Hemisphere Blocking* / David Barriopedro, Ricardo García-Herrera, Anthony R. Lupo, Emiliano Hernández // *Journal Of Climate*. – 2006. – Vol. 19. – P. 1042–1063.
14. *Исследование развития атмосферных процессов блокирования и квазистационарирования антициклонов в Атлантико-Европейском секторе* / В. А. Тищенко, В. М. Хан, Р. М. Вильфанд, Е. Рожет // *Метеорология и гидрология*. – 2013. – № 7. – С. 15–30.
15. *Воскресенская, Е. Н. Блокирующие антициклоны в Европейском регионе и их изменчивость в связи с событиями Эль-Ниньо* / Е. Н. Воскресенская, О. Ю. Коваленко // *Изв. Рос. акад. наук. Серия географическая*. – 2016. – № 1. – С. 49–57.
16. *Revisiting the Climatology of Atmospheric Blocking in the Northern Hemisphere* / Ho Nam Cheung, Zhou Wen, Hing Yim Mok, Man Chi Wu, Yaping Shao // *Advances in Atmospheric Sciences*. – 2013. – Vol. 30, № 2. – P. 397–410.
17. *The Climatology of Blocking Anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: Block Intensity as a Diagnostic* / Jason M. Wiedenmann, Anthony R. Lupo, Igor I. Mokhov, Elena A. Tikhonova // *Journal Of Climate*. – 2002. – Vol. 15. – P. 3459–3473.
18. Lupo, A. R. *Climatological features of blocking anticyclones: A study of Northern Hemisphere CCM1 model blocking events in present-day and double CO2 concentration atmospheres* / A. R. Lupo, R. J. Oglesby, I. I. Mokhov // *Climate Dynamics*. – 1997. – Vol. 13, issue 3. – P. 181–195.
19. Mokhov, I. I. *Changes in atmospheric blocking characteristics within Euro-Atlantic region and Northern Hemisphere as a whole in the 21st century from model simulations using RCP anthropogenic scenarios* / Igor I. Mokhov, Alexander V. Timazhev, Anthony R. Lupo // *Global and Planetary Change*. – 2014. – Vol. 122. – P. 265–270.
20. Самчук, Є *Порівняльний аналіз ефективності використання баричних індексів атмосферного блокування* / Є. Самчук // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : періодичний наук. зб. ; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка та ін. – Київ – 2015. – Т. 2. – С. 149–155 : табл. – Бібліогр.: 5 назв.*
21. Самчук, Є. В. *Просторово-часова ідентифікація баричних утворень у нижній та середній тропосфері* / Є. В. Самчук // *Укр. гідрометеорол. журн.* – 2017. – № 19. – С. 41–47.
22. *The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project* / E. Kalnay, M. Kanamitsu, R. Kistler [et al.] // *Bulletin of the American Meteorological Society*. – 1996. – Vol. 77, № 3. – P. 437–470.



## ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПОШУКУ ПРИДАТНОЇ ДІЛЯНКИ МІСТА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ

*В статті подається один із варіантів вирішення типової задачі пошуку оптимального місцеположення для нового об'єкта, базуючись на наборі факторів, в середовищі ГІС (на прикладі пошуку придатної ділянки для побудови нової школи поруч з парками, дитячими майданчиками, на відстані від інших шкіл та кладовищ). Коротко характеризуються складності, з якими стикаються дослідники міст та інфраструктури. Описується загальний алгоритм виконання просторового аналізу, який включає моделювання явищ та процесів. Розглядаються 5 етапів вирішення аналітичної просторової задачі, які включають постановку задачі, розділення її на окремі складові, вивчення вихідних даних, виконання аналізу та перевірку отриманих результатів. Наводиться приклад послідовності дій, необхідних для перекласифікації даних з метою обрахунку відносного показника. Описані окремі інструменти платформи ArcGIS та можливості їх застосування для цілей просторового аналізу. Подаються можливості подальшого ускладнення логіки моделювання за рахунок більшого комбінування вхідних даних, що надає змогу отримувати максимально корисну інформацію.*

**Ключові слова:** просторовий аналіз, пошук придатної ділянки, урбаністичні дослідження, антропогенна інфраструктура, ГІС, ArcGIS, моделювання явищ та процесів, інфраструктура Харкова.

**А. С. Чуєв. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА ПРИГОДНОГО УЧАСТКА ГОРОДА С ПОМОЩЬЮ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА.** *В статье подается один из вариантов решения типичной задачи поиска оптимального местоположения для нового объекта, основываясь на наборе факторов, в среде ГИС (на примере поиска подходящей участка для строительства новой школы рядом с парками, детскими площадками, на расстоянии от других школ и кладбищ). Коротко характеризуются сложности, с которыми сталкиваются исследователи городов и инфраструктуры. Описывается общий алгоритм выполнения пространственного анализа, который включает моделирование явлений и процессов. Рассматриваются 5 этапов решения аналитической пространственной задачи, включающие постановку задачи, разделение ее на отдельные составляющие, изучение исходных данных, выполнение анализа и проверку полученных результатов. Приводится пример последовательности действий, необходимых для переклассификации данных с целью расчета относительного показателя. Описаны отдельные инструменты платформы ArcGIS и возможности их применения для целей пространственного анализа. Подаются возможности дальнейшего осложнения логики моделирования за счет большего комбинирования входных данных, что предоставляет возможность получать максимально полезную информацию.*

**Ключевые слова:** пространственный анализ, поиск подходящего участка, урбаністическіе исследования, антропогенная инфраструктура, ГИС, ArcGIS, моделирование явлений и процессов, инфраструктура Харькова.

**Вступ до проблеми.** Сучасні географічні, урбаністичні, техногенні та інфраструктурні дослідження міст переважно спрямовані на аналіз існуючих тенденцій, виявлення закономірностей розподілу об'єктів, побудову трендів та прогнозування розвитку тих чи інших складових міської екосистеми. Така тенденція має один недолік – вона відходить від нагальних потреб суспільства. Типові задачі просторового аналізу та геопланування виконуються спеціалістами сфери міського господарства, хоча більшість географів володіють засобами ГІС, але не використовують їх поза межами суто наукових досліджень.

Ситуація може бути пояснена рядом складнощів, з якими стинаються дослідники. Перш за все це стосується отримання первинних даних. Якщо для регіонального аналізу достатньо скористатись статистичними довідниками, то для міст аналогічних джерел даних не має. Точніше вони є, але інформацію з них виокремити досить складно. До таких можна віднести, наприклад, електронні довідники. Дослідники використовують переважно наявну публічну інформацію, яка не надає змоги провести глибокий просторовий аналіз інфраструктурних особливостей. В попередніх дослідженнях автором вже описувалась методика збору інформації з довідника 2ГІС [10]. В даній роботі також будуть використовуватись дані, отримані цим шляхом [8].

Урбогеосистеми стають все більш складними, тому для їх дослідження необхідно використовувати комбіновані методики моделювання, алгебри картографування, прогнозування, геостатистики та інші [4]. Сучасна ГІС-платформа надає досліднику інструментальний набір, який допомагає автоматизувати виконання рутинних завдань. Якщо використати ці можливості для вирішення типових просторових задач, можна значно підвищити інтерес суспільства до географічних досліджень взагалі та ГІС-технологій зокрема [19].

**Метою публікації** є розгляд одного з варіантів вирішення типової задачі пошуку оптимального місцеположення для нового об'єкта, базуючись на наборі факторів, в середовищі ГІС (на прикладі пошуку придатної ділянки для побудови нової школи поруч з парками, дитячими майданчиками та на відстані від інших шкіл, кладовищ). Робота націлена на опис можливості практичного використання дослідниками-географами свої знань та напрацювань.

**Попередні дослідження.** Дослідженням інфраструктурної складової міст, геоінформаційних підходів та методики її вивчення, територіальних особливостей соціально-економічної інфраструктури займалися як вітчизняні, так і закордонні вчені, такі як Бітюкова В. [1], Ліхачова Е. [6], Берлянт А., Макдональд Е., Тікунова В.

[9], Зейлера М. [2], Кошкарєв А., Каракін В., Шаблій О., Мезенцев К. [7], Берковітц А. [13], Нілон Ц. [13]. Можливості використання просторового аналізу, ГІС-технологій для вирішення складних аналітичних задач, принципів комбінування та моделювання в ГІС займались Маккір Д. [20], Зейлер М. [2], Берлянт А., Гібс Дж., Бетті М. [20], Гудчайлд М. [18], Бейлі Т. [12], Кова Т. [18], Перенчик А. [21], Бут Б. [21], Вуу С. [21], Тікунов В. [9], Костріков С.В. [3,4,5,10,11] та інші вчені.

**Виклад основного матеріалу.** Однією з головних переваг ГІС-технологій є можливість вирішення складних аналітичних задач (до числа яких відноситься просторовий аналіз) [14]. Втім самих лише інструментів недостатньо для пошуку рішення, тому від дослідника потребується первинна інформація та постановка питання. На основі цих даних можна буде вибудовувати модель. В загальному розумінні модель можна трактувати як уявлення реальності. Вони призначені для опису, розуміння та прогнозування подій в реальному житті [23]. В термінах ГІС виділяють два різновиди моделей: моделі подання (реальні об'єкти) та моделі процесів (процеси, які відбуваються з реальними об'єктами) [18].

За допомогою просторового аналізу досліджуються переважно взаємовідносини між об'єктами (моделі процесів) чи виконується прогнозування явищ. Це також називають картогра-

фічним моделюванням. Програмний комплекс *ArcGIS* та інструментальна панель *ArcToolBox* надають численні можливості ускладнення моделей процесів за рахунок додавання логіки, комбінування задач, співставлення величин, які вимірюються в різних одиницях виміру [20].

Просторовий аналіз передбачає роботу з растрами, тому більшість інструментів модулю *Spatial Analyst* платформи *ArcGIS* приймають в якості вхідних даних растрові поверхні [20]. З цього можна зробити висновок, що моделювання процесів базується на обрахунку піксельних значень з використанням додаткової атрибутивної інформації. Простий приклад – так звана операція «додавання растрів». Значення кожного пікселя одного шару додається до значення того ж пікселя з іншого шару. Крім того, дослідник може додати специфічну логіку обрахунку, щоб оперувати не тільки чисельними даними. Співставляючи шари забудови міста та забруднення повітря ми можемо знайти «піксельні зони», які найбільш привабливі для побудови дитячих оздоровчих закладів (пікселі, в яких забруднення повітря нижче допустимої норми, не зайняті іншими спорудами) [15]. Ускладнювати логіку обрахунку можна настільки, наскільки цього потребує вирішення просторової задачі. В загальному ж випадку модель має бути побудована найменшою кількістю операцій.



Рис. 1. Алгоритм виконання просторового аналізу

Найчастіше просторовий аналіз виконується за рахунок моделювання відстаней (наприклад, побудова зон доступності об'єктів), поверхонь (інтерполювання даних народжуваності по області), придатності (пошук оптимального місцеположення для нового об'єкта) та прогнозування (вираховування трендів та можливих шляхів розвитку явищ) [22]. Оскільки просторовий аналіз

ставить перед собою вирішення конкретних аналітичних задач, він може бути представлений як послідовність декількох кроків (рис. 1).

Перше, що необхідно зробити досліднику, чітко поставити перед собою питання, яким повинен бути результат моделювання. Виходячи з мети можна вибрати оптимальні шляхи для вирішення задачі. В нашому випадку пропонується

знайти оптимальне місцеположення для нової школи. При цьому в результаті планується відшукати не тільки придатні ділянки, але й ще оцінити сприятливість різних районів міста щодо побудови нової школи. Відповідно метою моделювання є побудова карти ранжування придатності. Не існує шкали обрахунку цього показника, тому він буде обраховуватись як результат накладання декількох растрів.

Наступним кроком необхідно розділити задачі на окремі складові, які можуть бути виконані ізольовано. Виділяючи підзадачі, дослідник повинен одразу обирати і одиниці обрахунку досліджуваних показників. В нашому випадку оптимальним місцеположенням для нової школи пропонується вважати таке, яке максимально віддалено від інших шкіл, кладовищ, знаходиться поруч із парковими зонами, дитячими майданчиками (рис. 2).

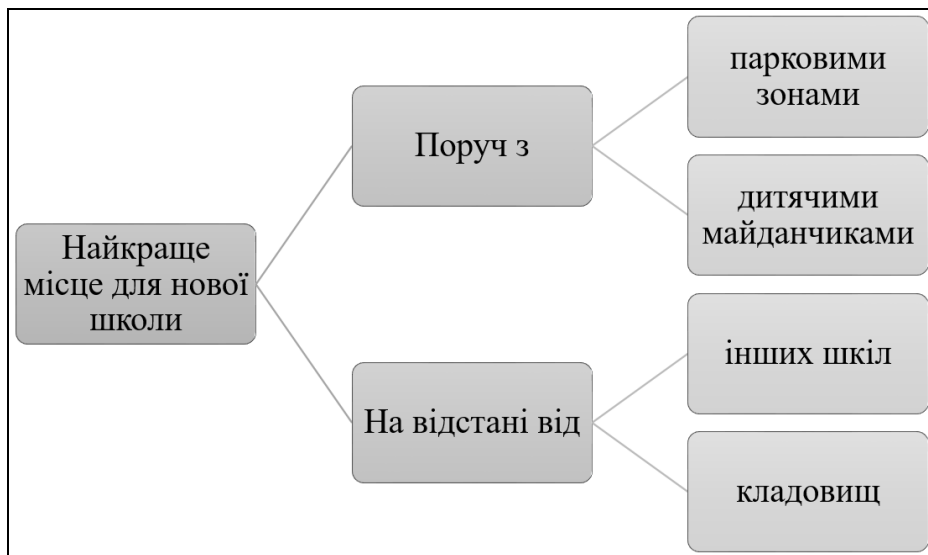


Рис. 2. Визначення вагомих факторів, які впливають на вибір ділянки міста для побудови нової школи

Запропонований набір факторів використовується лише як приклад. Умовно логічним є те, що нова школа буде зайвою, поруч із вже існуючою. Близькість кладовища може негативно сприйматись як батьками, їх дітьми, так і вчителями [16]. Паркові зони та дитячі майданчики асоціюються з благоустроєм та покращують загальну привабливість ділянки міста.

Після того, як задача сформована та розбита на окремі складові, можна визначити, яким чином будуть отримуватись проміжні дані. Під останніми розуміється інформація, яка пройшла перекласифікацію з метою подальшого її співставлення з іншими даними. В нашому випадку ми маємо вхідні точкові та полігональні об'єкти, представлені на рис. 3 (А – дитячі майданчики, Б – школи, В – кладовища, Г – паркові зони).

За допомогою інструменту побудови поверхні відстаней по прямій дослідник має змогу змоделювати ранжування території щодо розподілу нею досліджуваних об'єктів. В нашому випадку були створені моделі евклідових відстаней від шкіл, дитячих майданчиків, кладовищ та паркових зон з метою ранжування території міста щодо показника забезпеченості цими об'єктами. Візуалізація результатів представлена на рисунку 4 (А - дитячі майданчики, Б – школи, В – кладовища, Г – паркові зони).

В процесі побудови моделей відстані були виділені зони доступності досліджуваних об'єктів. Перша зона знаходиться на радіальній відстані в 500 метрів. Таку відстань пропонується вважати як гранично допустиму для того, щоб вважати, що об'єкт знаходиться близько [17]. Наступні зони будувались з нарощенням відстані кожні 500 метрів. Тобто перша зона – 0-500 метрів, друга зона – 500-1000 метрів і далі аналогічно. В результаті ми отримали моделі, які класифікують територію Харкова на 10 зон доступності шкіл, дитячих майданчиків, кладовищ та паркових зон.

Самі по собі ці моделі вже мають шляхи практичного застосування, але для вирішення комплексної просторової задачі їх необхідно скомбінувати. В нашому випадку всі значущі фактори представлені показниками відстаней, але в інших ситуаціях серед них можуть бути відносні чи нечисельні показники. Для того, щоб мати змогу співставляти дані, їх необхідно перекласифікувати.

Інструменти перекласифікації змінюють значення осередків (пікселів, комірок растрової поверхні) на альтернативні значення за допомогою різних методів. Можна перекласифікувати одночасно одне значення або відразу групу значень, використовуючи альтернативні поля чи

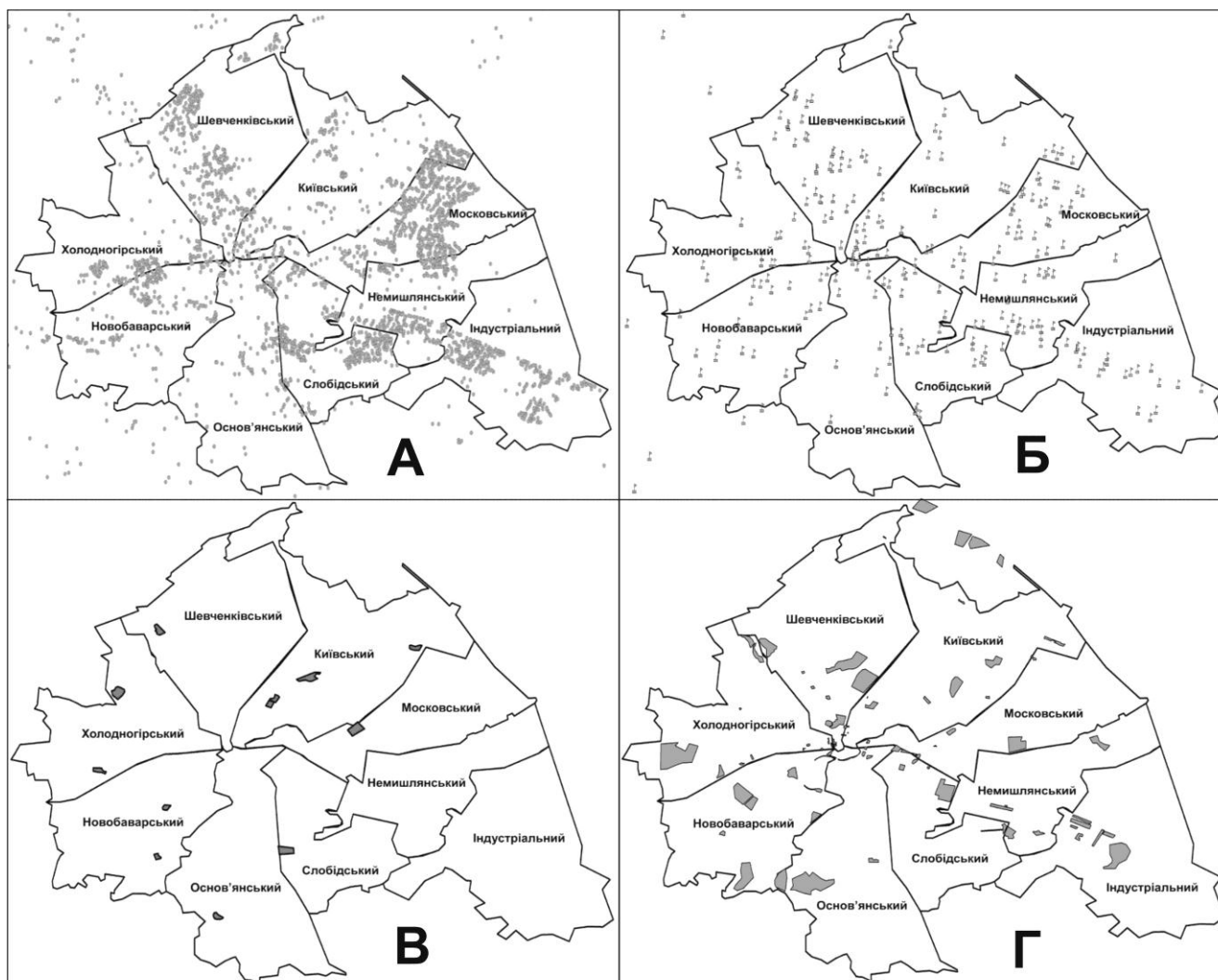


Рис. 3. Дитячі майданчики, паркові зони, школи та кладовища міста Харків з територіальною прив'язкою

критерії, такі як задані інтервали (наприклад, група значень з 10 інтервалів), або за площею (наприклад, група значень з 10 груп, що містять однакову кількість осередків) [20].

Всі методи перекласифікації застосовуються до кожного осередку в межах області. Тобто при застосуванні альтернативного значення до існуючого, всі методи перекласифікації застосовують альтернативне значення до кожної клітинки вихідної зони [21].

Найпоширеніші причини, за якими потрібно перекласифікувати дані:

- Заміна значень на підставі нової інформації;
- Групування значень;
- Перекласифікація значень в загальну шкалу (наприклад, для використання в аналізі придатності або для створення растра вартості).
- Присвоєння певного значення осередкам *NoData* (пікселі з відсутньою інформацією).

Для пошуку оптимального місцеположення для нової школи пропонується застосовувати

умовну 10-ти бальну шкалу, яка відповідає зонам доступності досліджуваних об'єктів. Тобто, зона, яка відповідає 500-метровому буферу навкруги дитячих майданчиків отримує при перекласифікації оцінку «10», а та, що віддалена на 5 км (10 зона) – відповідно «1». Аналогічна логіка застосовується для паркових зон. Що стосується кладовищ та інших шкіл, то їх близькість вважається несприятливою, тому при перекласифікації застосовується обернена шкала: зона найближча до об'єкту отримує оцінку «1», а найвіддаленіші – «10». Процедура перекласифікації виконується засобами платформи *ArcGIS*, а саме модулю *Spatial Analyst* в автоматизованому режимі [20]. Від дослідника необхідно лише задати правила конвертації даних з однієї шкали в іншу.

В результаті були отримані моделі ранжування показників за новоствореною шкалою, які виглядають так само, як і моделі відстаней, але кожна зона інтерполяційного покриття має вже інші значення.

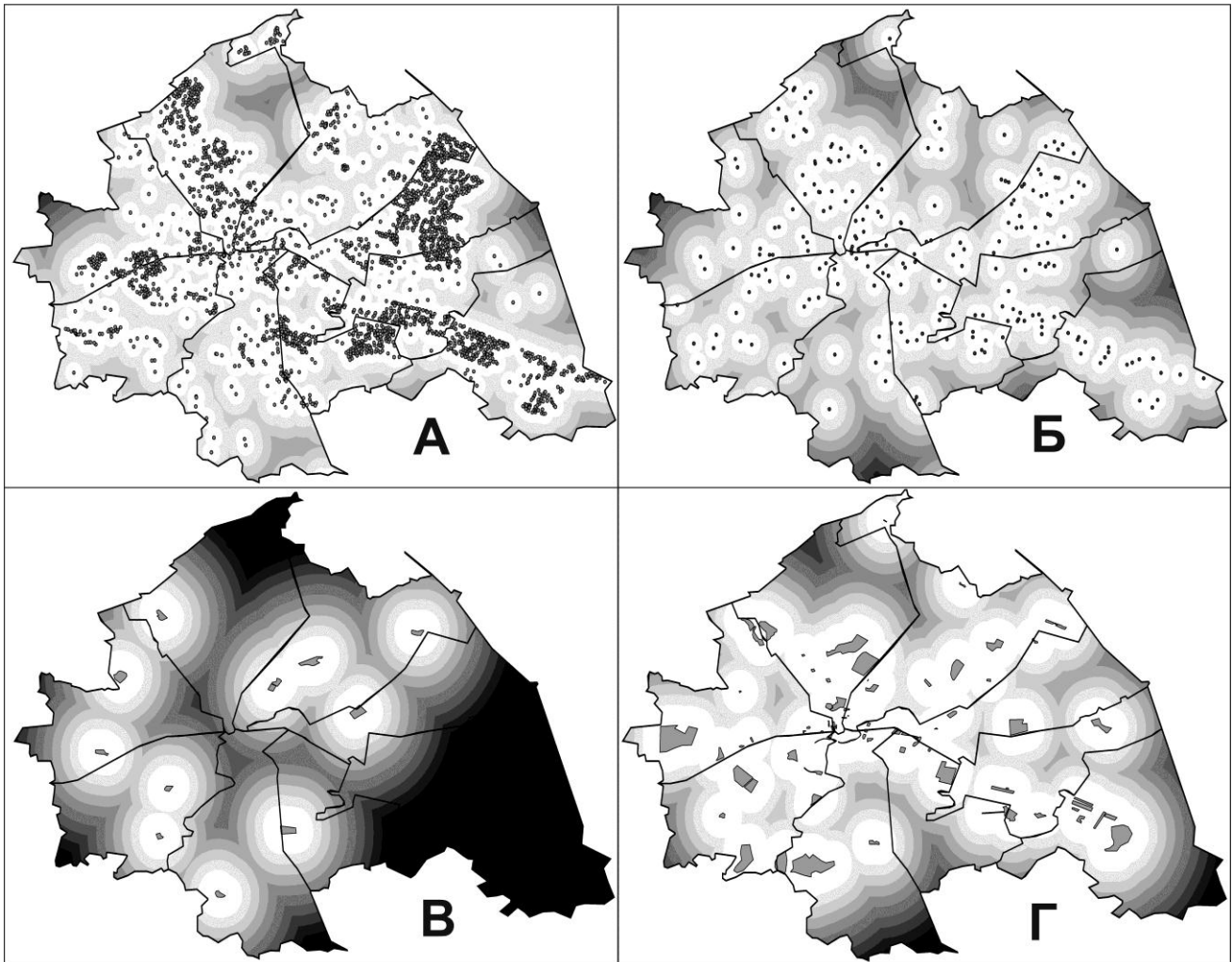


Рис. 4. Результат побудови моделей евклідової відстані для дитячих майданчиків, паркових зон, шкіл та кладовищ міста Харків

Для комбінування обрахованих показників можна скористуватись інструментом «Калькулятор растра» (*Raster Calculator*). Він дозволяє створювати і виконувати вирази алгебри карт в середовищі ArcGIS [20].

Калькулятор растра призначений для виконання однорядкового алгебраїчного виразу з використанням декількох інструментів і операторів. Якщо кілька інструментів або операторів використовуються в одному вираженні, то продуктивність цього виразу, як правило, буде вище, ніж продуктивність кожного з операторів або інструментів окремо [22]. Ідея в тому, щоб написати алгебраїчний вираз для обрахунку нових значень для пікселів поверхні, базуючись довільній кількості інших показників. В нашому випадку пропонується така формула:

*Придатність* =  $0.5 \times \text{відстань до інших шкіл} + 0.2 \times \text{відстань до кладовищ} + 0.2 \times \text{відстань до паркових зон} + 0.1 \times \text{відстань до дитячих майданчиків}$ .

Найважливішим фактором (50% ваги при обрахунку) вважається відсутність поруч інших

шкіл, що створює попит для населення. Близькість паркових зон вважається настільки ж важливою, як і віддаленість кладовищ, тому ці показники отримують по 20% ваги при обрахунку. 10% виділено для близькості дитячих майданчиків, оскільки це більше бонус, а ніж реальна перевага [6]. Результат роботи інструменту «Калькулятор растра» представлений на рис. 5.

За запропонованою формулою найбільше значення – 9.4. Це зони, які найбільш придатні для побудови нових шкіл (тобто такі, які в першу чергу знаходяться на відстані від інших шкіл). Також можна побачити тенденцію залежності обрахунку від розташування кладовищ (лінія придатності, яка проходить по території Московського, Немишлянського, Слобідського районів, знаходиться на межі найвіддаленішої від кладовищ зони). В подальшому доцільним можна вважати співставлення образованого показника придатності та щільності населення міста. Така модель реально показала би зони, в яких існує гостра недостатність шкіл в умовах високої щільності населення.

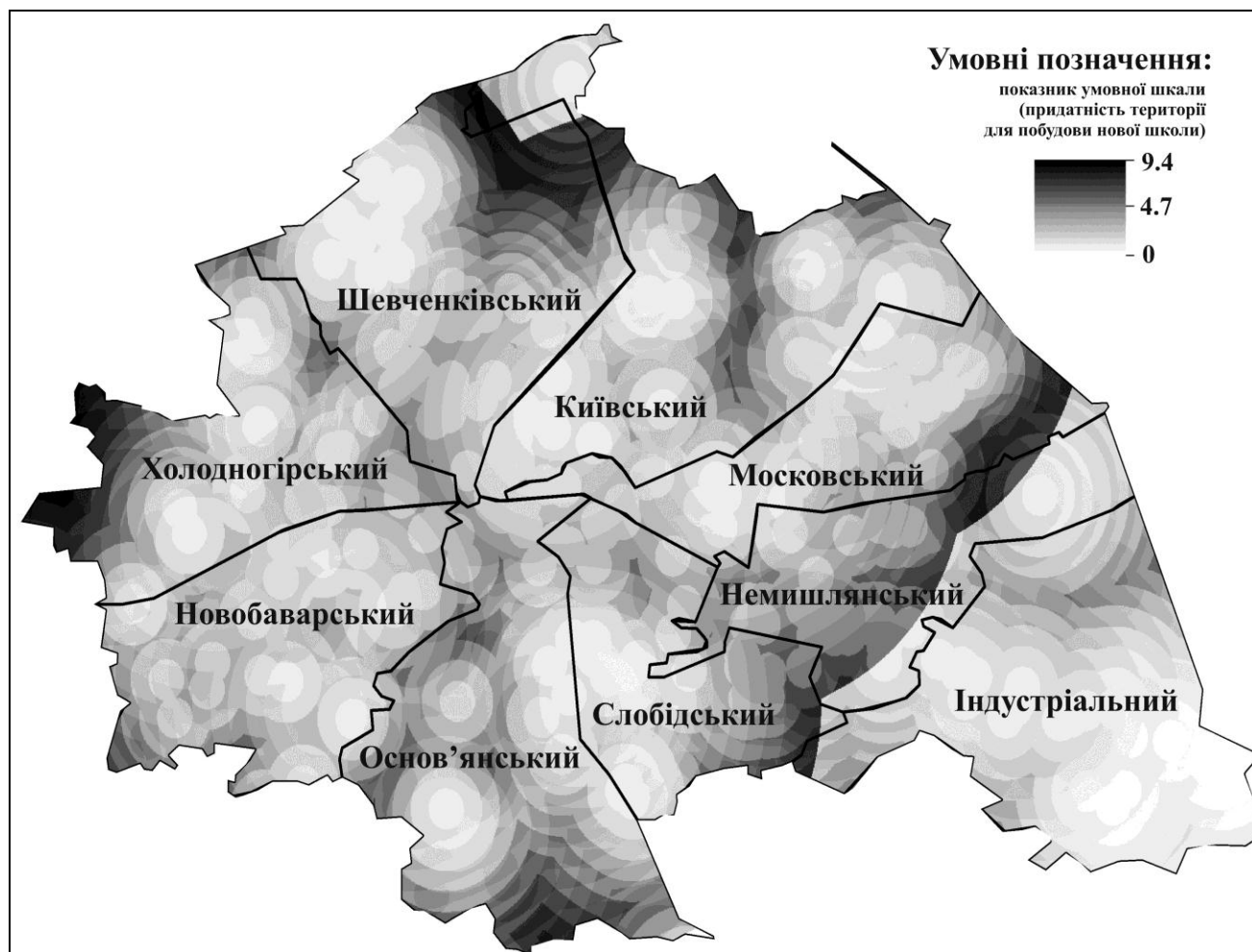


Рис. 5. Модель придатності території міста Харків для побудови нової школи

На наступному кроці необхідно перевірити результати моделі, але в нашому випадку це де-що важко зробити, оскільки вираховуваний показник придатності – відносний [9]. В більшості випадків перевірка моделі використовується для оцінки точності інтерполювання абсолютних показників. Наприклад, будується поверхня забрудненості повітря за показниками з контрольних точок, а після цього виконуються додаткові польові дослідження з метою обрахунку забруднення в нових точках та співставлення реальних значень з тими, які були отримані за допомогою моделювання.

**Висновки.** Запропонований алгоритм є лише прикладом того, як можна використати ГІС-технології для досліджень урбогеосистем, інфраструктурних особливостей міст та вирішення конкретних просторових аналітичних задач. Завдяки практично безмежним можливостям ускладнення логіки обрахунку показників можна аналізувати та співставляти фактори, які на перший погляд є

неспівставними (в першу чергу завдяки перекласифікації даних та алгебрі карт).

Розбиття задач просторового аналізу на окремі складові та виконання його в декілька етапів допомагають досліднику мислити не в розрізі того, що треба зробити, а як це треба робити. Такий концептуальний підхід може бути корисним, якщо шляхи досягнення мети не дуже очевидні.

Описаний приклад вирішення задачі пошуку придатної ділянки міста для побудови нового закладу може бути використаний для об'єктів будь-якого спрямування. Якщо виділити фактори, які впливають на оптимальність місцезонашування, та обрахувати логіку, необхідну для конвертації вихідних даних в кінцевий показник привабливості території, задача спрощується до виконання декількох математичних обрахунків та операцій моделювання, в чому може допомогти будь-яка сучасна ГІС-платформа (*ArcGIS* в першу чергу).

#### Література

1. Битюкова, В. Р. Соціально-екологічні проблеми розвитку городов Росии / В.Р. Битюкова. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 448 с.

2. Зейлер, М. Моделирование Нашего Мира. Пособие ESRI по проектированию баз геоданных / М. Зейлер. – Киев : ECOMM Co, 2004. – 254 с.
3. Костріков, С. В. Геоінформаційне моделювання природно-антропогенного довкілля. Наукова монографія / С. В. Костріков // Харків : Вид-во ХНУ ім. В. Н. Каразіна. – 2014. – С. 484.
4. Костріков, С. В. Дворівнева ГІС-модель для аналізу урбогеосистем / С. В. Костріков, О. С. Чуєв // Регіон – 2015 : Стратегія оптимального розвитку : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Харків. – 2015. – С. 20-22.
5. Костріков, С. В. Програме забезпечення ГІС для LiDAR-технології дистанційного зондування в цілях аналізу урбогеосистем / С. В. Костріков, Д. Л. Кулаков, К. Ю. Сегіда // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2014. – Вип. 19. – С. 45-52.
6. Лихачева, Э. А. Город – экосистема / Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев, М. П. Жидков и др. – М. : ИГРАН, 1996. – 336 с.
7. Мезенцев, К. В. Урбанізовані території України : причини і наслідки трансформації у пострадянський період / К. В. Мезенцев // Берегове : Вид-во Закарпатського угорського інституту ім. Ф. Ракоці. – 2012. – С. 310-317.
8. Офіційний сайт електронного довідника 2ГІС. [Електронний ресурс]. – Режим доступу :: <https://2gis.ua>
9. Тикунов, В. С. Моделирование в социально-экономической географии / В. С. Тикунов – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 280 с.
10. Чуєв, О. С. Використання електронного довідника 2ГІС та ГІС-платформи ArcGIS для дослідження інфраструктури міста / О. С. Чуєв, С. В. Костріков // Вісник Херсонського державного університету, серія «Географічні науки». – Вип. 7. – Херсон : Видавництво ХДУ. – 2017. – С. 52-62.
11. Чуєв, О. С. Оцінка через ГІС-заоби просторової диференціації благоустрою міста як функції урбогеосистеми (на прикладі м. Харків) / О. С. Чуєв, С. В. Костріков // Часопис соціально-економічної географії. – Вип. 18(1). – Харків : Видавництво ХНУ. – 2015. – С. 52-62.
12. Bailey, T. A Review of Statistical Spatial Analysis in Geographical Information Systems / T. Bailey, S. Fotheringham, P. Rogerson eds. // Spatial Analysis and GIS. Taylor & Francis. – London. – 1994. – P.13-44.
13. Berkowitz, A. R. Understanding Urban Ecosystems : A New Frontier for Science and Education / A. R. Berkowitz, C. H. Nilon, K. S. Hollweg eds. – New York : Springer-Verlag, 2005. – 523 p.
14. Bourne, L. S. Polarities of Structure and Change in Urban Systems : A Canadian Example / L. S. Bourne // Geographical Journal. – 1997. – Vol. 43. – P. 339–349.
15. Bourne, L. S. Systems of Cities : Readings on Structure, Growth, and Policy / L. S. Bourne, J. W. Simmons (Editors) – Oxford : Oxford University Press, 1978. – 565 p.
16. Boyce, D. Forecasting Urban Travel : Past, Present and Future / D. Boyce, H. Williams. – Cheltenham – Northampton : EE Publishing, 2015. – 639 p.
17. Coffey, W. J. Factors and Correlates of Employment Growth in the Canadian Urban System, 1971-1991 / W.J. Coffey, R. G. Shearmur // Growth and Change. – 1998. – Vol. 29. – P. 44-66.
18. Goodchild, M. F. Towards a general theory of geographic representation in GIS / M. F. Goodchild, M. Yuan, T. J. Cova // International Journal of Geographical Information Science. – 2007. – Vol. 21. – N. 3. – P. 239–260.
19. Kostrikov, S. Human geography with geographical information systems / С. В. Костріков, К. Ю. Сегіда // Часопис соціально-економічної географії. – Вип. 15(2). – Харків : Видавництво ХНУ. – 2013. – С. 39-47.
20. Maquire, D. GIS, Spatial Analysis and Modeling / Editors : D. Maquire, M. Batty, M. Goodchild – Redlands : ESRI Press, 2005. – 478 p.
21. Perencsik, A. ArcGIS : Building a Geodatabase / A. Perencsik, S. Woo, B. Booth. – Redlands : ESRI Press, 2014. – 355 p.
22. Simmons, J. W. The organization of the urban system / J. W. Simmons // Bourne L. S., Simmons J. W. (eds), Systems of Cities : Readings on Structure, Growth, and Policy – Oxford : Oxford University Press. – 1978. – P. 61-69.
23. Wong, C. Mapping policies and programmes: The use of GIS to communicate spatial relationships in England / C. Wong, M. Baker, B. Webb, S. Hincks, A. Schulze-Baig // Environment and Planning B : Planning & Design. – 2015. – Vol. 42, No.6. – P. 1020-1039.

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 911.52:528.92

**О. В. Бодня**, к. геогр. н, доцент,  
**А. Ю. Овчаренко**, магістрантка,  
**І. Г. Черваньов**, д. т. н., професор,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

## ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ КОРОТКОЧАСНИХ ТРЕНДІВ ЗМІНИ СТРУКТУРИ ТЕРИТОРІЇ НПП «СЛОБОЖАНСЬКИЙ» ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ PLANETSCOPE

У статті подано можливості аналізу ландшафтної структури та застосування методів поєданого використання супутникової інформації та польової зйомки на основі ГІС-технологій. Дослідження розкриває можливості використання даних космічної зйомки для потреб моніторингу унікальних водно-болотних угідь на території національного природного парку «Слобожанський». Обґрунтовано необхідність використання даних з супутника PlanetScope та розкрито можливості інструментів ArcGIS для дешифрування космічних знімків, а також подальшої посткласифікаційної обробки (зокрема генералізації результатів) та проведення оверлейного аналізу. Вивчення сучасного стану та подальший моніторинг таких вразливих та незначних за площею водно-болотних об'єктів потребує проведення детальних крупномасштабних досліджень. Проведення таких досліджень стає можливим під час роботи в полі, а також з використанням космічних знімків високої роздільної здатності. В якості таких знімків запропоновано використати дані з супутника PlanetScope, що має роздільну здатність до 3м. У ході дослідження було виявлено, попри динамічні коливання сезонного характеру, наявність трендів негативних змін площі водного дзеркала боліт і озер, а також зміну рослинного покриву внаслідок постійного висихання боліт.

**Ключові слова:** PlanetScope, ландшафтний моніторинг, національний природний парк, водно-болотні угіддя.

**О. В. Бодня, А. Ю. Овчаренко, І. Г. Черваньов. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ТРЕНДОВ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ НПП «СЛОБОЖАНСКИЙ» ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ PLANETSCOPE.** В статье представлены возможности анализа ландшафтной структуры и применения методов совместного использования спутниковой информации и полевой съемки на основе ГИС-технологий. Исследование раскрывает возможности использования данных космической съемки для нужд мониторинга уникальных водно-болотных угодий на территории национального природного парка «Слобожанский». Обоснована необходимость использования данных со спутника PlanetScope и раскрыты возможности инструментов ArcGIS для дешифрирования космических снимков, а также дальнейшей посткласификационной обработки (в частности генерализации результатов) и проведения оверлейного анализа. Изучение современного состояния и дальнейший мониторинг таких уязвимых и незначительных по площади водно-болотных объектов требует проведения детальных крупномасштабных исследований. Проведение таких исследований становится возможным при работе на местности, а также с использованием космических снимков высокого разрешения. В качестве таких снимков предложено использовать данные со спутника PlanetScope, имеющие разрешение до 3м. В ходе исследования было выявлено, что несмотря на динамические колебания сезонного характера, наличие трендов негативных изменений площади водного зеркала болот и озер, а также изменение растительного покрова в следствие постоянного высыхания болот.

**Ключевые слова:** PlanetScope, ландшафтний моніторинг, національний природний парк, водно-болотні угіддя.

**Вступ.** Можливості аналізу ландшафтної структури та застосування методів поєданого використання супутникової інформації та польової зйомки на основі ГІС-технологій неодноразово у різних аспектах досліджувалася авторами [1, 4, 5, 6, 7]. Натомість, існує й не розв'язана проблема створення й цільового використання досить складного комплексу геоданих для моніторингу територій, які швидко змінюються як у контурах, так і в змістовному наповненні ПТК – тобто своєрідній оперативній екологічній карті певних об'єктів. Ідеться, перш за все, про водно-болотні угіддя, елементи яких піддаються змінам двох типів: періодичним, пов'язаним з сезонною динамікою тепло-вологообміну й незалежними фенофазами рослинного покриву, та трендом геоecологічної обстановки під впливом причин зовнішніх.

**Мета статті:** показати результати дослідження проявів єдиного фізико-географічного процесу на об'єктах охоронюваної території через прослідковування (моніторинг) змін, які вдається зафіксувати шляхом дешифрування космічної інформації.

Її завданнями є:

- підбір найбільш ефективних (у цьому відношенні) інформаційних каналів отримання геоданих з супутникової системи сканування земних покривів;
- геоecологічна інтерпретація геоданих для вияву ландшафтної структури та характерних процесів;
- встановлення індикаторів для локального моніторингу найбільш вразливих угідь;
- узагальнення результатів, які вже отримано, й постановка подальших досліджень.



**Об'єкт.** Натурним об'єктом дослідження є територія Слобожанського національного природного парку (СНПП), що створений у західній частині Харківської області в адміністративних межах Краснокутського району.

**Науковим об'єктом** дослідження є цифрова модель місцевості, високої роздільної здатності (3 м), отримана космічним апаратом PlanetScore.

**Предметом є дослідження** можливості аналізу змін ландшафтної структури та прогнозування станів ландшафтних угруповань СНПП на рівні фацій.

**Основними методами** дослідження є аналіз дистанційної цифрової інформації та контрольні польові ландшафтні зйомки, у тому числі з інноваційним онлайн-використанням портативних побутових мобільних пристроїв (смартфонів) для трасування контурів і створення табличних баз даних. Для обробки останніх слугують мобільні ПС.

**Індикаторами є:** щодо структури ландшафту - рослинний покрив; щодо тренду змін стану території у цілому – водно-болотяні угіддя.

**Природним обмеженням** інтерпретації результатів є темпоральність: адже не вивчались результати зимових сезонів, від чого, звісно, мусить залежати водно-тепловий баланс локальних об'єктів індикації змін.

**Експлікація території.** Національний природний парк «Слобожанський» — один із наймолодших об'єктів природно-заповідного фонду України. Він був створений для збереження і раціонального використання комплексу азональних природних об'єктів Лівобережного Лісостепу України, розташований в Краснокутському районі Харківської області [13].

У природничому відношенні СНПП розташований в долині річки Мерла (притока другого порядку Дніпра), переважно у межах частини заплави, низької тераси, прирічкового схилу та частини вододільного простору [12]. Частина території СНПП містить дрібні об'єкти водно-болотних угідь у зниженій частині борової тераси, які мусили би захищатись Рамсарською конвенцією. Натомість, такого статусу вони досі не мають. Натомість, вони віднесені авторами за узгодженням зі співробітниками наукового відділу адміністрації СНПП до рідкісних ландшафтних утворень території. Такими є окремі об'єкти водно-болотних угідь - заболочені ділянки, а також озера. Ці ділянки характеризуються відносною нестійкістю, бо чутливо реагують на зміни зовнішніх умов, через що потребують особливої уваги [9, 19].

**Аналіз існуючого стану природного об'єкту.** Ландшафтна структура СНПП є в ціло-

му типовою для долин та прилеглих ділянок малих річок.

**Стан індикаторів.** Як зазначалось, у якості індикатору стану території СНПП обрано водно-болотяні угіддя. На попередньому етапі ландшафтної аналізу для складання оглядової ландшафтної карти, що була основним документом проекту СНПП [10], було встановлено межі водно-болотяних угідь. Надалі, у процесі щорічних ландшафтно-екологічних спостережень, виконуваних студентсько-аспірантським науковим загonom під керівництвом викладачів кафедри фізичної географії та картографії ХНУ із залученням співробітників парку [3, 11], було ідентифіковано рослинний покрив як основний індикатор ландшафтної структури, для чого були задіяні вилучення з відкритих баз даних космічного знімання оптичні діапазони (видиму та інфрачервону області), поєднання яких виявилось найбільш інформативним щодо ідентифікації рослинності [17]. На той час (2014-2016 рр.) використовувались зйомки середньої роздільної здатності з супутника Landsat 8.

Протягом 2016-2017 року для отримання результатів фаціальної структури території використовувались дані космічних знімків Sentinel-2. Роздільна здатність окремих каналів (band 2, band 3, band 4, band 8) – 10 м, дозволяє дешифрувати більш детально рослинний компонент [20].

У подальшому для досліджуваної території НПП «Слобожанський» було обрано космічний знімок за 22.05.17 з супутника PlanetScore для перевірки укладеною авторами методики крпномасштабного ландшафтного картографування, вибору оптимальної кількості класів та підбір інструментів та методів аналізу середовища ArcGis для проведення в подальшому систематизованих спостережень. Космічні знімки PlanetScore мають високу роздільну здатність – 3м [20]. Досліджувана територія за цей період не є захмареною (рис. 1).

Результати класифікації в подальшому конвертуються в shp-файл як складова набору даних для оверлейного аналізу для подальшого укладання карти-гіпотези.

Об'єднання атрибутивної інформації проведено, враховуючи просторові особливості розташування шарів рослинності (векторизація растрового файлу) та шейп-файли рельєфу, геології та четвертинних відкладів і ґрунтового покриву за допомогою інструменту Intersect [10].

У результаті була отримана карта рослинних угруповань, яка використана як індикатор стану території (рис. 2).

При дослідженні СНПП для створення бази



Рис. 1. Досліджувана територія PlanetScore за 22.05.17

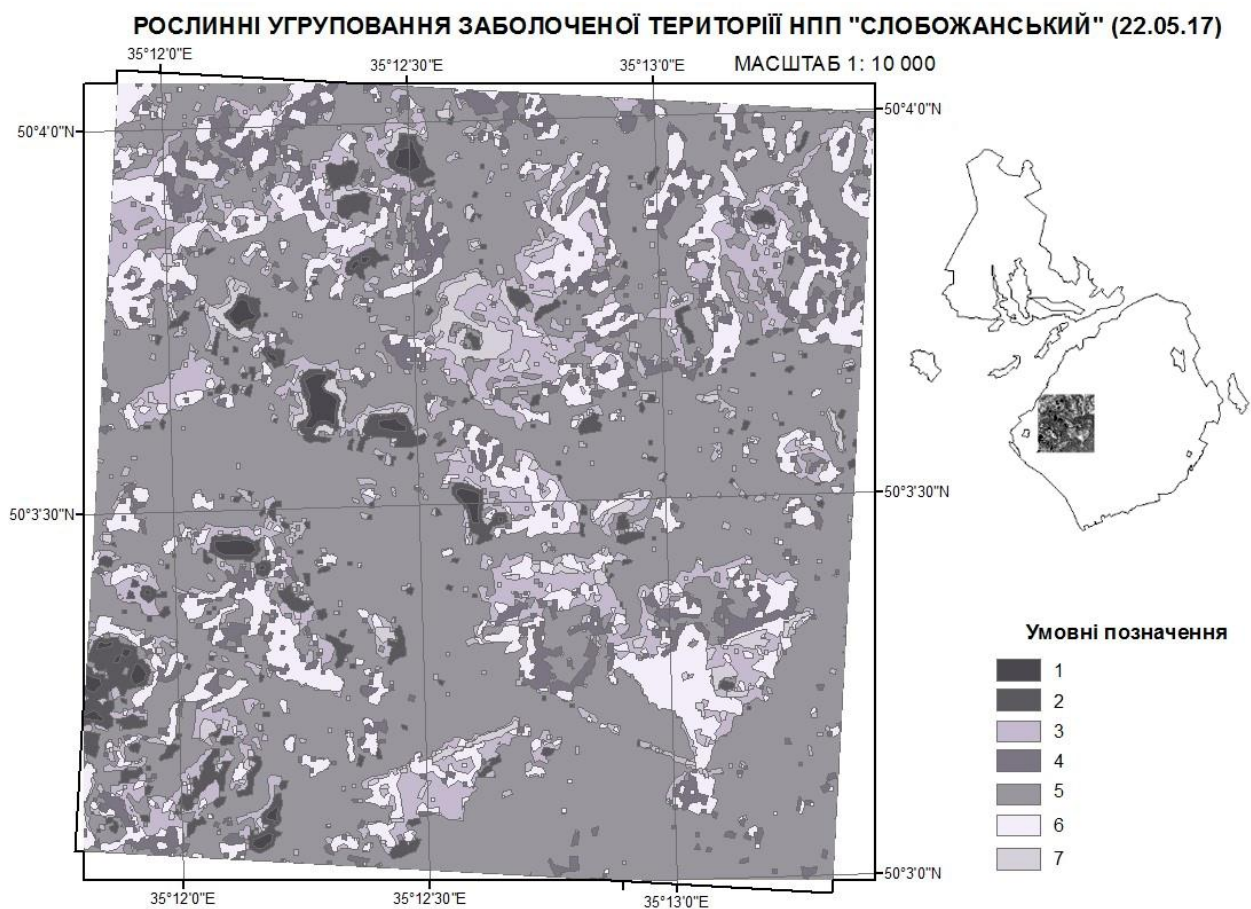


Рис. 2. Типи ландшафтів території СНПП, ідентифіковані за різновидами рослинних угруповань. Класи угруповань: 1 - відкриті водні об'єкти; 2 - заболочені території; 3 - трав'янисті угруповання; 4 - вирубки та вторинні зарості; 5 - суборі; 6 - березняки; 7 - відкритий ґрунт

даних використовували топографічну карту, геологічну карту, карту ґрунтового покриву, четвертинних відкладів на основі яких було отримано

векторні шари і укладено тематичні карти по кожному із компонентів [2].

**ЛАНДШАФТНА КАРТА-ГІПОТЕЗА ТЕРИТОРІЇ НПП «СЛОБОЖАНСЬКИЙ»**  
**МАСШТАБ 1 : 10 000**

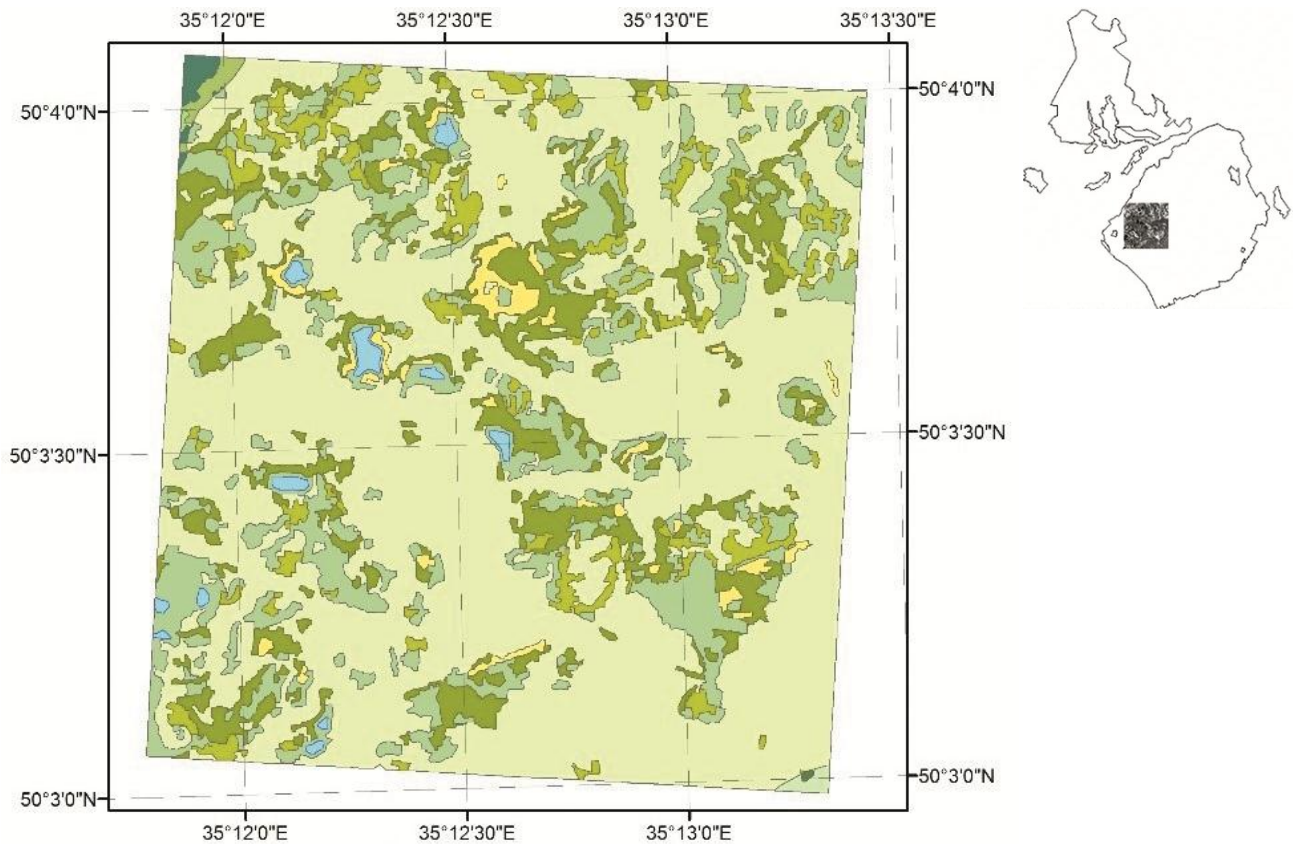


Рис. 3. Ландшафтна карта-гіпотеза території СНПП

**Умовні позначення:**

- відкрите водне дзеркало
- Ландшафтні угруповання**
- Сухі дрібногорбисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових відкладах з бором на дернових опідзолених зв'язно-піщаних і супіщаних ґрунтах
- Свіжі дрібногорбисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових відкладах з березняком на дернових опідзолених зв'язно-піщаних і супіщаних ґрунтах
- Сухі дрібногорбисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових відкладах з бором на дернових оглеєних піщаних і глинисто піщаних ґрунтах
- Сухі дрібногорбисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових відкладах з молодою сосною на дернових опідзолених зв'язно-піщаних і супіщаних ґрунтах
- Свіжі дрібногорбисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових відкладах з сосною з домішками берези на дернових опідзолених зв'язно-піщаних і супіщаних ґрунтах
- Сухі дрібногорбисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових відкладах з трав'янистою рослинністю на відкритих опідзолених зв'язно-піщаних і супіщаних ґрунтах
- Сухі слабопохилі підвищені рівнини першої надзаплавної тераси на еолово-делювіальних відкладах верхньої ланки неоплейстоцену з бором на дернових опідзолених зв'язно-піщаних і супіщаних ґрунтах
- Сухі слабопохилі підвищені рівнини першої надзаплавної тераси на еолово-делювіальних відкладах верхньої ланки неоплейстоцену з сосною з домішками берези на дернових опідзолених зв'язно-піщаних і супіщаних ґрунтах
- Сухі плоскі рівнини заплави на алювіальних відкладах з молодою сосною на дернових оглеєних піщаних і глинисто піщаних ґрунтах
- Сухі плоскі рівнини заплави на алювіальних відкладах з бором на дернових оглеєних піщаних і глинисто піщаних ґрунтах
- Свіжі плоскі рівнини заплави на алювіальних відкладах з березняком на дернових оглеєних піщаних і глинисто піщаних ґрунтах

Рис. 4. Легенда ландшафтної карти-гіпотези території СНПП

На основі попередньо отриманих даних, аналізу проводиться оверлейний аналіз. Він представляє собою «накладення» один на одного двох або більше шарів, в результаті якого утворюється графічна композиція з урахуванням атрибутивної інформації кожного з цих шарів [10].

Застосування інструментів оверлейного аналізу в ArcGIS дозволяє суттєво прискорити процес ландшафтного картографування в камеральних умовах. Задля його проведення необхідним було просторове зібрання даних векторизації та атрибутику в єдину базу геоданих. У таблиці атрибутів, що становить змістовну складову бази даних, за допомогою Calculate Geometry автоматично підраховується площа кожного контуру. Як результат було отримано ландшафтну карту-гіпотезу досліджуваної території (рис. 3, 4).

Для уникнення незначних і, можливо, помилкових виділень проводиться автоматизований процес генералізації змісту кожного тематичного зображення на основі попереднього навчання системи. Такий тип генералізації тематичного змісту проведено за критичним розміром елементарного контуру. Для цього з таблиці атрибутів автоматично видалено об'єкти з площею менше 500 м<sup>2</sup> кожний.

**Моніторинг змін за індикатором стану території.** Моніторинг у системі управління ландшафтами здійснюється за принципом циклічності, так як на етапі прогнозування він не завершується, для кожної наступної цілі він продовжується у тій самій послідовності.

Порівнянням зйомок різних часів було визначено мінливість контурів водно-болотних угідь. Більш прискіпливе дослідження включало польову зйомку на тестових ділянках. Було виявлено, попри динамічні коливання сезонного характеру, наявність трендів негативних змін [16]. Це обумовлює надалі постановку спеціальних досліджень шляхом залучення космічних матеріалів високої роздільної здатності. Такий підхід,

застосований сучасними дослідниками, є інноваційним і тому вельми перспективним.

Як загальновідомо, інтенсивність впливу на всі компоненти ландшафтів зростає. Це істотно впливає на зміну співвідношення складових радіаційного і теплового балансу, що відбивається на формуванні термічного режиму та режиму вологості повітря та ґрунту, а також на особливостях місцевої циркуляції атмосфери [18].

На сучасному етапі розповсюдження ГІС-технологій ландшафтний моніторинг часто прирівнюють до створення інформаційної бази геоданих і він характеризується описовим характером спостережуваних ландшафтних угруповань. Має бути занесена інформація окремо по кожному компоненту та зазначено особливості функціонування [14].

При ландшафтному моделюванні важливо правильно змоделювати ситуацію для оцінки цілісної картини розвитку ландшафтів на всій природоохоронній території [15].

Проведення ландшафтного моніторингу передбачає прогнозування розвитку досліджуваної території на 5-15 і більше років [8].

**Висновки.** Задача даного дослідження є вельми частковою у порівнянні з тим величезним, воістину глобальним завданням географічного осмислення й раціонального використання дистанційної інформації, яка натепер вимірюється шаленими об'ємами у багатьох сотнях терабайт. Може здатися, що така редукація від глобального до локального є некоректною. Натомість автори вважають, що вона має певний сенс. Автори намагались показати один з раціональних шляхів використання такої інформації на прикладі типової ділянки території України, що може бути у нагоді при виконанні національних наукових програм і проектів на інноваційній основі ГІС-технологій у поєднанні з кваліфікованим географічним аналізом.

#### *Література*

1. Багров М. В. Моделювання впливу місцевого земельного менеджменту на природоохоронні об'єкти / М. В. Багров, Л. Г. Руденко, І. Г. Черваньов / *Стратегія реалізації земельної реформи: матер. міжнар. конф.* 29.04.11. – Харків, 2011. – С. 29-36.
2. Байрак Г. Р. Дистанційні дослідження Землі: Навчальний посібник / Г. Р. Байрак, Б. П. Муха. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 712 с.
3. Бодня О. В. Використання ГІС-технологій в ландшафтних дослідженнях / Бодня О. В., Олійников І. А., Овчаренко А. Ю. // *Матеріали III научно-методического семінара «ГІС и заповедные территории» (30 мая - 01 июня 2015 г., Харьковская обл., Краснокутский р-н, с. Владимировка) / Под.ред. А.П.Биатова.* – Харьков, 2015. – С. 25-29.
4. Бодня О. В. Організація території об'єктів природно-заповідного фонду долини річки Оскіл засобами геоінформаційних технологій: автореферат дис...канд. геогр. н. / О. В. Бодня. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. – 20 с.
5. Боков В. А. Экологическое картографирование: электронное учебное пособие / В. А. Боков, В. А. Пересадько, И. Г. Черванев. – Симферополь, ТНУ имени В.И.Вернадского. – 2012. – 227 с.

6. Давидчук В. С. Методи ландшафтного картографування з використанням ГІС та інших комп'ютерних технологій / В. Давидчук, Л. Сорокіна, В. Родіна // Вісник Львівського національного університету. – Львів, 2004. – Вип. 31. – С. 263-270.
7. Загультська О. Ландшафтно-дистанційні дослідження: переваги, здобутки, перспективи / О. Загультська // Вісник Львівського національного університету. – Львів, 2004. – Вип. 31. – С. 277-284.
8. Кочуров Б. И. Геоэкологическое прогнозирование // Краеведство. География. Туризм // Б. И. Кочуров. – 2005. – № 23-24. – С. 11.
9. Карта природно-територіальних комплексів НПП «Слобожанський» / О. І. Сінна, керівник – О. В. Клімов. – Харків: УкрНДІ екологічних проблем, 2013.
10. Овчаренко А. Ю. Картографування ландшафтів національного природного парку «Слобожанський» з метою їх збереження / А. Ю. Овчаренко // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали IV Міжнародної наукової конференції молодих вчених (03 – 04 грудня 2015 р.). – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. – С. 127-128.
11. Олійников І. Досвід упровадження веб-технологій у картографування заповідних територій / І. Олійников, О. Сінна, О. Бодня // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії: Збірник наукових праць. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2017. – Вип.26. – С. 38-42.
12. Положення про Проект організації території національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів та об'єктів 2005 р. / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України.
13. Природно-заповідна спадщина Харківської області / [Під заг. Редакцією В.А. Токарського]. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2011. – 216 с.
14. Черванев И. Г. Геосистемные основы управления природной средой: учебное пособие / И. Г.Черванев, В. А. Боков, И. Е.Тимченко. Харьков : ХНУ имени В.Н.Каразина. – 2004. – 184 с.
15. Удовиченко В. В. Екологічний моніторинг / В.В. Удовиченко. – К. : Київ. нац. ун-т ім. Т. Г. Шевченка, 2003. – 22 с.
16. Chevanyov, I. Experiens of geoecological Monitoring of dangerous territory by remout sensing using data “LANDSAT-5” / I. Chevanyov, J. Burdun // Science and Education in Australia, America and Eurasia. – Melbourne : LADCES Press, 2014. – P. 213-219.
17. Tretyakov, O. S. Features of interpretation of plant association of national natural park “Slobozhanskiy” using Landsat 8 satellite data / O. S. Tretyakov, O. V. Vodnia, M. O. Valynska [and other] // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. – Вип. 21. – С. 73-79.
18. Zerge, A Spatially modelling native vegetation condition // Ecological Management & Restoration / A. Zerge, P. Gibbons, S. Jones [and other]. – 2006. – P. 537-544.
19. Слобожанський НПП [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://slobozhansky.livejournal.com>
20. Satellite Imaging Corporation [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.satimagingcorp.com/>

## ГЕОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ «ВІКОН» (НА ПРИКЛАДІ КРЕЙДОВИХ ВОДОЗАБОРІВ СХІДНОЇ УКРАЇНИ)

Встановлено та охарактеризовано геологічні та екологічні передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту на прикладі одних із найбільших крейдових водозаборів Східної України – Світлічанського, Житлівського та комплексу мергельно-крейдових водозаборів Харківської області. Проаналізовано геолого-гідрогеологічні, палеогеографічні, тектонічні та геоморфологічні особливості будови території дослідження. Доведено, що розвиток гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту на досліджуваній території пов'язаний із зонами тектонічних порушень, річковими долинами та безпосередніми виходами крейдових порід на денну поверхню.

Охарактеризовані основні особливості геологічної будови водотривкої товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту на Світлічанському, Житлівському та комплексі мергельно-крейдових водозаборів Харківської області (на прикладі Середньооскільського родовища питних підземних вод). Виявлено, що підземні води мергельно-крейдового водоносного горизонту на досліджуваних водозаборах належать до недостатньо захищених. З урахуванням встановлених передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» розроблена їх класифікація за такими ознаками: генезисом, площею поширення, гідрогеодинамічною та гідрогеохімічною складовою. Визначено екологічну роль гідрогеологічних «вікон» в формуванні запасів підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту на території досліджень.

**Ключові слова:** гідрогеологічне «вікно», мергельно-крейдовий водоносний горизонт, крейдові водозабори, захищеність підземних вод, водотривка товща, зона тріщинуватості, відслонення, елювії, річкова тераса.

**А. В. Кононенко. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ «ОКОН» (НА ПРИМЕРЕ МЕЛОВЫХ ВОДОЗАБОРОВ ВОСТОЧНОЙ УКРАИНЫ).** Установлены и охарактеризованы геологические и экологические предпосылки развития гидрогеологических «окон» в водоупорной толще мергельно-мелового водоносного горизонта на примере одних из самых крупных меловых водозаборов Восточной Украины – Светличанском, Житловском и комплексе мергельно-меловых водозаборов Харьковской области. Проанализированы геолого-гидрогеологические, палеогеографические, тектонические и геоморфологические особенности строения территории исследования. Доказано, что развитие гидрогеологических «окон» в водоупорной толще на территории исследований связано с зонами тектонических нарушений, речными долинами и непосредственными выходами меловых пород на дневную поверхность.

Охарактеризованы основные особенности геологического строения водоупорной толщи мергельно-мелового водоносного горизонта на Светличанском, Житловском и комплексе мергельно-меловых водозаборов Харьковской области (на примере Среднеоскольского месторождения питьевых подземных вод). Выведено, что подземные воды мергельно-мелового водоносного горизонта на исследуемых водозаборах относятся к недостаточно защищенным. С учетом, установленных предпосылок развития гидрогеологических «окон», разработана их классификация по следующим признакам: генезису, площади распространения, гидрогеодинамической и гидрогеохимической составляющей. Определена экологическая роль гидрогеологических «окон» в формировании запасов подземных вод мергельно-мелового водоносного горизонта на территории исследований.

**Ключевые слова:** гидрогеологическое «окно», мергельно-меловой водоносный горизонт, меловые водозаборы, защищенность подземных вод, водоупорная толща, зона трещиноватости, обнажение, элювий, речная терраса.

**Загальна постановка проблеми та її актуальність.** Проблема забезпечення населення якісною питною водою є однією із важливих і актуальних в сучасних умовах. Це пов'язано з тенденцією погіршення якості питних вод внаслідок активізації техногенного впливу на навколишнє природне середовище в цілому та на поверхневі і підземні води зокрема. В сучасних реаліях інтерес, з екологічної точки зору, представляють саме підземні води. Однак, підземні води в умовах техногенізації середовища також піддаються активному техногенному забрудненню. Це відбувається внаслідок впливу цілого комплексу причин. Однією із таких причин, в окремих випадках, як зазначає ряд авторів [1, 3, 5, 8, 14, 15, 26] є їх слабка природна захищеність. Як відомо, природна захищеність підземних вод визначається не тільки літологією, фільтраційними властивостями, потужністю водотривкої товщі, а й наявністю чи відсутністю в водотривких товщах специфічних локальних утворень – гідрогеологічних «ві-

кон». Саме «вікна», в окремих випадках, можуть слугувати провідниками забруднюючих компонентів в підземні води. В зв'язку з цим, підкреслимо – особливістю гідрогеологічних «вікон» є їх розповсюдженість як в верхніх, так і в нижніх водотривках, що перекривають або підстеляють водоносний горизонт. За таких умов, вплив забруднюючих компонентів на підземні води може позначатися з двох сторін. Підземні води, у цьому випадку, скоріше виступають «середовищем-заручником», в якому концентруються основні забруднюючі компоненти, які надходять «зверху» чи «знизу» через гідрогеологічні «вікна» в водотривкій товщі. Задача гідрогеологів – визначити місце дислокації гідрогеологічних «вікон», встановивши геологічні передумови їх розвитку. Таким чином, актуальність цього дослідження не викликає сумнівів та робить його вкрай важливим з практичної точки зору.

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Питанням вивчення різних аспектів природ-

ної захищеності підземних вод, в тому числі гідрогеологічних «вікон», у різний час і на різних територіях приділяли увагу як зарубіжні, так і вітчизняні дослідники – В. М. Гольдберг, Н. Крістеа, М. А. Сунцов, Ф. М. Бочевер, А. Є. Орадовська, М. М. Лапшин, Р. В. Булатов, Є. Л. Мінкін, Є. М. Споріднених, В. П. Пілатовський, В. М. Шестаков, Н. Р. Туменко, Н. Н. Веригін, В. С. Саркисян, С. Н. Бузінов, І. Д. Умрихін, В. М. Шестопалов, А. С. Богуславський, В. Н. Бублясь, І. К. Решетов, Д. Ф. Чомко, М. І. Плотников, С. Краєвський, І. В. Удалов, В. В. Яковлев, Є. О. Кошляков, Н. П. Осокіна, А. Б. Климчук, С. В. Токарев, О. А. Остроух та ін.

Загальний підхід до виділення гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах, викладений в роботах М. А. Сунцова [19] та С. М. Єлохіної [7].

Гідродинамічне вирішення питання перегікання некондиційних вод через аномальні ділянки водотриву (гідрогеологічні «вікна») встановлено В. П. Пілатовським [16], С. Н. Бузіновим та І. Д. Умрихіним [2], Ф. М. Бочевером та М. М. Лапшиним [1], Н. Крістеа [9] та ін.

Гідродинамічні основи прогнозу зміни якості підземних вод з урахуванням часу підтягування некондиційних вод до водозабору через аномальні ділянки – «вікна» розглянуті в роботах В. М. Гольдберга [4], Є. Л. Мінкіна [12], В. М. Шестакова [25], Н. Р. Туменко [21], Н. Н. Веригіна [3], Ф. М. Бочевера [1] та ін.

Найґрунтовніше в Україні проблеми оцінки захищеності підземних вод до техногенного забруднення висвітлено в монографії В. М. Шестопалова зі співавторами [26]. У ній розглянуто історію виникнення цього поняття, методи його оцінювання, основні параметри, які використовуються для аналізу, вплив зон швидкої фільтрації та міграції на ступінь уразливості підземних вод.

Роботи М. І. Плотникова та С. Краєвського [17], І. В. Удалова [22], В. В. Яковлева [28] та ін. мають направленість на захист та покращення якості підземних вод від потрапляння забруднюючих компонентів.

Методичні аспекти визначення гідрогеологічних «вікон» за гідрохімічними даними знайшли своє відображення в роботах І. К. Решетова та Д. Ф. Чомка [18, 24].

Роботи Є. О. Кошлякова [8], Н. П. Осокіної [14], А. Б. Климчука та С. В. Токарева [27], О. А. Остроух [15] та ін. направлені на оцінку захищеності та уразливості підземних вод конкретних районів.

Таким чином, питання вивчення гідрогеологічних «вікон» дуже різновекторне і викликає широкий інтерес серед дослідників завдяки не-

однозначній оцінці умов виявлення та дослідження гідрогеологічних «вікон».

**Мета статті.** Метою статті є визначення та характеристика геологічних та екологічних передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах мергельно-крейдового водоносного горизонту на прикладі крейдових водозаборів Східної України.

**Виклад основного матеріалу.** Як відомо, мергельно-крейдовий водоносний горизонт на території Східної України є одним із основних джерел питного водопостачання. Має повсюдне поширення – породи верхньої крейди плащеподібно покривають майже всю територію досліджень, за винятком відкритої частини Донбасу і його північно-західних окраїн. На вказаній території, мергельно-крейдовий водоносний горизонт інтенсивно експлуатується десятками великих і середніх водозаборів та сотнями одиночних свердловин. Складність його експлуатації визначається поширенням локальних ділянок підвищеної водопроникності як у верхньому, так і в нижньому водотривах. Зазначена характеристика може бути однією із причин погіршення якості води на водозаборах [12, 19]. Оскільки при цьому виникає небезпека природного (підтікання високомінералізованих вод «знизу») і техногенного (потрапляння забруднюючих компонентів з поверхні землі і з річковими водами) забруднення водоносного горизонту, що експлуатується.

Виявлені ділянки підвищеної водопроникності в водотривких товщах порід можуть класифікуватися як гідрогеологічні «вікна». З літературних джерел відомо, що гідрогеологічне «вікно» – локальна ділянка в перекриваючій або (та) підстеляючій водотривкій товщі, через яку відбувається більш інтенсивне перетікання забруднюючих компонентів (в порівнянні з рештою площі товщі) в досліджуваний водоносний горизонт [7].

Встановлено, що труднощі у виявленні, характеристиці та обліку гідрогеологічних «вікон» пов'язані з великим різноманіттям причин їх виникнення. Такими причинами можуть бути: літологічна, мінералогічна неоднорідність водотриву, його підвищена тріщинуватість, виклинування та ін.

Класично гідрогеологічні «вікна» визначають при бурінні свердловин за керовим матеріалом, за поглинанням промивної рідини, за рівнями води в свердловинах, пробурених на суміжні водоносні горизонти, за гідрогеохімічними показниками вод, що свідчать про надходження вод іншої якості в водоносний горизонт, який експлуатується. Ще один спосіб визначення гідрогеологічних «вікон» запропонувала С. М. Єлохіна [7]. Для прогнозу виявлення гідрогеологічних «вікон» вона застосовує методи аналізу потужнос-

тей водотриву і його коефіцієнта фільтрації. Визначати гідрогеологічні «вікна» також можна за гідрохімічними даними – спосіб Д. Ф. Чомко [24]. В основу запропонованого способу покладений факт схожості хімічного складу вод із експлуатаційного водоносного горизонту та вод із суміжних горизонтів. Зазначена особливість говорить про те, що при відсутності підтоку води із суміжного горизонту через затрубний простір, у цьому місці знаходиться гідрогеологічне «вікно».

Спираючись на дослідження С. М. Слохіної, М. А. Сунцова та ін. дослідників [1, 4, 7, 12, 19, 26] і виходячи із геолого-гідрогеологічних, палеогеографічних, тектонічних, геоморфологічних особливостей будови району досліджень здійснена спроба виділити можливі передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту. Вважаємо, що зонами найбільш інтенсивного перетоку забруднень в мергельно-крейдовий водоносний горизонт можуть бути зони тектонічних порушень, річкові долини та безпосередні виходи крейдових порід на денну поверхню. Саме з цими зонами, які широко розвинені на території досліджень пов'язуємо розвиток гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту.

На основі аналізу геолого-гідрогеологічних особливостей будови території досліджень встановлено наступне: мергельно-крейдовий водоносний горизонт перекривається та підстеляється водотривкою товщею. Зазначено, що нижнім водотривом водоносного горизонту є монолітні або слаботріщинуваті породи мергельно-крейдової товщі. На вододілах і схилах річкових долин верхнім водотривом виступають глини або монолітні опоки палеогену, а в долинах річок майже повсюдно служить підзона замулювання і цементації кори вивітрювання мергельно-крейдових порід або глинисті і мулисті різниці алювію [13].

Виходячи із палеогеографічних характеристик території досліджень встановлені основні фактори формування водотривкої товщі: для нижнього водотриву – це механічна диференціація кластогенного матеріалу при його осадженні та неотектонічні рухи, що носять успадкований характер; для верхнього водотриву основними факторами геологічного формування є глибоководні умови осадконакопичення в верхньоолігоцен-четвертинний континентальний період. Зазначені особливості обумовили накопичення потужної товщі відкладів та подальший їх розмив, перевідкладення та розущільнення з утворенням ділянок підвищеної водопроникності в водотривкій товщі – гідрогеологічних «вікон» [10].

Зазначено, що складна тектонічна будова території досліджень дозволяє говорити про мож-

ливості поширення гідрогеологічних «вікон» в зонах розвитку тектонічних порушень. Складність тектонічної будови досліджуваної території визначається її розташуванням в межах тектонічних структур регіонального значення: південно-західного схилу Воронежського кристалічного масиву, Дніпровсько-Донецької западини, Донецької складчастої споруди та зон тектонічних порушень і оперяючих їх тріщин. З'ясовано, що на зв'язок зон тектонічних порушень з зонами розвитку гідрогеологічних «вікон» вказують дві основні ознаки та ряд додаткових ознак. Перша ознака – підвищена тріщинуватість мергельно-крейдових порід в зонах розвитку регіональних тектонічних порушень; друга ознака – наявність ділянок локального підвищення мінералізації підземних вод в мергельно-крейдовому водоносному горизонті (перевищуючі ГДК для питних вод) поблизу зон тектонічних порушень, що свідчить про підток високомінералізованих вод через гідрогеологічні «вікна» в підстилаючій водотривкій товщі.

Доказом зв'язку зон тріщинуватості з зонами розвитку гідрогеологічних «вікон» є також їх висока водопроникна здатність. Зони тріщинуватості представляють собою найбільш сприятливі шляхи для інфільтрації забруднюючих компонентів в водоносний горизонт, що експлуатується. Оскільки ці ділянки відрізняються більш високими фільтраційними властивостями слабопроникних порід і можуть класифікуватися як гідрогеологічні «вікна» тріщинуватості.

В якості додаткових ознак, які вказують на наявність гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту виділено такі геологічні особливості: збільшення модуля підземного стоку, накопичення більш грубих відкладів, зменшення потужності відкладів водотривів і т.д. [5, 13, 23, 24].

Розвиток гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі мергельно-крейдового водоносного горизонту також пов'язуємо з ділянками розвитку купольних структур, оперяючих глибинний розлом по лінії Куп'янськ-Печеніги-Харків. Зв'язок зон розміщення «вікон» з купольними структурами описується розташуванням окремих локальних структур типу брахіантикліналей і пологих куполів в місцях перетину їх гідрографічною мережею. Зазначені структурні ділянки, маючи специфічну тектонічну, переважно розкриті тріщинуватість, утворюють систему зон тріщинуватості більш активного поглинання забруднюючих компонентів порівняно з іншими ділянками (гідрогеологічні «вікна»). Як приклад, до таких структур, відповідно до тектонічної схеми району досліджень, можна віднести наступні:



– Сухокам'янська структура, що перетинається долиною р. Суха Кам'янка, правої притоки р. Сіверського Дінця;

– Камишувахська структура, що перетинається системою балок і струмків в околицях с. Малої Камишевахи на правобережжі р. Сіверського Дінця;

– Куп'янська та Червонооскільська структури, що перетинаються р. Осколом;

– Нижньо-Дуванська і Попівська структури, що перетинаються р. Красною;

– Білокуракінська структура на перетині її р. Білою, правою притокою р. Айдар;

– Лозівсько-Шульгінська структура, що перетинається р. Айдар;

– Шебелинська, Червонодонецька, Співаковська, Святогірська, Нижньо-Торецька і Дроновська структури, що перетинаються р. Сіверський Донець.

Як відмічалось вище, іншою важливою ознакою, яка вказує на наявність гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах є підвищена мінералізація підземних вод в мергельно-крейдовому водоносному горизонті. Ще в 80-тих рр. минулого століття А. В. Суярко в своїх роботах [20] виділяла локальні ділянки, уздовж зон глибинних розломів, де в місцях їх перетину спостерігалися гідрогеохімічні і геотермічні аномалії. На зазначених ділянках, в найбільш ослаблених зонах в різні фази орогенічних рухів неодноразово відбувалося порушення цілісності гірських порід. Це стало причиною того, що уздовж насувів північної зони порушень (Північно-Донецького, Мар'ївського, Південного та ін.) фіксувалися гідрогеохімічні аномалії. На підтвердження гіпотези, як приклад, можна привести Житлівський водозбір, який розташований біля лінії проходження Северодонецького та Краснопопівського насувів. По даним гідрогеологічних досліджень на вказаній території фіксуються джерела розгрузки високомінералізованих підземних вод карбону і тріасу. Встановлено, що води тріасових відкладів мають приведений пластовий тиск на 0,20–0,25 МПа вище, чим води крейдових відкладів. Такий перерозподіл тисків забезпечує умови для висхідних перетоків підземних вод. Встановлено, що найбільш активно розгрузка підземних вод здійснюється в локальних прирозломних ділянках, і зокрема, поблизу Северодонецького і Краснопопівського насувів. В межах, зазначеної ділянки, на Житлівському водозборі відібрано пробу води з підвищеною мінералізацією – 1,8 г/дм<sup>3</sup> хлоридного натрієвого складу. Вказана особливість є підтвердженням розвитку гідрогеологічних «вікон» в нижньому водотриві, де підток «знизу» вод з підвищеною мінералізацією найбільш інтенсивний.

Щодо розвитку гідрогеологічних «вікон» в межах річкових долин, зазначимо, що вплив забруднення на мергельно-крейдовий водоносний горизонт позначається через алювіальний водоносний горизонт. Оскільки водоносний горизонт тріщинуватої зони крейди, розміщуючись в зоні вільного водообміну, представляє собою єдину гідравлічну систему з алювіальними, поверхневими водами р. Сіверський Донець та його притоками. Крім того, саме невелика потужність піщаних відкладів в межах річкових долин, хвилястий характер їх поверхні, висока поглинаюча здатність сприяє посиленому надходженню забруднюючих компонентів в мергельно-крейдовий водоносний горизонт [6, 13].

Відмічено, що розвиток гідрогеологічних «вікон» в межах річкових долин також пов'язаний із тріщинуватістю мергельно-крейдових порід. В долинах рік потужність тріщинуватої зони і ступінь розкриття тріщин збільшується від високих терас до заплави, в цьому ж напрямку збільшується і водопровідність крейдових порід. Ця закономірність пов'язана з вивітряннями і складними процесами розчинення і розмиву, що протікають в тріщинах під впливом діяльності підземних вод [13]. Роль водотриву при цьому виконує елювіальна товща, яка розділяє алювіальний і мергельно-крейдовий водоносні горизонти. Місцями піщаний алювій річок і днищ балок залягає на розмитій поверхні раніше відкладених порід. Саме через такі ділянки – ерозійні «вікна» здійснюється гідравлічний і фільтраційний взаємозв'язок з нижчезалягаючими водоносними горизонтами. При цьому, потужність елювіальної товщі в долинах р. Сіверський Донець, Красна, Вовча, Осколу та ін. поступово зменшується від ріки убік вододілів. Крім того, зустрічаються і локальні зміни потужності, зокрема її зменшення до повного виклинювання водотриву. Встановлено, що різке коливання потужності водотриву пояснюється двома факторами: по-перше, нерівністю поверхні накопичення відкладів; по-друге, інтенсивними ерозійними процесами [7]. В першому випадку мінімальна потужність елювію спостерігається на підняттях або уступах, у другому – в межах сучасних і древніх русел річок і стариць. Отже, при недостатній інформації про зміни потужності водотриву, нерівності в рельєфі поверхні накопичення відкладів і річкові долини (стародавні та сучасні) можуть служити вказівниками можливого знаходження гідрогеологічних «вікон».

Крім того, важливою ознакою розвитку «вікон» в водотривкій товщі є не тільки зменшення потужності елювію, але і його фаціальне заміщення з появою лінз, прошарків і гнізд матеріалу, що мають хорошу водопроникність (галька,

щербинь, пісок та ін.) [23]. Подібні фаціальні заміщення з'являються при різкій зміні умов накопичення відкладів. Тому такі «вікна» отримали назву літологічних. Через вказані «вікна» при наявності різниці напорів відбувається перетікання забруднюючих компонентів із одного водоносного горизонту в інший.

Підкреслимо, що гідрогеологічні «вікна» в долинах рік виконують роль не тільки провідника забруднення в мергельно-крейдовий водоносний горизонт, а й водночас являються областю живлення вказаного водоносного горизонту. Оскільки через такі локальні ділянки можна поповнювати запаси підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту та ще й покращувати їх якість, шляхом використання спеціальних методик, заходів. Прикладом таких методик та заходів є розробки І. В. Удалова [22] та В. В. Яковлева [28].

Ще одним варіантом геологічних передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» на території досліджень є безпосередні виходи крейдових порід на денну поверхню. Вказану ознаку можна віднести до прямої чи візуальної, що демонструє наявність «вікон» в водотривкій товщі. Відомо, що до ділянок безпосереднього виходу крейдових порід на денну поверхню належить правобережжя долини р. Сіверський Донець та лівобережні ділянки в верхів'ях приток р. Сіверський Донець. Встановлено, що виходи крейдових порід на денну поверхню пов'язані з особливостями тектонічної та геоморфологічної будови території досліджень [6]. Відмічено, що в геоморфологічному відношенні досліджувана територія

відноситься до структурно-денудаційної рівнини південно-західного схилу Середньоруської височини і Придонецького плато. Субстратом вказаної рівнини є мергельно-крейдові відклади і товща піщано-глинистих порід палеогену і неогену, що залягають на крейдових відкладах. В районі розвитку крейдових відслонень поширені ерозійно-денудаційні форми рельєфу, ускладнені брахіантиклінальними структурами, про які згадували вище. Так, наприклад, на південь від м. Ізюму, в межиріччі р. Сіверського Дінця і р. Сухого Торця, присутня велика смуга брахіантиклінальних структур (Слов'янська, Сухокам'янська та ін.), в склепінних частинах яких мезозойські (переважно крейдові мергелі), а місцями і палеозойські відклади високо підняті та розкриті ерозією. Крім того, на південь від лінії Куп'янськ-Сватово-Старобільськ поширена акумулятивна група полого хвилястих, розчленованих яружно-балочною мережею, рівнин з виходами крейдових порід на поверхню. Саме з зазначеними вище формами рельєфу пов'язуємо виходи крейдових порід на денну поверхню і як наслідок розвиток гідрогеологічних «вікон» на території досліджень (рис. 1, 2).

Охарактеризовані вище передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» апроксимуємо на крейдові водозабори Східної України (Світлічанський, Житлівський та комплекс мергельно-крейдових водозаборів Харківської області). При чому, зазначені особливості, розглянемо також і з позиції оцінки захищеності мергельно-крейдового водоносного горизонту від надходження забруднюючих компонентів в підземні води.



Рис. 1. Схил Воронезького кристалічного масиву: відслонення крейдових відкладів в долині р. Айдар (Луганщина) [23]



Рис. 2. Схил Воронезького кристалічного масиву: відслонення крейдових відкладів в долині р. Вовча (Харківщина) [23]

Світлічанський водозабір. Водонесний горизонт, що експлуатується Світлічанським водозабором приурочений до тріщинуватої вивіреної зони, обумовленої процесами карстоутворення. У верхній частині, зазначена зона мергельно-крейдових порід, зруйнована суфозійними процесами і представляє собою елювіюваний прошарок (зону замулювання), що розділяє водонесні горизонти. Потужність цієї зони не перевищує декількох метрів, а на окремих ділянках вона повністю відсутня. Це сприяє об'єднанню водонесних горизонтів на локальних ділянках досліджуваної території в єдиний водонесний комплекс. І саме ці об'єднані ділянки можна розглядати в якості гідрогеологічних «вікон».

На Світлічанському водозабірні гідродинамічна ізольованість мергельно-крейдового водонесного горизонту, як критерій природної захищеності, відпадає, тому що цей горизонт має тісний гідродинамічний зв'язок з вищезалегалими ґрунтовими водами. Відмічено, що зона аерації може виконувати роль водотриву мергельно-крейдового водонесного горизонту якщо вона представлена суглинками або глинами, тобто слабопроникними породами, достатньої потужності. На Світлічанському водозабірні зона аерації складена переважно пісками, потужністю кілька м, і тому це не є фактором, що захищає даний водонесний горизонт від забруднення. Таким чином, надійний захисний водотрив в покрівлі мергельно-крейдового водонесного горизонту відсутній. І всі вище перераховані факти свідчать про те, що на Світлічанському водозабірні мергельно-крейдовий водонесний горизонт є незахищеним.

Житлівський водозабір. Мергельно-крейдові відклади, в межах водозабору, поширені на північний схід від Северодонецького насуву. Представлені перешаруванням писальної крейди і крейдоподібного мергелю. Верхня частина мергельно-крейдової товщі перекрита слабопроникною товщею глинистих мергелів, що утворюють зону елювію, потужністю 1–5 м. Місцями елювію відсутній. Саме в цих місцях утворюються гідрогеологічні «вікна». Під елювієм розташовується зона інтенсивної тріщинуватості і водопроникності мергельно-крейдових порід, потужністю до 25–30 м. Відмічено, що верхньокрейдівий водонесний горизонт, приурочений до тріщинуватої зони – безнапірний. Однак, в місцях поширення слабопроникних елювіальних порід має напірний характер. При цьому, алювіальні відклади повсюдно перекривають мергельно-крейдові. За своїм літологічним складом алювіальні відклади неоднорідні. Представлені трьома основними фаціями: русловою, заплавною і болотно-старичною. До руслових відкладів належать нижні шари алювіальної товщі, складені дрібно-, середньо- і різнозернистими пісками з прошарками і лінзами гравію і гальки. Їх потужність 1–8 м. Взаємозв'язок поверхневих вод з підземними водами алювіальних, мергельно-крейдових водонесних горизонтів досить хороший і найбільш активно здійснюється через численні «вікна» в місцях відсутності суглинків і глин заплавної, болотно-старичної фації та елювіальних порід в покрівлі мергельно-крейдових відкладів. Отже, враховуючи всі вище зазначені особливості встановлено, що мергельно-крейдовий водонесний горизонт Житлівського водозабору є слабо захищеним.

Комплекс мергельно-крейдових водозаборів Харківської області. Вказаний комплекс розглянемо на прикладі Середньооскільського родовища питних підземних вод (Куп'янський район). Водоносний горизонт родовища, представлений щільними тріщинуватими мергельно-крейдовими відкладами. Загальна потужність горизонту 42–50 м, глибина залягання покрівлі до 25 м, напір 8–16 м. За геологічною будовою та гідрогеологічними умовами мергельно-крейдовий водоносний горизонт є недостатньо захищеним від поверхневого забруднення. На Середньооскільському родовищі, в якості верхнього водотриву виступає шар замуленої крейди («кольматаційний шар»), що недостатньо витриманий за площею та потужністю, і це сприяє виникненню гідрогеологічних «вікон». На площі розповсюдження алювіальних терас р. Оскіл, де кольматаційний шар у покрівлі тріщинуватих мергельно-крейдових відкладів місцями відсутній, забруднення мергельно-крейдового водоносного горизонту відбувається саме в цих місцях, за рахунок перетікання забруднень з товщі алювіальних відкладів.

Резюмуючи вищенаведене, визначено, що розглянуті вище водозабори за фактором захищеності підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту належать до недостатньо захищених. Цьому сприяє не тільки невелика потужність водотриву, але і його повна відсутність на окремих ділянках. Крім того, на досліджуваних водозаборах присутні всі виділені вище передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривкій товщі, а саме: вказані водозабори розміщені в межах річкових долин; річкові долини перетинають зони тектонічних порушень з оперяючими їх зонами тріщинуватості; наявні ділянки локального підвищення мінералізації підземних вод в мергельно-крейдовому водоносному горизонті поблизу зон тектонічних порушень та ін.

Зазначені вище характеристики та особливості дають підставу класифікувати гідрогеологічні «вікна» за наступними ознаками (факторами): генезисом, площею поширення, гідродинамічною та гідрогеохімічною складовою (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація гідрогеологічних «вікон»

Тип	Ознака	Типи гідрогеологічних «вікон»
I	генезис	«вікно» зони тріщинуватості
		літологічне «вікно»
		ерозійне «вікно»
II	площа поширення	локальне
		регіональне
III	гідрогеодинамічна	контур живлення
		контур розвантаження
		перетоки відсутні
IV	гідрогеохімічна	джерело покращення якості підземних вод
		джерело забруднення підземних вод
		джерело вод з якістю, аналогічною підживлюваному горизонту

I. За генезисом виділяємо три типи гідрогеологічних «вікон»: а) «вікна» зони тріщинуватості, що з'являються з розвитком тектонічної і екзогенної тріщинуватості, тяжіють до водонасичених ділянок водовміщуючих порід; б) «вікна» літологічні, пов'язані з локальним по площі фаціальним заміщенням водотривких порід, наприклад, заміна глибоководних, переважно глинистих відкладів, мілководними і більш грубими (піщаними і гравелистими); в) ерозійні «вікна», зумовлені дією екзогенних факторів, спрямованих на розмив, винос і перевідкладення порід водотриву.

II. За площею поширення виділяємо локальні і регіональні «вікна». Локальні «вікна» приурочені до невеликих ділянок розповсюдження,

пов'язуємо, наприклад, з локальними ділянками підвищення мінералізації поблизу зон тектонічних порушень. Регіональні ділянки поширення гідрогеологічних «вікон» виникають в зонах розвитку великих геологічних структур.

III. Виділення гідрогеологічних «вікон» за гідрогеодинамічною ознакою має також свої характерні особливості [2, 9, 16]. У природніх умовах виділяється три типи «вікон» за цією ознакою: а) перетікання відбувається в основний водоносний горизонт ( $H_1 - H > 0$ ); б) перетікання йде з основного водоносного горизонту ( $H_1 - H < 0$ ); в) перетікання відсутнє. Залежно від тривалості та інтенсивності відкачки (або експлуатації), «вікна» за цією ознакою можуть переходити з одного типу в інший. При достатньо тривалій та інтен-

сивній експлуатації можливий перехід всіх «вікон», що знаходяться в зоні депресії в перший тип.

IV. Гідрогеохімічна ознака – важлива ознака для прогнозу ролі «вікна» в гідрогеохімічному режимі водозабору [3, 12, 19, 21]. «Вікна» розглядаються як локальні джерела вод різної якості. Виділяється три типи джерел: а) джерело, що виступає в якості покращувача якості води, за рахунок поповнення запасів; б) джерело, через яке відбувається проникнення забруднюючих компонентів в експлуатований водоносний горизонт; в) джерело вод з якістю, аналогічною підживлюваному горизонту. В останньому випадку гідрогеохімічний прогноз не потрібен. У першому – такий прогноз виконується, якщо переслідуються мета покращити якість вод горизонту, що експлуатується. Для другого типу гідрогеохімічний прогноз водозабору обов'язковий етап в розрахунку водозабірної споруди. При цьому методика прогнозу вибирається, виходячи з гідрогеохімічної обстановки в горизонті, що експлуатується і в горизонті, що підживлює.

**Висновки.** Результатом дослідження геологічних та екологічних передумов розвитку гідрогеологічних «вікон» в водотривких товщах мергельно-крейдового водоносного горизонту (на прикладі крейдових водозаборів Східної України) стало наступне:

- 1) наведені та обґрунтовані умови формування гідрогеологічних «вікон»;
- 2) систематизовані ознаки існування гідрогеологічних «вікон»;
- 3) за змістом ознак запропонована практична

класифікація гідрогеологічних «вікон»;

4) представлені екологічні наслідки існування гідрогеологічних «вікон».

Проте зазначимо, що встановлені та охарактеризовані вище передумови розвитку гідрогеологічних «вікон» – перетин річковими долинами тектонічних структур; наявність ділянок локального підвищення мінералізації підземних вод поблизу зон тектонічних порушень; розвиток зон тектонічних порушень з оперяючими їх зонами тріщинуватості та місця розвитку купольних структур; виходи крейдових порід на денну поверхню – потребують більш пильного розгляду та подальшого більш уточненого дослідження потужності водотривких товщ на предмет наявності в них локальних ділянок інтенсивного перетікання – гідрогеологічних «вікон».

Важливим результатом дослідження є визначення екологічної ролі гідрогеологічних «вікон». Встановлено, що гідрогеологічні «вікна» можуть відігравати як негативну, так і позитивну роль.

Негативна роль гідрогеологічних «вікон» визначається через забруднення мергельно-крейдового водоносного горизонту на ділянках підвищеної водопроникності в водотривких товщах.

Позитивна роль гідрогеологічних «вікон» пов'язана з природним живленням мергельно-крейдового водоносного горизонту на цих ділянках в умовах його експлуатації. Ділянки розвитку гідрогеологічних «вікон» можуть використовуватися також для штучного поповнення запасів підземних вод та за рахунок цього покращувати їх якість.

#### Література

1. Бочеввер, Ф. М. *Защита подземных вод от загрязнения [Текст]* / Ф. М. Бочеввер, Н. Н. Лапшин, А. Е. Орадовская. – М. : Недра, 1979. – 254 с.
2. Бузинов, С. Н. *Гидродинамические методы исследования скважин и пластов [Текст]* / С. Н. Бузинов, И. Д. Умрихин. – М. : Наука, 1973. – 246 с.
3. Веригин, Н. Н. *О прогнозе качества воды в береговых водозаборах [Текст]* / Н. Н. Веригин, В. С. Саркисян. – Водные ресурсы, 1975. – 192–198 с.
4. Гольдберг, В. М. *Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения [Текст]* / В. М. Гольдберг, С. Газда. – М. : Недра, 1984. – 262 с.
5. Гольдберг, В. М. *Природные и техногенные факторы защищенности грунтовых вод [Текст]* / В. М. Гольдберг // Бюлл. МОИП, 1983. – № 2. – С. 103–110.
6. Дмитриев, Н. И. *Геоморфологическое расчленение Украины [Текст]* / Н. И. Дмитриев. – «Изд. Гос. Географического об-ва», 1934. – Т. 66. – Вып. 1. – 9–25 с.
7. Елохина, С. Н. *Использование комплексной характеристики водоупора для прогноза гидрогеологических окон [Текст]* / С. Н. Елохина, Э. М. Сродных // *Использование поверхностных и подземных вод Урала и проблема управления ими.* – Свердловск. – 1983. – С. 60–66.
8. Кошляков, О. С. *До питання вразливості питних підземних вод в межах Київської міської агломерації з урахуванням природної захищеності [Текст]* / О. С. Кошляков, О. В. Диняк, І. С. Кошлякова // *Вісник Одеського національного університету. Серія : Географічні та геологічні науки.* – 2014. – Т.19. – № 3(22). – С. 269–273.
9. Кристеа, Н. *Подземная гидравлика [Текст]* / Н. Кристеа. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – Т. 1. – 343 с.
10. Крыжановская, Г. И. *Палеогидрогеологическая характеристика Днепровско-Донецкого артезианского бассейна [Текст]* / Г. И. Крыжановская // *Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та гидрогеологии и инж. геологии.* – 1971. – Вып. 38. – С. 114–129.

11. Мартынов, А. А. Тектоника Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса [Текст] / А. А. Мартынов, В. Н. Хныкин // *Тр. УкрНИГРИ*. – 1963. – Вып. 3. – С. 35–64.
12. Минкин, Е. Л. Влияние подсосывания подземных вод на качество воды инфильтрационных береговых водозаборов [Текст] / Е. Л. Минкин // *Разведка и охрана недр*. – 1965. – № 12. – С. 41–46.
13. Немец, К. А. Влияние речной сети на развитие проницаемости мело-мергельных пород [Текст] / К. А. Немец // *Вестник Харьковского университета. Материалы по геологии, гидрогеологии и географии Левобережной Украины*. – 1982. – № 228. – С. 24–27.
14. Осокина, Н. П. Влияние разрывной тектоники на естественную защищенность подземных вод на примере Киевской области (Украина) [Текст] / Н. П. Осокина. – *Пошукова та екологічна геохімія, 2016*. – №1(17). – 9–12 с.
15. Остроух, О. А. Якісна оцінка природної захищеності підземних вод засобами ГИС [Текст] / О. А. Остроух // *Вісник Харк. нац. ун-ту імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія-Географія-Екологія»*. – 2013. – № 1049. – Вип. 38. – С. 34–38.
16. Пилатовский, Б. П. Основы гидромеханики тонкого пласта [Текст] / Б. П. Пилатовский. – М. : Недра, 1966. – 316 с.
17. Плотников, Н. Гидрогеологические аспекты охраны окружающей среды [Текст] / Н. Плотников, С. Краевский. – М. : Недра, 1983. – 74 с.
18. Решетов, И. К. Оценка структуры эксплуатационных запасов подземных вод действующих водозаборов по гидрохимическим критериям / И. К. Решетов, Ф. В. Чомко, Д.Ф. Чомко // *Материалы юбилейной научной конференции кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Воронежского госуниверситета*. – Воронеж : Изд-во ВГУ. – 1999. – С. 49–56.
19. Сунцов, М. А. Об оценке перетекания во взаимодействующих водоносных горизонтах [Текст] / М. А. Сунцов. – *Труды Всесоюз. заочного политехнического института, 1978*. – Вып. 120. – 38–43 с.
20. Суярко, А. В. К вопросу о разгрузке вод глубоких горизонтов Украинской части Большого Донбасса [Текст] / А. В. Суярко – 2-я геол. конф. «Степановские чтения». – Артемовск, 1969. – 209–212 с.
21. Туменко, Н. Р. Прогноз химического состава воды, поступающей в водозабор при их эксплуатации [Текст] / Н. Р. Туменко – В кн. : *Вопросы гидрогеологических прогнозов в связи с ирригацией земель и водоснабжением*. – Днепропетровск, 1972. – Вып. 4. – 94–118 с.
22. Удалов, І. В. Спосіб укриття низькоактивних радіаційних відходів [Текст] / І. В. Удалов, А. О. Окунь. – Патент на корисну модель № 88199. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 11 березня 2014 р.
23. Фото України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.photoukraine.com/russian/articles?id=3>.
24. Чомко, Д. Ф. Визначення гідрогеологічних вікон за гідрохімічними критеріями [Текст] / Д. Ф. Чомко // *Геологічний журнал*. – Київ, 2000. – № 4. – С. 20–24.
25. Шестаков, В. М. Смешение сточных вод в реках [Текст] / В. М. Шестаков. – *Водоснабжение и санитария техники, 1961*. – № 7. – 15–18 с.
26. Шестопалов, В. М. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции [Текст] / В. М. Шестопалов, А. С. Богуславский, В. Н. Бублясь. – К. : Научно-инженерный центр радиогидрогеоэкологических полигонных исследований. Институт геологических наук НАН Украины, 2007. – 120 с.
27. Оценка уязвимости подземных вод районов открытого карста (на примере массива Ай-Петри, Крым) [Текст] / В. М. Шестопалов, А. Б. Климчук, С. В. Токарев, Г. Н. Амеличев // *Спелеология и карстология*. – Симферополь, 2009. – № 2. – 11–29 с.
28. Яковлев, В. В. Спосіб опріснення колодязної води [Текст] / В. В. Яковлев. – Патент на корисну модель № 104259. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25 січня 2016 р.

## ГІДРОГЕОЛОГІЧНА ЗАХИЩЕНІСТЬ БУЧАЦЬКО-КАНІВСЬКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСУ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДДАБ ВІД МОЖЛИВОГО ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

В даній роботі досліджується питання сучасної гідрогеологічної захищеності питних підземних вод центральної частини ДДАБ на прикладі бучацько-канівського водоносного комплексу. З урахуванням гідрогеологічних та літологічних особливостей водоносних комплексів та водотривких порід у розрізі надр, а також на основі попередніх досліджень науковців, була розроблена багатофакторна, пристосована до даних умов методика проведення дослідження. Методика включала в себе визначення як статичних, так і динамічних складових показнику захищеності. Розрахунки та графічні побудови проводилися на 2 періоди часу – 1960 та 2015 рр. Були проаналізовані особливості гідрогеологічної захищеності водоносного комплексу у межах території робіт у дані періоди. Простежені відповідні тренди у змінах показнику за 55-ти річний проміжок часу. Визначено, що території ділянок з незахищеними та умовно захищеними підземними водами розширилися, а території захищених – навпаки, зменшилися. Найбільших змін зазнали ділянки, які знаходяться у районах впливу водозаборів великих міст регіону. Приведені причини даних процесів, головна з яких – антропогенний фактор.

**Ключові слова:** гідрогеологічна захищеність, бучацько-канівський водоносний комплекс, некондиційні води, поверхнєве забруднення, водовідбір, рівневий режим, роздільний шар, зони висхідного потоку.

**С. М. Левонюк. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ БУЧАЦКО-КАНЕВСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДДАБ ОТ ВОЗМОЖЕНОГО ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.** В данной работе исследуется вопрос современной гидрогеологической защищенности питьевых подземных вод центральной части ДДАБ на примере бучацко-каневского водоносного комплекса. С учетом гидрогеологических и литологических особенностей водоносных комплексов и водоупорных пород в разрезе недр, а также на основании предыдущих исследований ученых, была разработана многофакторная, приспособленная к данным условиям методика проведения исследования. Методика включала в себя определение как статических, так и динамических составляющих показателя защищенности. Расчеты и графические построения проводились на 2 периода времени – 1960 и 2015 гг. Были проанализированы особенности гидрогеологической защищенности водоносного комплекса в пределах территории работ в данные периоды. Прослежены соответствующие тренды в изменениях показателя за 55-ти летний промежуток времени. Определено, что территории участков с незащищенными и условно защищенными подземными водами расширились, а территории защищенных – наоборот, уменьшились. Наибольших изменений претерпели участки, которые находятся в районах влияния водозаборов крупных городов региона. Приведены причины данных процессов, главная из которых – антропогенный фактор.

**Ключевые слова:** гидрогеологическая защищенность, бучацко-каневский водоносный комплекс, некондиционные воды, поверхностное загрязнение, водоотбор, урвневый режим, раздельный слой, зоны восходящего потока.

**Актуальність.** З кожним роком все більшої актуальності набуває проблема дослідження екологічного стану питних підземних вод, так як запасів екологічно чистих підземних вод стає дедалі менше. На жаль, «головну роль» у цьому відіграє антропогенний фактор [1].

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Питаннями захищеності водоносних горизонтів та комплексів від забруднення займалися багато науковців. Це були роботи як теоретичного [2, 3 та ін.], так і практичного характеру [3-8 та ін.]. У межах території досліджень (центрально-частина ДДАБ) також виконувалися подібні роботи. Співробітниками Харківської та Кременчуцької ГРЕ КП «Південукргеологія» у 1984-1987 рр. були проведені розрахунки та складені карти природної захищеності підземних вод у межах Харківської та Полтавської областей [4-7].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** У вищенаведених роботах [4-7] враховувалися лише такі складові захищеності, як товщини водотривів у покрівлях водоносних горизонтів та комплексів, товщина зони аерації, глибина залягання ґрунтових вод та ін. Але зовсім не розглядалася така динамічна гідрогеологічна складова, як рівневий режим горизонтів та комплексів, яка може досить суттєво впли-

вати на показник. Тому дані роботи є попередньою (в основному, геологічною) оцінкою показнику захищеності підземних вод регіону. Наразі ж, у час значного впливу техногенних факторів на якість питних підземних вод, назріла нагальна потреба у більш детальній оцінці показнику захищеності перспективних для цілей водоспоживання водоносних горизонтів та комплексів.

**Мета роботи.** Основною метою досліджень було показати ступінь сучасної гідрогеологічної захищеності одного із стратегічних запасів питних підземних вод регіону – бучацько-канівського водоносного комплексу – у районі його найбільшого поширення та використання – центральній частині Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну (західна частина Харківської області та центральна, північна і східна частини Полтавської області) від можливого забруднення некондиційними водами, що залягають вище. Також були простежені відповідні тренди у змінах захищеності на протязі тривалого періоду часу (55 років, 1960-2015 рр.) у межах території робіт.

**Методика дослідження.** Методика даних робіт була обрана з урахуванням гідрогеологічних та літологічних особливостей водоносних комплексів у розрізі надр території досліджень та

слабопроникних водотривких порід, які залягають у покрівлі бучацько-канівського комплексу. Вона спирається на дослідження науковців [2, 3]. У ході робіт було використано геологічні (точний геологічний розріз) та гідрогеологічні (рівневий режим) фактичні дані по близько 500 водозабірним свердловинам, які знаходяться в центральній частині Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну [9-15]. При цьому було охоплено всі райони регіону досліджень.

В основі методики лежить суміщення ряду параметрів у середовищі графічного програмного забезпечення MapInfo у вигляді відповідних таблиць та карт. Кінцевим завданням при цьому є виконання розподілу по площі показнику захищеності водоносного комплексу у межах території досліджень. До складу параметрів захищеності комплексу входять 2 головні складові – статична та динамічна. Статична складова – незмінний за період дослідження показник – товщина роздільного шару слабопроникних порід, який залягає в покрівлі бучацько-канівського комплексу. Динамічна складова – параметр швидкості перетоку через даний роздільний шар, який змінювався за 55-ти річний період дослідження.

Автори вважають доречним визначення показнику захищеності бучацько-канівського водоносного комплексу від можливого забруднення некондиційними водами саме наступного вищезалігаючого межигірсько-обухівського комплексу, який, на відміну від досліджуваного комплексу, не має регіонально витриманого потужного водотривкого шару слабопроникних порід у покрівлі, який міг би бути надійним захистом від поверхневих забруднюючих речовин. Це призвело до поступових локальних забруднень питних вод межигірсько-обухівського комплексу на території регіону робіт.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Спочатку була проведена попередня (геологічна) оцінка захищеності комплексу за допомогою визначення товщини роздільного шару слабопроникних порід, який залягає в покрівлі бучацько-канівського комплексу та є природним захистом від можливого поверхневого забруднення. Це глини та мергелі київської світи. За результатами робіт була побудована відповідна карта мінливості товщини роздільного шару  $m_0$  в регіоні досліджень (рис. 1).

Товщина цього шару по регіону складає від 1 м до 67 м, більшість показників – близько 30 м. Карта побудована по 3 інтервалам товщин:

1) світло-сірий колір на карті – інтервал товщини 0-25 м – це так звані відносні гідрогеологічні «вікна» – займають 31,5 % території;

2) сірий колір – інтервал 25-35 м – середньофонові значення – 48 % території;

3) темно-сірий – інтервал від 35 м і більше – відносно добра геологічна захищеність – 20,5 % території.

Наступним етапом робіт було районування території досліджень на зони по показнику вертикальної швидкості перетоку  $w$  через роздільний шар. Даний показник визначався за формулою:

$$w = k_0/m_0 (H_1 - H_2),$$

де:  $k_0/m_0$  – удільна проникність порід слабопроникного водотривкого шару ( $k_0$ , м/добу – коефіцієнт фільтрації (так як даний водотрив у розрізі території робіт є доволі однорідний – щільні глини та мергелі – то показник приймався, згідно літературних даних [16], за  $10^{-4}$  м/добу;

$m_0$ , м – потужність шару);

$H_1 - H_2$  – різниця між абсолютними відмітками п'езометричних рівнів межигірсько-обухівського та бучацько-канівського водоносних комплексів відповідно.

Різниця рівнів  $H_1 - H_2$  має особливе значення. При її позитивній величині перетік через роздільний шар направлений униз (випадок живлення бучацько-канівського комплексу), а при негативній – вверх (розвантаження). В останньому випадку висхідний потік підземних вод перешкоджає низхідній міграції забруднюючих речовин із комплексу, що залягає вище, і бучацько-канівський водоносний комплекс на таких ділянках (при витриманості шару слабопроникних водотривких порід у покрівлі) в непорушених умовах можна вважати захищеним.

У період часу з 1960 по 2015 рр. у різних частинах регіону відбувався інтенсивний відбір підземних вод бучацько-канівського комплексу як за рахунок безпосереднього водовідбору із даного комплексу, так і за рахунок перетоків у водоносні комплекси, що залягають нижче. Останній процес спричинений ще більш інтенсивним водовідбором у цей період із сеноманнижньокрейдового водоносного комплексу [17]. Під впливом даних факторів відбулися локальні зниження п'езометричних рівнів підземних вод комплексу. Це призвело до збільшення у даних частинах регіону різниці  $H_1 - H_2$ , так як рівні підземних вод межигірсько-обухівського водоносного комплексу змінилися незначно [11-15].

Так як показник швидкості перетоку залежить від вищенаведеної динамічної складової – різниці рівнів – то даний показник був розрахований для різних частин регіону на 2 моменти часу – 1960 та 2015 роки. Розрахована швидкість перетоку складає: 1960 р. – від  $-3,5 \times 10^{-4}$  до  $+7 \times 10^{-4}$  м/добу; 2015 р. – від  $-2,1 \times 10^{-4}$  до  $+4,1 \times 10^{-4}$  м/добу.

Далі виконувався розрахунок та розподіл по площі показнику захищеності  $\varepsilon$ . Він залежить від



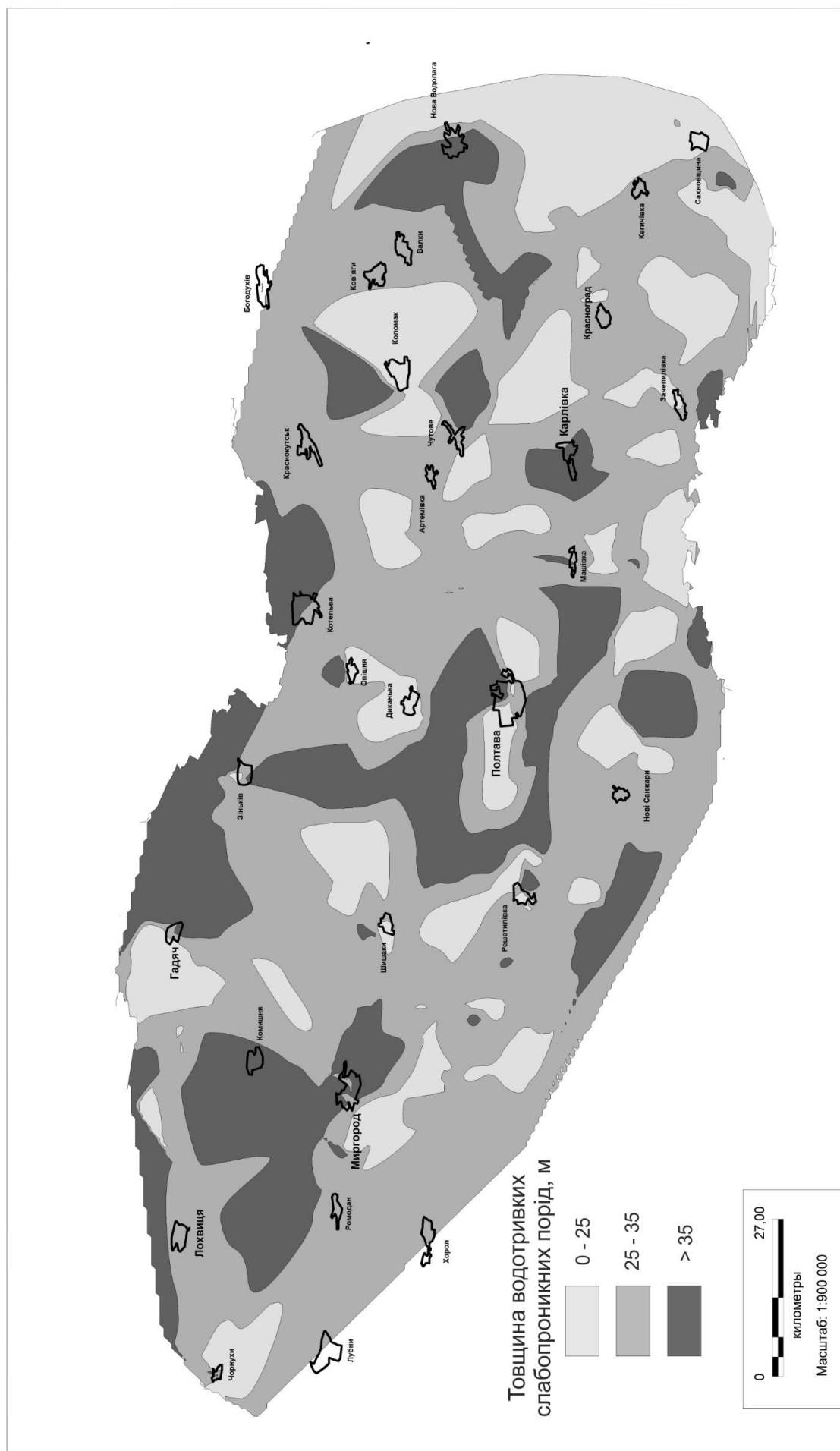


Рис. 1. Карта мінливості товщини шару водотривких слабопроникливих порід київської світи центральної частини Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну

показників  $m_0$  та  $w$ , оціночні градації яких були розроблені у ході робіт (табл. 1). Основою цієї градації є закономірне зростання показнику захищеності зі збільшенням товщини роздільного шару та зі зменшенням швидкості перетоку через нього і навпаки.

Згідно з розробленою бальною градацією показнику захищеності, територія досліджень ділиться на 3 зони у залежності від розрахованої кількості балів: від 0 до 3 балів – ділянки із незахищеним бучацько-канівським водоносним комплексом, 3-6 балів – умовно захищені ділянки, 6-9 балів – захищені ділянки. Також до захищених

ділянок відносяться зони висхідного потоку (різниця рівнів  $H_1 \leq H_2$ ) при витриманості роздільного шару слабопроникних водотривких порід.

На основі отриманих розрахованих даних, були побудовані відповідні карти гідрогеологічної захищеності бучацько-канівського водоносного комплексу від можливого забруднення некондиційними водами межигірсько-обухівського комплексу в центральній частині ДДАБ у 1960 та 2015 роках. Карта за 2015 р. приведена на рисунку 2. Розподіл території на ділянки за показником захищеності наведений у таблиці 2.

Таблиця 1

Оціночні градації складових показнику захищеності бучацько-канівського водоносного комплексу регіону робіт

Інтервал $w$ , м/добу	Інтервал $m_0$ , м							
	0-14	14-16	16-24	24-26	26-34	34-36	36-45	>45
Показник захищеності $\epsilon$ , бали								
$10^{-7} - 10^{-5}$	1	4,5	8	8,5	9	9	9	9
$10^{-5} - 10^{-4}$	0	1	2	3	4	6	8	9
$>10^{-4}$	0	0	1	2	3	4	5	6

Таблиця 2

Розподіл території регіону досліджень на ділянки за показником захищеності бучацько-канівського водоносного комплексу у 1960 та 2015 рр.

Ділянки згідно показнику захищеності	% від загальної території у 1960 р.	% від загальної території у 2015 р.	Зміни за 55 років, %
Незахищені	20	32	+12
Умовно захищені	22	28	+6
Разом	42	60	+18
Захищені	26	23	-3
Зони висхідного потоку (захищені)	32	17	-15
Разом	58	40	-18

Згідно отриманих даних, територія незахищених ділянок, які мають локальний характер та зосереджені, в основному, у східній та центральній частинах регіону, за 55-ти річний період часу розширилася на 12 %. Територія умовно захищених ділянок (розташування – східна, центральна, південна та північно-західна частини регіону) також розширилася на 6 %.

Площа ж захищених ділянок закономірно зменшилася на 18 % і наразі становить лише 2/5 загальної території робіт.

Також побудована результуюча карта змін показнику захищеності бучацько-канівського водоносного комплексу за 55 років (1960-2015 рр.) (рисунком 3), на якій чітко видно вищенаведені зміни. У межах 75 % території (світло-сірий колір на карті) показник майже не змінився – від +1 до -1 балу захищеності за 55-ти річний період. У межах 25 % площі регіону (темніші відтінки сірого) відбулися істотні зміни показнику – від -1 до -

10 балів захищеності. При чому істотні зміни відбулися лише в сторону зменшення захищеності.

Причини даних змін у наступному. Як уже зазначалося вище, у період часу з 1960 по 2015 рр. відбувався інтенсивний відбір підземних вод бучацько-канівського комплексу як за рахунок безпосереднього водовідбору із даного комплексу, так і за рахунок перетоків у водоносні комплекси, що залягають нижче. Останній процес активізувався за рахунок ще більш інтенсивного водовідбору у цей період із сеноман-нижньокрейдового водоносного комплексу [17]. Найбільш значні водовідбори спостерігалися у великих містах (Полтава, Миргород, Красноград, Гадяч та ін.). Під впливом даних факторів відбулися локальні зниження п'єзометричних рівнів підземних вод комплексу. Це призвело до збільшення у цих частинах регіону показнику вертикальної швидкості перетоку  $w$  через роздільний шар, тому що рівні підземних вод межигірсько-обухівського водоно-

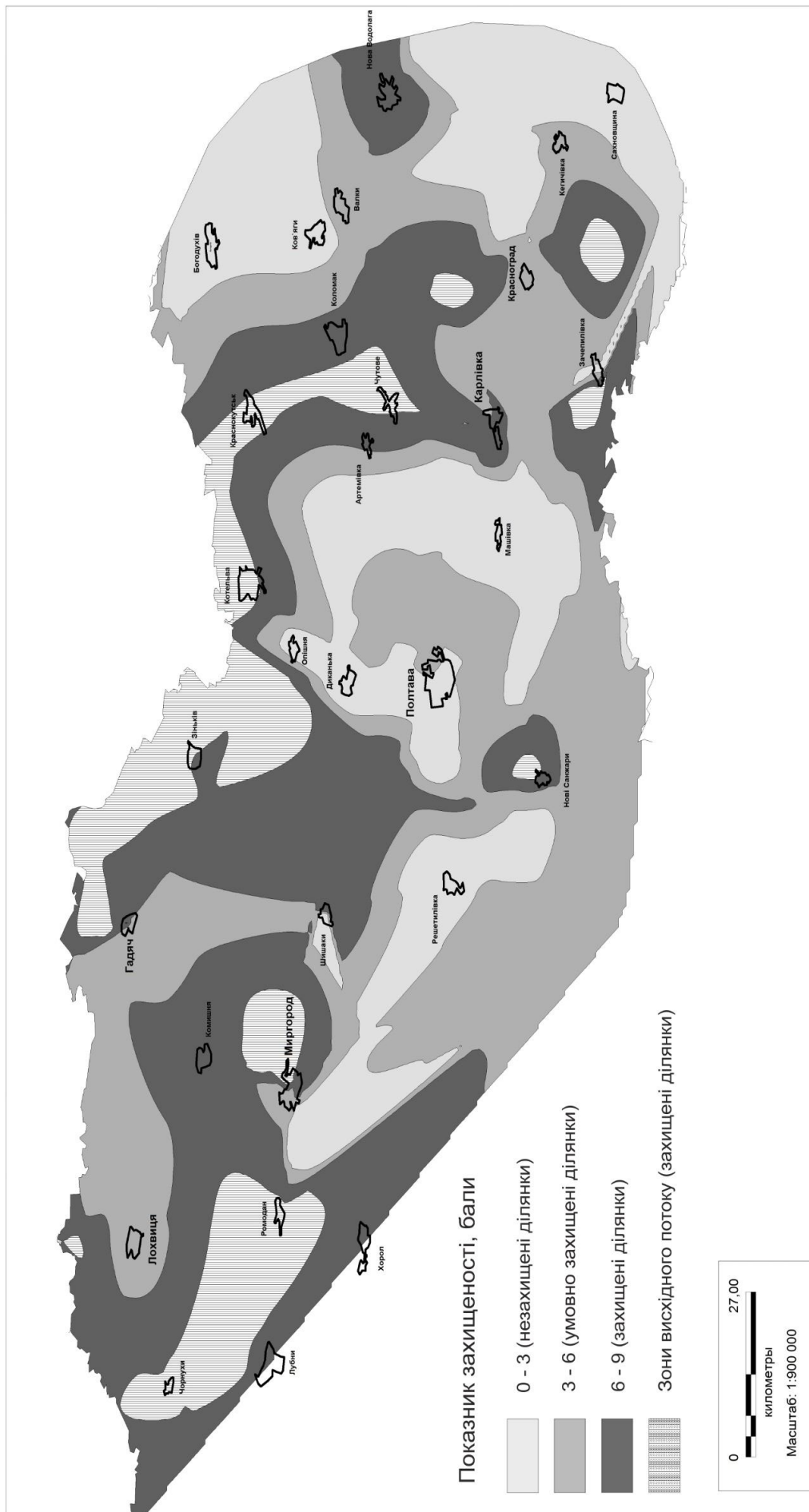


Рис. 2. Карта показнику гідрогеологічної захищеності буцацько-канівського водоносного комплексу центральної частини Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну у 2015 р.

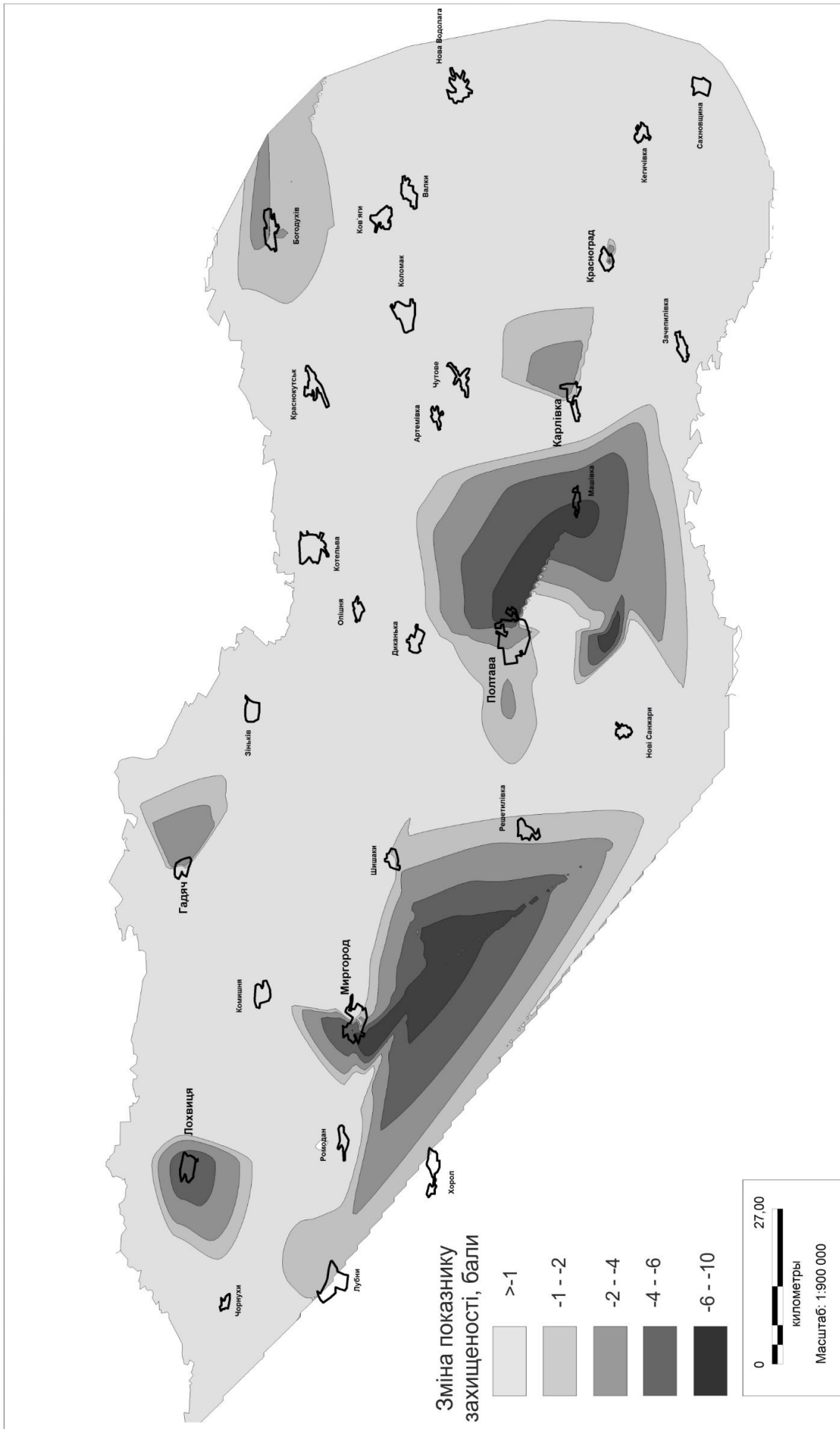


Рис. 3. Карта змін показнику гідрогеологічної захищеності буцацько-канівського водонесного комплексу центральної частини Дніпровсько-Донецького басейну за період 1960-2015 рр.

сного комплексу змінилися незначно [11-15]. Це позначилося й на змінах показнику захищеності в регіоні у бік його погіршення. Найпомітніші зміни (зони темного кольору на рис. 3) відбулися під впливом водозаборів міст Полтава, Миргород, Лохвиця, Гадяч, Карлівка, Богодухів.

**Висновки.** Авторами були проведені роботи по оцінці сучасної гідрогеологічної захищеності бучацько-канівського водоносного комплексу у районі його найбільшого поширення та використання – центральній частині Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну – від можливого забруднення некондиційними водами наступного вищезалігаючого межигірсько-обухівського комплексу. До методики оцінки було включено як визначення статичної складової – товщини роздільного шару слабопроникних порід, який залягає в покрівлі бучацько-канівського комплексу, так і динамічної – параметру швидкості перетоку через даний роздільний шар. Дана методика при оцінці захищеності в цьому регіоні була використана вперше.

Також були простежені відповідні тренди у змінах захищеності на протязі тривалого періоду часу (55 років, 1960-2015 рр.) у межах території робіт. Згідно отриманих даних, можна зробити наступні висновки:

- за 55-ти річний період площа територій з незахищеними та умовно захищеними підземними водами бучацько-канівського водоносного комплексу сумарно збільшилася з 42 % до 60 %, площа захищених – зменшилася з 58 % до 40 %;

- істотні зміни показнику захищеності відбулися на 1/4 території робіт, в основному – в районі впливу водозаборів таких міст, як Полтава, Миргород, Лохвиця, Гадяч, Карлівка, Богодухів;

- головною причиною даних змін є антропогенний фактор – на протязі даного періоду часу значний об'єм відбору підземних вод із, в основному, бучацько-канівського та сеноман-нижньокрейдового водоносних комплексів у великих містах регіону.

#### Література

1. Левонюк, С. М. Зміни показнику захищеності підземних вод бучацько-канівського водоносного комплексу центральної частини ДДАБ / С.М. Левонюк // Тези доповіді на IV Науковій конференції з міжнародною участю «Гідрогеологія: наука, освіта, практика», 1-3 листопада 2017 р. – Х. : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2017. – 54-57 с.
2. Гольдберг, В. М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды / В. М. Гольдберг. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1987. – 248 с.
3. Шестопалов, В. М. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции / В. М. Шестопалов, А. С. Богославский, В. Н. Бублясь. – К. : Институт геологических наук НАН Украины, 2007. – 120 с.
4. Карта естественной защищенности подземных вод Полтавской области м-ба 1:200 000 (отчет о работах, выполненных Кременчугской ГРЭ в 1980-1982 гг.) : отчет о НИР (закл.) / Кременчугская ГРЭ треста «Укрюжгеология»; отв. исп. Л. А. Микитчук. – Дн., 1982. – 169 с.
5. Карта естественной защищенности подземных вод Украины, м-б 1:200 000, 1987 г. Полтавская обл. : отчет о НИР (закл.) / Кременчугская ГРЭ треста «Укрюжгеология»; отв. исп. Л.А. Микитчук, А.Е. Терентьева. – Новая Галециня, 1987. – 28 с.
6. Отчет о результатах работ по составлению карты условий защищенности подземных вод по Харьковской и Сумской областям УССР за 1979-1982 гг. : отчет о НИР (закл.) / Харьковская ГРЭ треста «Укрюжгеология»; отв. исп. И. Н. Каменская, Б. Н. Чопык. – Х., 1983. – 242 с.
7. Карта естественной защищенности подземных вод УССР м-ба 1:200 000. Харьковская обл. 1987 г. : отчет о НИР (закл.) / Харьковская ГРЭ треста «Укрюжгеология»; отв. исп. Б.Н. Чопык. – Х., 1988. – 35 с.
8. Остроух, О. А. Закономірності змін хімічного складу ґрунтових вод Чоп-Мукачівського басейну : автореф. дис. канд. геол. Наук : 04.00.06 / О. А. Остроух ; ХНУ ім. В. Н. Каразіна. – Х., 2016. – 20 с.
9. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Полтавской области. В 3-ех томах / составители Г. П. Марченко, Л. Е. Кутащенко, Л. Н. Алейникова и др.; гл. ред. А. Е. Бабинец. – М., 1965. – 950 с.
10. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Харьковской области. В 3-ех томах / составители М. М. Костюченко-Павлова, С. П. Яндола, Э. Г. Белогорская и др.; гл. ред. А. Е. Бабинец. – М., 1968. – 900 с.
11. Ведення АІС ДВК, держоблік та вивчення режиму підземних вод у зонах впливу водозаборів на території Сумської, Харківської та Полтавської області, 1996-2000 рр. : звіт з НДР (закл.) / Харківська КГП КП «Південукргеологія»; відп. викон. В. В. Педан. – Х., 2002. – 150 с.
12. Звіт про результати робіт по оцінці стану прогностичних ресурсів та експлуатаційних запасів питних та технічних підземних вод на території Полтавської області, виконаних Кременчуцькою ГРЕ в 2000-2003 рр. : звіт з НДР (закл.) / Кременчуцька ГРЕ КП «Південукргеологія»; відп. викон. В. І. Лега. – Дн., 2003. – 140 с.
13. Ведення АІС ДВК, державного обліку використання підземних вод, моніторингу ресурсів та запасів підземних вод на території Сумської, Харківської та Полтавської областей, 2001-2005 рр. : звіт з НДР (закл.) / Харківська КГП КП «Південукргеологія»; відп. викон. К. І. Бережна. – Х., 2006. – 135 с.

14. Оцінка стану прогнозних ресурсів та експлуатаційних запасів питних та технічних підземних вод на території Сумської, Харківської та Полтавської областей: звіт з НДР (закл.) / Харківська КГП КП «Південукргеологія»; відп. викон. Н. В. Барабанова. – Х., 2007. – 145 с.
15. Узагальнення матеріалів АІС ДВК, державного обліку використання підземних вод та кадастру пошуково-розвідувальних і експлуатаційних свердловин на воду в межах території діяльності підприємства: звіт з НДР (закл.) / КП «Південукргеологія»; відп. викон. І. С. Панікарська. – Дн., 2016. – 170 с.
16. Справочное руководство гидрогеолога. Т. 1 / под ред. В. М. Максимова. – 3-е издан. – Л.: Недра, 1979. – 512 с.
17. Детальная разведка подземных вод участков водозаборов № 6 и № 7 для водоснабжения г. Полтавы, выполненной Кременчугской ГРЭ в 1980-1983 гг.: отчет о НИР (закл.) / Кременчугская ГРЭ треста «Укрюжгеология»; отв. исп. Н. Т. Швыдь, Ю. А. Терентьев. – Дн., 1983. – 250 с.
18. Камзіст, Ж. С. Гідрогеологія України: навч. посібник / Ж. С. Камзіст, О. Л. Шевченко. – К.: ІНКОС, 2009. – 614 с.
19. Гидрогеология СССР. Т. 5. Украинская ССР / под ред. Ф. А. Руденко. – М.: Недра, 1971. – 614 с.
20. Климентов, П. Динамика подземных вод / П. Климентов, В. Кононов – М.: Высшая школа, 1985. – 200 с.

УДК 556.38:628.1

**В. М. Прибилова**, к. геол. н., доцент,  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В статті проаналізовано оцінку впливу техногенних джерел забруднення підземних вод на території Харківської області. Промисловість Харківської області відіграє значну роль у виробництві України, тут розташовано понад 1200 промислових підприємств, що говорить про надзвичайно високий рівень індустріалізації, що спричиняє утворенню значних обсягів відходів промислового виробництва і негативно впливає на екологічний стан навколишнього середовища. Надано характеристику впливу найбільш значних об'єктів Харківської області, що несуть можливу загрозу підземним водам, а отже і водозаборам, що їх експлуатують. На підставі даних хімічного складу підземних вод водоносних горизонтів в зоні впливу техногенних джерел за довготривалий період спостережень були зроблені відповідні висновки, щодо забруднення. До екологічно небезпечних значних та значних стаціонарних джерел серед міст Харківського регіону, що досліджуються, належать: Зміївська ТЕС (м. Зміїв) – є найбільшою електростанцією в області – виробництво теплової та електроенергії на базі органічного палива; «Хімпром» (м. Первомайськ) – виробництво хімічної продукції: хлору, полівінілхлориду, дихлорантину, хімічних засобів захисту рослин; ВАТ «Балцем» (м. Балаклія) – виробництво цементної продукції; ГПУ «Шебелінкагазвидобування» – виробництво (добування) вуглеводів; Дергачівський полігон твердих побутових відходів та багато інших.

**Ключові слова:** техногенні джерела, забруднення, підземні води, Харківська область, водозабір, екологічні проблеми, навколишнє середовище, геологічний моніторинг.

**В. Н. Прибылова. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.** В статье проанализированы оценку влияния техногенных источников загрязнения подземных вод на территории Харьковской области. Промышленность Харьковской области играет значительную роль в производстве Украины, здесь расположено более 1200 промышленных предприятий, говорит о чрезвычайно высоком уровне индустриализации, вызывает образование значительных объемов отходов промышленного производства и негативно влияет на экологическое состояние окружающей среды. Охарактеризованы влияния наиболее значимых объектов Харьковской области, несут возможную угрозу подземным водам, а следовательно и водозаборов, их эксплуатируют. На основании данных химического состава подземных вод водоносных горизонтов в зоне влияния техногенных источников за долговременный период наблюдений были сделаны соответствующие выводы, относительно загрязнения. К экологически опасным крупным и значительным стационарным источникам среди городов Харьковского региона относятся: Змиевская ТЭС (г. Змиев) - является крупнейшей электростанцией в области - производство тепловой и электроэнергии на базе органического топлива; «Химпром» (г. Первомайск) - производство химической продукции: хлора, поливинилхлорида, дихлорантина, химических средств защиты растений; ОАО «Балцем» (г. Балаклея) - производство цементной продукции; ГПУ «Шебелинкагаздобыча» - производство (добыча) углеводородов; Дергачевский полигон твердых бытовых отходов и многие другие.

**Ключевые слова:** техногенные источники, загрязнение, подземные воды, Харьковская область, водозабор, экологические проблемы, окружающая среда, геологический мониторинг.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день велика кількість екологічних проблем залишається не тільки не вирішеною, але навпаки збільшується із року в рік. Насамперед, це пов'язано з впливом людини на збалансовану природу, розширенням промислового й сільськогосподарського виробництва. І як наслідок всього цього – вплив техногенних факторів забруднення на довкілля, недотримання балансу у сполучних ланцюгах природи, що призводить до непоправ-

них наслідків. Проблема охорони природного середовища ускладнюється ще й тим, що у природи немає меж, які б перешкоджали міграції забруднюючих речовин з одного регіону в інший, що призводить до екологічної шкоди більш значних масштабів.

Ще на початку ХІХ століття академік В.І. Вернадський розглядав виробничі функції людини як велику руйнуючу силу, яка обумовила новий етап еволюції біосфери, що він розцінював

як появу ноосфери, тобто сфери розуму. Цей етап характеризується важливою геохімічною особливістю, суть якої полягає у появі непритаманних природному середовищу речовин [7].

**Метою статті** є оцінка впливу техногенних джерел забруднення підземних вод на території Харківської області.

**Аналіз попередніх досліджень.** На сьогоднішній час кількість несприятливих природно-антропогенних процесів значно збільшилась, що пов'язано зі зростанням антропогенного навантаження на довкілля. Значної зміни зазнали природні компоненти, викликані впливом на довкілля як природних, так і антропогенних факторів. Накопичення таких порушень природного середовища становить реальну загрозу для життєдіяльності людини й викликають суттєве погіршення екологічної та господарської ситуації. Геологічна діяльність людини розглядалася в працях багатьох провідних учених, таких як А. Говард, К.І. Лукашева, О.П. Виноградова та багатьох інших.

Питання, пов'язані із вивченням забруднення підземних вод, якісного складу, міграції забруднюючих речовин у підземних водах, охорони підземної гідросфери, було широко висвітлено у працях російських учених – В.М. Гольдберга, В.А. Мироненка, С.Л. Шварцева, Е.В. Піннекера, Ф.І. Тютюнова, Б.Г. Самсонова, Ф.М. Бочевера, К.Е. Питської, В.М. Швеця, Ю.Е. Саста, українських авторів – В.М. Шестопалова, А.Ю. Лукіна, М.С. Огняника, Е.О. Яковлева, А.О. Сухореброго, Г.І. Рудько, В.І. Лялько, І.К. Решетова, В.О. Терещенко, В.Г. Суярко та багатьох інших. Значну увагу було приділено цій проблемі в роботах зарубіжних авторів – Ж. Фріда, Р.С. Гарельса, Р. Хора, Дж. Дривера та інших [2, 10, 11, 12, 13, 18].

**Виклад основного матеріалу.** В статті для оцінки впливу техногенних джерел забруднення підземних вод була досліджена Харківська область, промисловість якої відіграє значну роль у виробництві України і випускає десятку частину всієї промислової продукції країни. Все це негативно впливає на екологічний стан навколишнього середовища. Потужні підприємства важкої індустрії на території Харківського регіону, які мають у своєму складі зношені та технічно застарілі цехи й виробництва, утворюють значні обсяги відходів промислового виробництва, що, в свою чергу, обумовлює несприятливий екологічний стан у містах області, такий як хімічне забруднення повітря, ґрунтів, підземних вод.

Нерозв'язаною залишається проблема відходів. Вже зараз накопичено відходів 34800 тис. т. Утилізовано відходів у власному виробництві складає лише 359 тис. т. Невпинно зростає кількість токсичних відходів. Зараз зареєстровано 470 видів відходів з визначеними хімічним скла-

дом та фізичними властивостями. Щорічно в Харківській області утворюється понад 3000 тис. м<sup>3</sup> твердих побутових відходів житлового сектору. Найбільша кількість відходів утворюється в м. Харкові, Харківському, Балакліївському, Дергачівському, Вовчанському районах та містах обласного підпорядкування – Ізюмі, Куп'янську, Лозовій. У Харківській області налічується 68 основних звалищ твердих побутових відходів загальною площею 2,2 тис. га. В цілому по Харківській області за рахунок утилізації почалося скорочення кількості накопичених відходів [6].

Найбільш небезпечним антропогенним процесом є забруднення водних об'єктів. Із оборотними водами до навколишнього природного середовища, перш за все до поверхневих водних об'єктів, надходить велика кількість забруднюючих речовин. На сьогодні відомі десятки тисяч різних забруднюючих речовин, що утворюються у виробничих процесах та під час життєдіяльності людини, які можуть потрапляти до поверхневих вод. З усієї кількості таких речовин державною статистикою України враховується лише 77 основних їх видів. Під впливом антропогенних процесів поверхневі води змінюють свої природні фізико-хімічні властивості. Одним з найбільш небезпечних наслідків є забруднення поверхневих вод оборотними водами, які характеризуються значним забрудненням [9,4, 5].

Джерелами зосередженого забруднення підземних вод на території, що досліджувалась, є, головним чином, великі промислові підприємства, які за родом своєї діяльності, по-перше, використовують воду у значних обсягах і, як наслідок, мають великі об'єми стічних вод, по-друге, де очищення та видалення рідких відходів з різних причин пов'язане із суттєвими труднощами. Подібні ділянки являють собою територію, залучену до виробничого циклу. Це відстійники, шламонакопичувачі, ставки-теплообмінники, кар'єри, під'їзні площадки, склади, місця захоронення різноманітних відходів, і т.п. [15].

Джерела розосередженого забруднення характерні, головним чином, для сільської місцевості, де протягом тривалого часу в сільському господарстві застосовувались у значних кількостях пестициди і мінеральні добрива. Можна говорити про ймовірне нагромадження в зоні аерації та перших від поверхні водоносних горизонтах хлорорганічних пестицидів, які повільно розкладаються, а також рідкоземельних елементів, що містяться у складі фосфорних добрив. Крім того, оскільки у переважній більшості населених пунктів відсутня централізована каналізація, вони також, у певній мірі, належать до цих джерел [1, 19, 20].

На території Харківської області виділяють кілька значних об'єктів, що несуть можливу загрозу підземним водам, а отже і водозаборам, що їх експлуатують. Це, перш за все, Зміївська ТЕС, Первомайський "Хімпром", Балаклійський ЦШК, Шебелинський ГПЗ ГПУ "Шебелинкагазвидобування", пункт захоронення радіоактивних відходів в с. Пересічна Дергачівського району, Дергачівський полігон ТПВ та деякі інші діючі промислові підприємства [14, 16].

Згідно існуючої системи структурного підрозділу об'єктів ГПУ "Шебелинкагазвидобування" у межах області виділяється 2 промисли: Шебелинський та Єфремівський. До кожного промислу відноситься певна кількість газоконденсатних родовищ (ГКР), на яких працюють установи з комплексної переробки газу (УКПП), які є потенційними джерелами забруднення підземних і поверхневих вод.

Техногенне проникнення в межах цих площ досягає глибини у кілька тисяч метрів, знаходяться в роботі та законсервованому стані тисячі свердловин, деякі з них являють собою потенційні канали перетоків підземних вод і проникнення вуглеводнів до приповерхневої гідролітосфери.

Загальна довжина трас тільки магістральних трубопроводів перекачування газу і конденсату складає 216 км. Тут також можливі небезпечні викиди газу і витоки конденсату.

Потенційними джерелами забруднень підземних і поверхневих вод є можливі витоки нафтопродуктів з установок комплексної переробки газу та газоконденсату, газоконденсатопроводи, експлуатаційні газоконденсатні свердловини, а також можливе порушення технології бурових робіт при бурінні газоконденсатних та водних свердловин.

Прикладом реалізованої загрози є ситуація, яка склалася на території Шебелинського відділення з переробки газового конденсату в с. Андріївка Балаклійського району.

**Шебелинське відділення з переробки газового конденсату та нафти (ШВПГКН).** Розташоване в Балаклійському районі Харківської області, у минулому мало назву Шебелинський газопереробний завод (ГПЗ).

На початку травня 1983 року були одержані дані відносно забруднення ґрунтових вод, які містяться у четвертинних пісках, вуглеводнями в районі Шебелинського газопереробного заводу. В окремих колодязях селища Андріївка була виявлена поява бензину.

Товщина шару вуглеводнів у свердловинах спостережної мережі складала від 0,01 м до 1,16 м. У північно-західній частині зони забруднення навіть було повне заміщення ґрунтових вод ша-

ром вуглеводнів. В результаті технологічних витоків був утворений техногенний поклад нафтопродуктів.

Спеціально створена комісія прийшла до висновку, що причинами цих забруднень є об'єкти та системи Шебелинського газопереробного заводу (каналізаційна система технологічних приладів та сировинного парку, ставки-випаровувачі, технологічні трубопроводи, резервуари нафтопродуктів). Була розроблена низка заходів щодо усунення причин забруднення ґрунтових вод: було замінено значний парк резервуарів для зберігання нафтопродуктів, ліквідовані ставки-випаровувачі, винесені на наземну естакаду технологічні продуктопроводи, знов збудована система збору та розділення промислових стоків та інші заходи.

Також були вжиті заходи щодо ліквідації техногенного покладу та встановлення зони забруднення. Для визначення площі та потужності вуглеводневого шару над ґрунтовими водами, напрямку руху вуглеводнів було пробурені 148 спостережних свердловин. Для вилучення вуглеводнів були створені підземні експлуатаційні труби-фільтри, підземні ємності та шахтні колодязі.

Але прийняті заходи на той час виявились не зовсім ефективними і тому за пропозицією УкрНДІГазу – організації, що здійснює моніторинг стану підземних вод на спостережній мережі свердловин, у районі селищного кладовища було створено протифільтраційний бар'єр ("стінка в ґрунті") для запобігання подальшого розповсюдження забруднення в південному напрямку з подальшим вилученням вуглеводнів при накопиченні перед цим фільтраційним бар'єром [8].

В результаті прийнятих заходів площа техногенного покладу та зони забруднення за ствердженням фахівців УкрНДІГаз та Шебелинського технологічного цеху зменшилась з 82 га до 43 га.

Проте перевірка дотримання вимог природоохоронного законодавства, вказала на наступні грубі помилки в проведенні геологічного моніторингу та робіт з усунення вуглеводневого забруднення підземних вод:

1. виявлений значний дефіцит інформативних спостережних свердловин - досить великі площі забруднення контролюються поодинокими свердловинами. Контури забруднення проведені в деяких місцях між свердловинами, які знаходяться в зоні забруднення або вказані як не відремонтовані;
2. контрольне обстеження спостережних свердловин, які за даними звітів не відносяться до зони забруднення і за даними яких було проведено оконтурювання цієї зони, виявило, що всі проби води візуально мають вміст фракцій вуглеводнів - плівку товщиною кілька міліме-



трів, характерний досить відчутний запах нафтопродуктів, колір води - чорний, в одній свердловині - жовтий. Подібне зафіксоване в 10 свердловинах, які згідно всіх звітів не відносяться до зони забруднення;

3. велика та приблизно постійна товщина шару нафтопродукту в районі північно-західної частини території підприємства, а також поява нафтопродуктів навіть у січні і лютому 2001р. свідчать про існування постійного джерела витікання нафтопродуктів; на цій ділянці поруч з існуючим підприємством є резервуарний парк Балаклійської нафтобази із старими резервуарами, де відсутні спостережні свердловини;
4. у деяких свердловинах у північно-західній частині зони техногенного покладу, у районі можливих витоків нафтопродуктів, підземні води відсутні і їх повністю заміщують вуглеводні. Це свідчить про значне порушення природного режиму формування ґрунтових вод і інтенсивність витоків нафтопродуктів;
5. "стінка в ґрунті", створена для перешкоджання забруднення ґрунтових вод у районі кладовища вниз по потоку, виявилася неефективною і тому вуглеводні перетікають за її межі. Тобто постійно існує забруднення підземних вод у західній частині селища Андріївка та нижче за потоком, де вони дренуються в озеро Козине, відкрите в річку Сів. Донець;
6. у с. Андріївка, у зв'язку з низькою якістю та забрудненням ґрунтових вод, населення переходить на використання підземних вод мергельно-крейдяного водоносного горизонту. У зв'язку з тим, що положення рівнів у мергельно-крейдяному горизонті нижче на 7-15 м, ніж у ґрунтовому горизонті, та відсутня надійна ізоляція в затрубному просторі свердловин, має місце низхідне перетікання ґрунтових забруднених вод, що збільшується при роботі свердловин. Таких свердловин у селищі налічується кілька десятків. По цих каналах вірогідне проникнення до горизонту з високоякісними прісними питними водами мергельно-крейдяного горизонту, що використовується для централізованого водопостачання, солонуватих, жорстких ґрунтових вод, забруднених нітратами, нафтопродуктами, отрутохімікатами. Слід очікувати забруднення вод у всіх водозаборах на мергельно-крейдяний горизонт у межах с. Андріївка, а також нижче за потоком, де розташований груповий водозбір Шебелинського ВПГКН в долині р. Сів. Донець. Єдина можливість збереження якості питних вод мергельно-крейдяного горизонту - ліквідувати шляхом тампонажу всі свердло-

вини, що пробурені без надійної ізоляції від ґрунтових вод.

Подібні ситуації з масштабним забрудненням геологічного середовища і горизонтів питних вод можливі у межах контурів Шебелинського, Волохівського, Борисівського, Єфремівського та Безпалівського газоконденсатних родовищ, особливо на ділянках установок з комплексної переробки газу, а також уздовж трас конденсатопроводів і продуктопроводів [17].

**Полігон захоронення промислових стоків (ПЗПС) ДП Первомайський «Хімпром».** Розташований на південній околиці м. Первомайський Харківської області, є потенційним забруднювачем підземних вод. В недалекому минулому ДП Первомайський "Хімпром" випускав низку хімічних сполук, які використовуються як протруйники насіння, фунгіциди, пестициди, знезаражувачі, поверхнево-активні речовини і т. ін. у кількості більш 300 тис. т на рік. Один з компонентів сировини - хлорид натрію - добувається свердловинним способом на площі робіт (Єфремівське родовище). У районі комбінату також розташований полігон закачування рідких промислових стоків. Протягом останніх кількох років виробництво на заводі майже повністю зупинене.

Полігон був споруджений протягом 1970-1974 рр. і являє собою систему з 5 нагнітальних і 19 спостережних свердловин, що забезпечували безперервне захоронення стоків, контроль за їхнім просуванням по горизонту-колектору і контроль за станом вищезалігаючих водоносних горизонтів.

Закачування промстоків проводилося з жовтня 1974 р. по травень 1997 р. у піщані відклади сребрянської світи нижнього тріасу, розкриті на ділянці полігону на глибині 1615-1657 м. Загальна потужність пісковиків, які служать горизонт-колектором для промстоків, складає 110-140 м. Верхнім водотривом являється глиниста товща протопівської світи верхнього тріасу потужністю 165 м. У природному стані води тріасового водоносного горизонту характеризуються як високомінералізовані, непридатні для використання в народному господарстві. Це розсоли з мінералізацією 130-140 г/дм<sup>3</sup>, за складом хлоридні натрієві з високим вмістом йоду (до 2 мг/дм<sup>3</sup>) і бромом (до 75 мг/дм<sup>3</sup>).

Промстоки за складом являють собою високомінералізовані води з вмістом солей до 29,7 г/дм<sup>3</sup>. Це безбарвна, незапальна, токсична, мінералізована, освітлена, нейтральна за показником рН, електропровідна рідина з температурою замерзання від - 1,5 до - 0,7°C при тиску 760 мм ртутного стовпчика.

Порушення гідрохімічного режиму альб-сеноманського водоносного комплексу у районі полігону захоронення промстоків набуло чітких ознак забруднення в середині 90-х років минулого сторіччя, коли в спостережних свердловинах С-23/4100 та Р-19/4101 в кілька разів підвищилася концентрація хлоридів та натрію. За даними хімічних аналізів вода альб-сеноманського водоносного комплексу в спостережних свердловинах С-23/4100 і Р-19/4101 по типу була гідрокарбонатно-хлоридна кальцієво-натрієва і хлоридна натрієва відповідно з мінералізацією 0,9 і 1,3 г/дм<sup>3</sup> [17].

Проведений аналіз гідрогеологічної обстановки в районі ПЗПС вказує на те, що основною причиною зростання мінералізації в останні роки в бучацькому і альб-сеноманському водоносних горизонтах є не безпосередній вплив стоків, а збільшення пластового тиску в триасовому і юрському водоносних горизонтах, що приводить до підйому рівнів і перетікання солоних вод через кородовані обсадні труби свердловин до цих горизонтів. В даний час виміри рівнів здійснюються тільки в свердловинах спостережної мережі, розташованих безпосередньо на території полігону закачування. За гідрохімічним режимом спостереження повністю припинені на початку двотисячних років.

У безпосередній близькості від центру нагнітання ПЗПС, в 1,5 і 3,5 км на північний схід відповідно, розташовані водозабори ДП «Хімпром» і Первомайського КВУВКГ, які працюють на затверджених запасах альб-сеноманського водоносного комплексу. У 2014 р. розрахунковий контур розтікання промстоків у горизонті-колекторі в плані перекривав ділянку водозабору ДП «Хімпром» і досягав водозабору Первомайського КВУВКГ (стоки просунулися за даними розрахунків від центра нагнітання на відстань 3636 м).

За результатами хімічних аналізів на водозаборах ДП «Хімпром» та Первомайського КВУВКГ за період закачування промстоків (1974-1997 рр.) постійного зростання мінералізації не спостерігається (0,95 г/дм<sup>3</sup>-1978 р., 0,72 г/дм<sup>3</sup>-1993 р.).

З огляду на складну гідрохімічну обстановку в районі водозабору і нестабільний хімічний склад підземних вод, необхідно регулярно (не рідше 1 разу на місяць) контролювати якісний склад води в кожній експлуатаційній свердловині, розширивши перелік компонентів хімічного складу, що визначаються, відповідно до ДержСанПіН 383-97 «Вода питна».

**Зміївська ТЕС.** Розташовується поблизу сел. Комсомольське та Лиман Зміївського району

Харківської області, золівдвал Зміївської ТЕС – на північно-західній околиці сел. Лиман.

Димові викиди і золошлакові відходи містять широкий спектр елементів-забруднювачів. Сумарний викид за всі роки існування ТЕС по деяких елементах орієнтовно складає: Be -140 т, V - 4300 т, Cr - 3900 т, Cd - 400 т, Se - 440 т, Th - 380 т, U - 210 т, S -  $2.1 \times 10^7$  т.

Золовідвал Зміївської ТЕС, споруджений на місці озера Лиманські Ямки, займає площу 350 га і є місцем накопичення золи і шлаку, які транспортуються від печей ТЕС гідравлічним способом по трубопроводах. Абсолютні позначки природної западини, на місці якої був розташований золівдвал, складала 85-87 м. Перші шари золи заповнювали озерно-болотну западину, відчленовану від озера Лиман. При досягненні позначки 88 м навкруги Лиманських Ямок була збудована гребля, яка дозволила складувати золошлаки до позначки 92 м на площі 350 га. На початку 90-х років по тілу золівдвалу була споруджена нова гребля і нині заповнення ведеться до позначки 96м. Планується заповнювати золівдвал щонайменше до позначки 98 м.

Територія золівдвалу з півночі, сходу і заходу межує з житловою забудовою с. Лиман, з південного сходу розташована водойма-охолоджувач оз. Лиман, з південного заходу – оз. Чайка, з півдня – орні землі. Золовідвал експлуатується з 1966 р. Проектний обсяг золівдвалу складає 27 млн. м<sup>3</sup>. В теперішній час він заповнений майже повністю. На сьогоднішній день накопичено більше 25 млн. тон золошлаків.

Тіло золівдвалу обводнене, вода відстоюється у ячеях і повертається до системи гідротранспорту. Ложе золівдвалу не має гідроізоляції, що спричиняє забруднення ґрунтових вод і підтоплює село Лиман, існуючий обвідний дренажний канал не вирішує проблем підтоплення прилягаючої території.

Озеро Лиман, природна позначка урізу води якого складала 88 м, для потреб Зміївської ТЕС було заповнене водою Сіверського Дінця до позначки 91 м і об'єму 50 млн. м<sup>3</sup>. В такому вигляді воно використовується як водойма-охолоджувач. Для зменшення жорсткості води в озері з ріки Сіверський Донець забирається значна кількість води. Річкова вода використовується також для поливу земельних угідь.

У результаті штучного підняття рівня води в озері Лиман на 3 м і обводнення золівдвалу має місце зарегулювання озер Лиманської групи, а отже і всієї системи поверхневих і ґрунтових вод на прилягаючій до ТЕС території. В умовах слабкої природної дренажності території вплив підпору золівдвалу і зарегульованих озер Чайка і Комишувате, а також підйом рівнів ґрунтових вод

на зрошуваних землях привели до підтоплення прилягаючих територій сел. Лиман і Нова Єгорівка і погіршення якості ґрунтових вод.

Підземні води в зоні впливу Зміївської ТЕС представлені ґрунтовими водами верхньочетвертинних алювіальних відкладів, ґрунтовими водами техногенних відкладів золівдвалу і міжпластовими водами еоценового і палеоценового водоносних горизонтів. Водовмісні породи представлені четвертинними суглинками і пісками, палеогеновими опокоподібними алевролітами, пісковиками і пісками [3].

Ґрунтові води четвертинних горизонтів традиційно використовувалися населенням для господарсько-питних потреб. Однак, лише в окремих випадках ці води задовольняють діючому ДержСанПіН 383-97 «Вода питна». У районі золівдвалу Зміївської ТЕС і прилягаючих ділянок ґрунтові води піддаються забрудненню під впливом фільтрації забруднених вод, а також у результаті зниження захисної ролі зони аерації в умовах підтоплення.

У ґрунтових водах алювіального горизонту під золівдвалом і за його контуром виявлені Al, Cd, Hg, Sr, Mo у кількостях, які перевищують ГДК ДержСанПіН 383-97 «Вода питна» у 2-5,4 рази. Забруднення простежуються також безпосередньо в промисловій зоні і прилягаючих ділянках. В районі Зміївської ТЕС у міжпластових водах на глибинах 70-90 м виявлено високий вміст кадмію і ртуті (до 2,5-5,0 ГДК). Природа підвищених вмістів кадмію і ртуті в міжпластових водах на глибинах 70-90 м вимагає свого вивчення ще і з тієї причини, що централізоване водопостачання в даному районі ґрунтується на використанні, в тому числі, і палеоцен-крейдового водоносного комплексу. Зроблений аналіз підземної води з мергельно-крейдового водоносного горизонту на Бішкінському водозаборі Зміївської ТЕС, розташованому в 3 км від потенційної зони забруднення (золівдвал) не виявив перевищень ГДК по жодному інгредієнту.

**Кар'єр розробки крейди Балаклійського цементно-шиферного комбінату (ЦШК).** Балаклійський ЦШК - найбільше джерело лужного пилу, що випадає в радіусі багатьох кілометрів. У виробничий цикл залучені великі площі під крейдові кар'єри, під'їзні колії, склади, площадки сировини. Відкачується значна кількість підземних вод з водоносного горизонту верхньокрейдяних відкладів, у тому числі і для зниження рівня води в кар'єрі з видобутку крейди, розташованого біля с. Мілова.

Крейдний кар'єр знаходиться в Балаклійському районі Харківської області, на землях АТ «Росія», на правому схилі балки Крейдової, що

з'єднується з правим берегом р. Сів. Донець, на захід від с. Мілова.

Розвідані запаси цементної сировини Шебелинського родовища служать сировинною базою для Балаклійського цементно-шиферного комбінату, віддаленого від кар'єру на 8,0 км на північний схід. При відпрацюванні кар'єру був розкритий і здренований мергельно-крейдяний водоносний горизонт.

В результаті експлуатації родовища цементної сировини, відбулося зниження рівня мергельно-крейдяного водоносного горизонту на 47 м, що призвело до утворення значної гідравлічної депресії, порушення природного гідродинамічного режиму унаслідок змін умов живлення і розвантаження підземних вод. У сучасному стані розвантаження здійснюється в бік кар'єру, а колишня область розвантаження – долина р. Сів. Донець перетворилася на додаткову зону живлення.

Оскільки для сусідніх населених пунктів мергельно-крейдяний водоносний горизонт залишається одним з основних джерел водопостачання, питання зміни гідродинамічного режиму і поширення депресійної воронки вимагає спеціального вивчення.

**Харківський державний міжобласний спецкомбінат (ХДМСК) Українського державного об'єднання «Радон».** Структурними підрозділами ХДМСК є: пункт захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ) та станція дезактивації (СД).

В 2000 р. був зафіксований аномальний (на 2 порядки вище нормативів ДБН) вміст тритію в ґрунтових водах на глибині 20-25 м під ємністю сховища радіоактивних відходів. Відомча мережа охоплює забруднену зону в ґрунтових водах, спостереження за нею не дають достатнє уявлення про вертикальну міграцію крізь відносний водотрив, представлений 10 м шаром олігоценних глин.

**Пункт захоронення радіоактивних відходів** розташований в лісовому масиві урочища «Пересічне» Дергачівського району на відстані 23 км від межі м. Харкова. За рішенням Харківського облвиконкому від. 21.01.59 р. для розміщення ПЗРВ відведені землі в розмірі 6 га в безстрокове користування. Навколо ПЗРВ встановлена санітарно-захисна зона радіусом 1 км і зона спостереження радіусом 5 км. Територія ПЗРВ має огорожу з сітки-рабиці та колючого дроту.

Результати контролю свідчать, що радіаційна обстановка у виробничих підрозділах ХДМСК та на прилеглий території не зазнала істотної зміни в порівнянні з попередніми роками і залишається, в основному, стабільною. Перевищень контрольних вимірів не зареєстровано.

Здійснюється контроль за вмістом тритію в підземних водах у безпосередній близькості до осередку забруднення та в навколишньому середовищі. Аналіз результатів досліджень вказує на те, що радіаційний стан на ПЗРВ стабілізувався, збільшення концентрації тритію в підземних водах не відмічається. На станції дезактивації водопостачання здійснюється по 2 вводам від міського водопроводу, на ПЗРВ – із двох артезианських свердловин (1 з них резервна). Водозабір, як і об'єкт в цілому, постійно охороняється. Санітарна зона у задовільному стані. Умови водокористування згідно дозволу на спецводокористування виконуються.

За умов дотримання існуючих норм розміщення та зберігання відходів, а також охорони навколишнього природного середовища, стан підземних вод залишатиметься стабільним й надалі.

**Дергачівський полігон ТПВ.** За результатами обстеження нагорних водовідвідних каналів, дренажних споруд та спостережних свердловин встановлено:

- нагорний канал № 1 не має твердого покриття, дно засмічене та заросло травою, у нагорний канал відбувається розвантаження фільтрату, що сприяє забрудненню оточуючого середовища;
- канал № 2 не має твердого покриття, дно не сплановане, засмічене, фільтрат накопичується у зниженнях та поступово проникає в ґрунти; майже на всьому протязі нагорний канал № 2 є зоною розвантаження та накопичування фільтрату, що викликає забруднення поверхневих вод. Таким чином, водозбірна площа більше за 2 км<sup>2</sup> не має стоку, при цьому поверхневі води інфільтруються під звалище, сприяючи забрудненню ґрунтових вод;
- дренажні споруди для відведення фільтрату в багатьох місцях засипані сміттям та ґрунтом. Реальний об'єм фільтрату, що накопичується значно перевищує той, що вивозиться;

- спостережні свердловини на водоносні горизонти в обухівських та бучацьких відкладах загальною кількістю 5 знаходяться у задовільному технічному стані, окрім свердловини № 5, яка пробурена на бучацький водоносний горизонт і на час обстеження була засмічена. По результатах хімічних аналізів проб води, відібраних зі свердловин, зафіксоване забруднення горизонту в обухівських відкладах, однак площу забруднення виявити неможливо внаслідок малої кількості свердловин.

Якщо не будуть прийняті заходи щодо покращання існуючого стану, в найближчий час очікується:

- формування фільтратом постійного водотoku по тальвегу балки в межах м. Дергачі з розвантаженням в р. Лопань;

- забруднення бучацького та мергельно-крейдяного водоносних горизонтів, що використовуються для централізованого водопостачання м. Дергачі.

**Висновок.** Промисловість Харківської області відіграє значну роль у виробництві України, тут розташовано понад 1200 промислових підприємств, що говорить про надзвичайно високий рівень індустріалізації. Такий рівень індустріалізації спричиняє утворення значних обсягів відходів промислового виробництва, що негативно впливає на екологічний стан навколишнього середовища. До екологічно небезпечних значних та значних стаціонарних джерел серед міст Харківського регіону, що досліджуються, належать: Зміївська ТЕС (м. Зміїв) – є найбільшою електростанцією в області – виробництво теплової та електроенергії на базі органічного палива; «Хімпром» (м. Первомайськ) – виробництво хімічної продукції: хлору, полівінілхлориду, дихлорантину, хімічних засобів захисту рослин; ВАТ «Балцем» (м. Балаклія) – виробництво цементної продукції; ГПУ «Шебелінкагазвидобування» – виробництво (добування) вуглеводів; Дергачівський полігон твердих побутових відходів та багато інших.

#### Література

1. Алексеенко, В. А. Экологическая геохимия [Текст] / В. А. Алексеенко. – М. : Логос, 2000. – 627 с.
2. Питьевые подземные воды стратегический природный ресурс XXI века : Круглый стол V Всероссийского съезда геологов [Текст] / Б. В. Боровский, И. Г. Возняковский, В. П. Стрепетов, Л. С. Язвин // Отечественная геология. – 2004. – № 1. – С.82–83.
3. Вишва, С. А. Вплив природних і техногенних процесів на потенційно небезпечні об'єкти : монографія [Текст] / С. А. Вишва, О. Б. Винниченко, О. В. Кендзера. – К. : Київ. ун-т, 2008. – 239 с.
4. Возняковская, И. Г. Работы по гидрогеологическим исследованиям, мониторингу и охране геологической среды [Текст] / И. Г. Возняковская // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2003. – № 1–2. – С. 27.
5. Гончарук, В. Хімія води і проблеми питного водопостачання [Текст] / В. Гончарук // Світогляд. – 2009. – № 4. – С. 18–27.

6. Гриценко, С. В. Територіальні закономірності техногенного забруднення навколишнього середовища в Україні [Текст] / С. В. Гриценко, І. М. Нагорний, Р. С. Свестун // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2009. – Т. 13, № 2. – С. 243–248.
7. Димакова, Н. А. Проблемы загрязнения подземных вод [Текст] / Н. А. Димакова, А. П. Шарипов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 79–82.
8. Иванов, Ю. В. Математическое моделирование при оценке экологической опасности техногенного загрязнения [Текст] / Ю. В. Иванов, В. Л. Бочаров. – Воронеж, 1998. – 63–71 с.
9. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Израэль Ю. А. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560с.
10. Кобилянський, В. Я. Контроль якості питної води в XXI столітті [Текст] / В. Я. Кобилянський // Водопостачання та водовідведення. – 2009. – № 2. – С. 19–21.
11. Королев, В. А. Мониторинг геологической среды [Текст] / В. А. Королев. – М. : изд-во МГУ, 1995. – 272 с.
12. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции [Текст] / В. М. Шестопалов, А. С. Богуславский, В. Н. Бублясь. – К., 2007. – 120 с.
13. Пашиковский И. С. Принципы оценки защищенности подземных вод от загрязнения. Современные проблемы гидрогеологии и гидромеханики [Текст] / И. С. Пашиковский. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2002. – 131 с.
14. Прибылова, В. Н. Изменение качества подземных вод и особенности накопления загрязнителей в зоне техногенного воздействия Змиевской ТЭС (Харьковская область) [Текст] / В. Н. Прибылова // Молодой ученый. – Казань, 2016. – №5(109). – С. 15–23.
15. Прибылова, В. М. Стратегія використання підземних водних ресурсів Харківської області Регіон – 2016 : Стратегія оптимального розвитку [Текст] : міжнародна науково-практична конференція / В. М. Прибылова // Харків, листопада 2016 р. – Харків, 2016. – С. 297–300.
16. Прибылова, В. М. Підземні водні ресурси Харківської області та стратегія їх використання для водопостачання населення [Текст] / В. М. Прибылова // Вісник харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна : Серія «Екологія». – 2015. – № 1157. – С 37–44.
17. Прибылова, В. М. Оцінка якісного складу питних підземних вод водоносного сеноман–нижньо–крейдянського водоносного горизонту на території Харківської області [Текст] / В. М. Прибылова // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна : Серія «Геологія–Географія–Екологія». – 2015. – № 43. – С. 75–82.
18. Семин, В. А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды : Учеб. пособие [Текст] / В. А. Семин. – М. : Высшая шк., 2001. – 320 с.
19. Ставицький, Е. А. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання [Текст] / Е. А. Ставицький, Г. І. Рудько, Є. О. Яковлев. – Чернівці : Букрек, 2011. – Т. 1. – 348 с.
20. Ставицький, Е. А. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання [Текст] / Е. А. Ставицький, Г. І. Рудько, Є. О. Яковлев. – Чернівці : Букрек, 2011. – Т. 2. – 500 с.

## ДОСТОВЕРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ, КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Безопасность строительства и эксплуатации сооружений, оценка уровня экологической опасности должны основываться на достоверной информации о состоянии и динамике природно-техногенной геологической среды. Критерием оценки может быть ресурс устойчивости геологической среды, определяемый максимально допустимыми импульсами воздействия (поступления воды, приложения статических и динамических нагрузок, температурных воздействий и др.). Сегодня в Украине существует группа факторов, системно негативно влияющая на получение достоверной информации об условиях площадок строительства. Это может привести к авариям сооружений или к значительным излишним затратам на обеспечение безопасности. К этим факторам необходимо отнести:

- застройку всех свободных участков со сложными инженерно-геологическими условиями в центральных частях городов, с максимальным использованием при этом подземного пространства;
- повышение удельного веса реконструкции существующих зданий в общем объеме строительства, при этом инженерные изыскания для реконструкции имеют специфические особенности, которые делают их более сложными, чем изыскания для объектов нового строительства;
- комплекс административных, экономических и социальных факторов, связанных с системами аттестации специалистов, контроля качества, работой в условиях рыночной экономики и тп..

Для создания объективных условий снижающих степень геотехнического и экологического рисков необходимо выполнить комплекс мероприятий на государственном уровне.

**Ключевые слова:** природно-техногенная геологическая среда, экологический риск, ресурс устойчивости, инженерно-технические изыскания.

**В. А. Соколов. ДОСТОВІРНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЕ ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ЯК ФАКТОР ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ.** Безпека будівництва та експлуатації споруд, оцінка рівня екологічної небезпеки повинні ґрунтуватися на достовірній інформації про стан і динаміку природно-техногенного геологічного середовища. Критерієм оцінки може бути ресурс стійкості геологічного середовища, який визначається максимально допустимими імпульсами впливу (надходження води, додаток статичного і динамічного навантаження, температурних впливів та ін.). Сьогодні в Україні існує група факторів, яка системно негативно впливає на отримання достовірної інформації про умови майданчиків будівництва. Це може привести до аварій споруд або до значних зайвих витрат на забезпечення безпеки. До цих факторів необхідно віднести:

- забудову всіх вільних ділянок зі складними інженерно-геологічними умовами в центральных частинах міст, з максимальним використанням при цьому підземного простору;
- підвищення питомої ваги реконструкції існуючих будівель в загальному обсязі будівництва, при цьому інженерні вишукування для реконструкції мають специфічні особливості, які роблять їх більш складними, ніж вишукування для об'єктів нового будівництва;
- комплекс адміністративних, економічних і соціальних факторів, пов'язаних з системами атестації фахівців, контролю якості, роботою в умовах ринкової економіки тощо.

Для створення об'єктивних умов знижуючих ступінь геотехнічного і екологічного ризиків треба виконати комплекс заходів на державному рівні.

**Ключові слова:** природно-техногенне геологічне середовище, екологічний ризик, ресурс стійкості, інженерно-технічні вишукування.

**Постановка проблеми.** Важной составляющей экологической безопасности является состояние защищенности природно-техногенной геологической среды (ПТГС) от воздействия опасных природно-техногенных геологических процессов.

В настоящее время в Украине насчитывается 327 городов, которые нуждаются в защите от тех или иных опасных геологических процессов (подтопление подземными водами, оползневые смещения, просадка грунтов основания и др.) [1-4]. Одним из следствий этого являются деформации и аварии зданий жилищно-бытового назначения и промышленных сооружений. Очевидно, что инженерно-техническая безопасность жилья, наряду с другими параметрами безопасности жизнедеятельности является базовой потребностью человека.

Безопасность строительства, реконструкции, эксплуатации сооружений, защита территорий от опасных природных и техногенных процессов, оценка воздействия объектов строительства и реконструкции на окружающую среду, оценка рисков должны основываться на полных и достоверных данных о состоянии и динамике ПТГС, что является предметом инженерных изысканий [5-14]. В то же время существует группа факторов, системно негативно влияющая на получение достоверной информации в этой области.

Детальному рассмотрению этой проблемы посвящена настоящая статья.

**История изучения проблемы.** Проблемам инженерной геологии и гидрогеологии территорий городских агломераций, изменения геологической среды под влиянием деятельности человека посвящены работы Ф.В. Котлова, В.И. Крутова, В.И. Осипова, Е.А. Яковлева и многие дру-

гие. На значительную специфику исследования природно-техногенной среды (выполнение инженерно-технических изысканий) указывают П.А. Коновалов, В.М. Улицкий, М.А. Солодухин, Г.Г.Стрижельчик и др. Проблемы инженерных изысканий и защиты исторической застройки при строительстве новых и реконструкции существующих зданий остаются актуальными и сейчас, особенно для таких крупных городов как Киев, Харьков, Днепр, Донецк и др.

**Целью статьи** является обоснование необходимости достоверной оценки состояния и динамики природно-технической геологической среды, классификация существующих факторов, системно негативно влияющих на получение достоверной информации, определение путей решения проблемы, направленных на снижение геотехнического и экологического рисков.

**Изложение основного материала.** Безопасность строительства, реконструкции, эксплуатации сооружений, защита территорий от опасных геологических и техногенных процессов, оценка воздействия объектов строительства на окружающую среду и оценка уровня экологической опасности должны основываться на достоверной информации о состоянии и динамике природно-техногенной геологической среды (ПТГС). Источником подобной информации в большинстве случаев являются материалы инженерно-технических изысканий для строительства.

Согласно разработкам В. А. Бокова и А. В.

Лущика [15] для определения остроты экологической ситуации обычно используют степень отклонения объекта или среды от некоей нормы (рис. 1). Кроме отклонения NS важное значение имеет отклонение SU показывающее насколько объект приблизился к уровню разрушения своей структуры. Расстояние N-U фактически соответствует величине устойчивости объекта. В своих исследованиях Стрижельчик Г. Г. [16] называет это ресурсом устойчивости геологической среды к внешним воздействиям, предлагая считать его оценку одной из главных целей инженерно-геологических изысканий. В общем виде методика оценки ресурсов устойчивости основывается на определении максимально допустимых значений импульсов воздействия (поступления воды, приложения статических или динамических нагрузок, температурных воздействий и др.) Предшествовать этому должно выявление гомеостаза, т.е границ допустимых изменений геологической среды (уровень U, рис. 1)

Из вышеизложенного вытекает и формула индекса запаса природных ресурсов [15]:

$$R = \sum_i \frac{R_{oi} + R_{ti}}{R_{oi}} W_i,$$

где  $R_{oi}$  – исходный запас компонента природных ресурсов на исследуемой территории в невозмущенном состоянии;

$R_{ti}$  – объем изъятых на момент оценки состояния природных ресурсов;

$W_i$  – весовой компонент i-го ресурса.

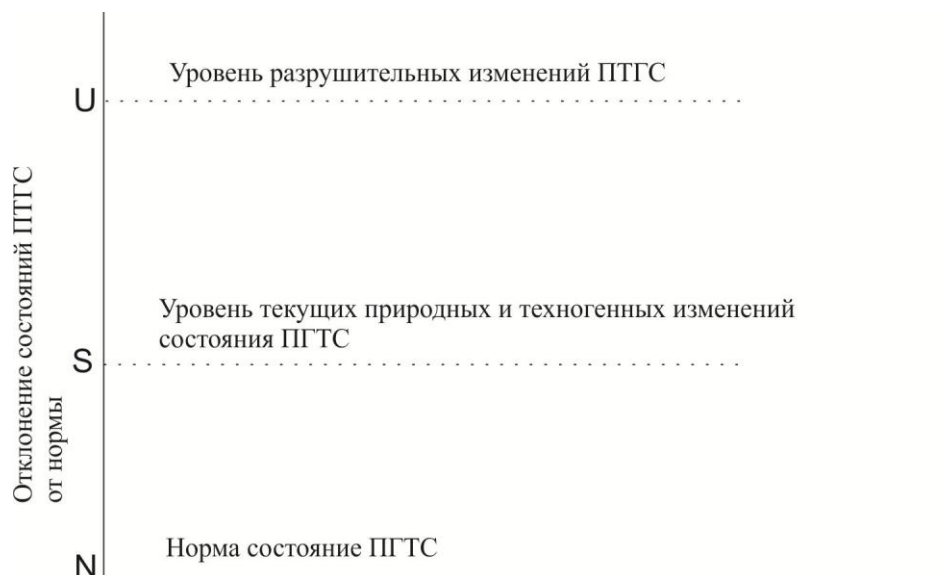


Рис.1. Основные уровни состояния геосистем: NS – степень отклонения состояния объекта от нормы; SU – степень приближения объекта к уровню разрушения его структуры (по В.А. Бокову, А.В. Лущику)

Под невозмущенным состоянием i-го ресурса  $R_o$  региона понимается некоторое его естественное состояние в среде, изолированной от влияния

антропогенных факторов. Невозмущенные состояния ресурсов (уровень N) оценивается экспертно или за них принимаются такие состоя-

ния, которые характеризуются максимальными запасами за анализируемый период. Также эмпирически определяется уровень  $U$  (рис.1) или гомеостазис, так как в большинстве случаев мы теоретически знаем те граничные условия, при которых происходят качественные изменения геосистем, или те количественные параметры геосистем, которые соответствуют нормальной жизнедеятельности людей (максимально допустимый уровень подземных вод, максимальная осадка грунтов основания, допустимый коэффициент запаса устойчивости склона и т.д.) Таким образом, очевидно значение и ответственность в достоверном определении уровня  $S$ , т.е. определение того состояния геосистемы, что является предметом исследования при инженерных изысканиях. Достаточно очевидно и значение прогнозов, как результата инженерных изысканий, т.е. определение того состояния, в которое перейдет геосистема, получив дополнительные импульсы, связанные в частности со строительством новых или реконструкцией существующих сооружений. Необходимо отметить, что материалы изысканий должны содержать прогнозы двух видов: поисковый и нормативный [17]. В поисковом прогнозе, определяющем возможные состояния объекта прогнозирования в будущем, обязательным условием является сохранение существующих тенденций. В нормативном прогнозе, определяющем пути достижения возможных состояний объекта прогнозирования в будущем, принимаемых в качестве цели, обязательным условием является наличие заранее заданных норм (параметров геосистемы). Ошибки при определении уровня  $S$  (реальное состояние геосистемы) могут с одной стороны привести к недооценке риска, недостаточной надежности проектного решения и как следствие возможным деформациям и авариям сооружений, с другой стороны последствия могут выразиться в излишних затратах на обеспечение безопасности сооружения или в необоснованном отказе от строительства.

Сегодня в Украине в сфере инженерных изысканий существуют объективные факторы, которые системно отрицательно влияют на достоверность оценки природно-техногенных условий и экологическую безопасность участков нового строительства или реконструкции [18-21].

Этими факторами являются:

1. Изменение условий и объектов изысканий, качества и состава изыскательской информации. Если раньше в практике изысканий преобладали работы, обеспечивающие проектирование и строительство на свободных незастроенных территориях («спальные» микрорайоны, расширение и новое строительство промышленных предприятий), то сегодня большой удельный

вес составляют изыскания в пределах центральной исторической застройки городов и уже существующих промышленных площадей. Активно застраиваются любые, даже незначительные по площади свободные участки в центральных частях городов. На этих участках чаще всего предполагается строительство многоэтажных зданий с заглубленными сервисными помещениями, торговых, выставочных, спортивно-оздоровительных комплексов, т.е. очень ответственных сооружений, связанных с притоком большого количества людей.

Чаще всего, эти участки остались незастроенными не случайно, это низкие пойменные места с высоким уровнем подземных вод, засыпанные овраги, участки в пределах склонов, подработанные территории, участки в непосредственной близости или над трассами метрополитенов, т.е. со сложными инженерно-геологическими условиями или сложными условиями для проведения строительных работ.

Наиболее известными и характерными примерами могут служить строительство на днепровских склонах в г. Киеве, многоэтажная жилая застройка участка засыпанного оврага в центральной части г. Харькова, строительство нового стадиона «Шахтер» в г. Донецк на подработанной территории и многие другие. Для принятия проектных решений при строительстве зданий в непосредственной близости от существующих сооружений, требуется не только информация о литологическом разрезе и свойствах грунтов основания, но и о конструкции и состоянии фундаментов и наружных частей прилегающих зданий. Отрывка котлованов, забивка свай, устройство буронабивных свай, строительное водопонижение в условиях плотной застройки могут отрицательно отразиться на устойчивости существующих зданий и привести к их деформации.

Эти аспекты обуславливают изменения качества и состава изыскательской информации. Если раньше изыскания отражали природные условия участков строительства и выдавался прогноз их изменения в результате застройки, то сегодня необходимо более детально и тщательно подходить к оценке уже измененного состояния геосистемы, либо геосистемы с заранее известными неблагоприятными условиями, говорить о достоверности ранее выданных прогнозов, экологических и социальных проблемах, ожидающих застройщиков.

2. Повышение удельного веса о глубине заложения, реконструкции существующих зданий и сооружений в общем объеме строительства. В настоящее время в Украине работы по реконструкции имеют значительный удельный вес в объеме строительных работ. В центральных ча-



стях городов исторические здания часто переоборудуются под офисы, торговые центры, выставочные залы и тп. Для промышленных объектов реконструкция обычно связана с их перепрофилированием, техническим перевооружением, ремонтов аварийных сооружений, мероприятиями по обеспечению экологической безопасности промышленных площадок и прилегающих территорий. Инженерные изыскания для реконструкции имеют специфические особенности, которые делают их более сложными, чем изыскания для объектов нового строительства.

Основной особенностью инженерных изысканий для реконструкции необходимо считать то, что они выполняются на площадках уже в большей или меньшей степени подвергшихся техногенному воздействию. Последствием техногенного воздействия на грунты основания может быть образование нескольких инженерно-геологических элементов (ИГЭ), обладающих различными физико-механическими свойствами, в пределах одной литологической разности. Если в природной обстановке границы ИГЭ чаще всего совпадают с границами литологической разности, то после застройки территории вследствие статических и динамических нагрузок, замачивания грунтов, в том числе горячей водой или химическими растворами термического воздействия – в границах, выделенного при изысканиях в природной обстановке ИГЭ, может сформироваться несколько ИГЭ. Примером подобной ситуации может служить участок реконструируемого корпуса Харьковской областной больницы по пр. Незалежности, 13, участок цеха завода «Центролит» в г.Сумы и многие другие.

Второй основной особенностью инженерно-геологических изысканий для реконструкции являются необходимость, кроме изучения усло-

вий залегания, физико-механических свойств грунтов основания и степени их изменения при эксплуатации сооружения, получать информацию о глубине заложения конструкции и состоянии фундаментов реконструируемого сооружения. В условиях плотной застройки подобную информацию необходимо иметь и для соседних зданий и сооружений.

3. Комплекс административных, экономических и социальных факторов, связанных с системами аттестации специалистов и контроля качества, работой в условиях рыночной экономики и т.п.

Анализируя комплекс перечисленных факторов можно сделать вывод, что сегодня в сфере инженерных изысканий для строительства существует высокая степень возможности недостоверного определения реального состояния геосистем (уровень S, рис.1)

Идет накопление «критической массы», которая проявится авариями зданий, экологическими проблемами, связанными с неправильной оценкой природно-техногенных условий участков хозяйственной деятельности.

Конкретные причины и виды неблагоприятных последствий могут быть различными, но общее для них, что их можно и необходимо было оценить, прогнозировать и не допускать.

Для создания объективных условий снижающих степень геотехнического и экологического рисков необходимо выполнить комплекс мероприятий на государственном уровне. Эти мероприятия связаны с вводом в стране европейской системы оценки воздействия на окружающую среду, обязательным страхованием всех объектов строительства, повышением роли в оценке качества исходных материалов профессиональных ассоциаций специалистов.

#### Литература

1. Шестопалов Е. Ф. Экологическая геология Украины / Е. Ф. Шестопалов, Е. А. Яковлев и др.: Справочное пособие. Ин-т геологических наук НАН Украины. – Киев: Наукова думка, 1993. – 407 с.
2. Стрижельник Г. Г. Особенности инженерно-геологических и гидрогеологических условий урбанизированных территорий Левобережной Украины / Г. Г. Стрижельник // Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геокриологии районов интенсивной инженерной нагрузки и охрана геологической среды: сб. науч. тр. 3ч. – Киев: Наукова думка, 1988. – 4 ч. – С. 149-151.
3. Табола В. Г. Неблагоприятные инженерно-геологические процессы и особенности градостроительства на территории Левобережной Украины / В. Г. Табола, Г. Г. Стрижельник // Проблемы инженерной геологии городов: сб. науч. тр. – Москва: Наука, 1983. – С. 12-16.
4. Корженевский Е. А. Влияние производственной деятельности на гидрогеологические условия различных регионов Украинской ССР / Е. А. Корженевский, А. П. Песчаная // Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геокриологии районов интенсивной инженерной нагрузки и охрана геологической среды: сб. науч. тр.: 3 ч. – Киев: Наукова думка, 1988. – 3 ч. – С. 151-153.
5. Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф. В. Котлов – Москва: Недра, 1978. – 263 с.
6. Котлов Ф. В. Современные проблемы инженерно-геологических исследований урбанизированных территорий / Ф. В. Котлов, С. А. Акинфиев, Г. Л. Кофф // Современные проблемы инженерной геологии и гидрогеологии территорий городов и городских агломераций. – Москва: Наука, 1987. – С. 5-7.

7. Ломтадзе В. Д. Инженерно-геологические исследования для обоснования прогноза изменений геологической среды в районе города / В. Д. Ломтадзе // Проблемы инженерной геологии городов: сб. науч. тр. – Москва: Наука, 1983. – С. 45-47.
8. Улицкий В.М. Оценка риска и обеспечение безопасности в строительстве: [Электронный ресурс] / В. М. Улицкий, М. Б. Лисюк // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2003. – №5 – С. 160-166. Режим доступа: <http://www.georec.spb.ru/mag/2002n5>
9. Солодухин М. А. Некоторые проблемы инженерно-геологических изысканий для промышленного и гражданского строительства. Геотехнические нормы [Электронный ресурс] / М. А. Солодухин // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2000. – №3. – Режим доступа: <http://www.georec.spb.ru/mag2000n3>
10. Рагозина А. Л. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москва / под ред. д-ра геол.-минер. наук А. Л. Рагозина / Москва: Изд-во ГУП «НИИАЦ», 2002. – 49 с.
11. Brand L, The civil and geotechnical engineer in society – ethical and philosophical thoughts; challenges and recommendations [Электронный ресурс] / Роль геотехники в обществе. – 2006. – №10. – 17 с. – Режим доступа: <http://www/georec.spb.ru>
12. Clayton, C.R.I. Managing geotechnical risk: (Thomas Telford Publishing. London) [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: <http://www/georec.spb.ru>
13. Dunicliff, I. Ratings War [Электронный ресурс] // Ground Engineering. – 2000. – Vol. 33. – №3. – Режим доступа: <http://www.georec.spb.ru>
14. Nichols, R.W. Risk (New YJRK Academy of Sciences) [Электронный ресурс] / The Sciences. – May (June 2000). – Режим доступа: <http://www.georec.spb.ru>
15. Боков В. А. Основы экологической безопасности / В. А. Боков, А. В. Луцук – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.
16. Стрижельчик Г. Г. Проблемы инженерной геологии городов и возможные пути их решения / Г. Г. Стрижельчик // Инженерная геология – 1987 – №2. – С. 3-12.
17. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. – Киев: Укрархбудінформ, 2008. – 76 с.
18. Соколов В. А. Снижение геотехнического и экологического рисков через повышение качества инженерных изысканий / В. А. Соколов // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2006. – №4. – С. 28-32.
19. Соколов В. А. Оценка состояния природно-техногенной геологической среды для обеспечения экологической безопасности объектов реконструкции / В. А. Соколов // Научный вестник строительства: сб. науч. тр. – Харьков: Харьковский гос. техн. ун-т строит. и архит., 2008. – №49. – С. 318-323.
20. Соколов В. А. Анализ факторов, определяющих специфику, виды и объемы инженерно-геологических изысканий для реконструкции / В. А. Соколов // Вестник Харьковского ун-та им. В. Н.Каразіна. – 2007. – №753. – С. 30-34.
21. Соколов В. А. Инженерные изыскания в Украине / В. А. Соколов, Г. Г. Стрижельчик // Инженерная геология. – Москва: ПНИИС, 2008. – С. 32-33.

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВИХ ВОД НАФТОВИХ РОДОВИЩ СХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Нафтові родовища східного регіону України відносяться до верхньої зони нижнього гідрогеологічного поверху (зона застійного режиму). Ця зона залягає на глибинах від 1,5 до 5,5 км і включає в себе значну частину палеозойських відкладів, характеризується розвитком первинно-порових піщано-алевритових і каверно-тріщиноватих карбонатних колекторів з високою пористістю і проникністю, в яких поширені протяжні системи пластових, масивно-пластових і масивних природних резервуарів, заповнених седиментогенними розсолами.

Більшість родовищ вже виснажені або розробляються на кінцевих стадіях, на яких у видобутому флюїді разом з нафтою знаходиться і супутньо-пластова вода (СПВ). Розглянуто фактори, які впливають на доквілля при видобутку нафти. Приведені схеми впливу супутньо-пластових вод на навколишнє середовище. Запропоновано використовувати супутньо-пластові води в якості гідромінеральної сировини. Детально розглянуто дохідні та витратні складові видобутку нафти. Визначено коефіцієнт обводнення видобутого флюїду як основний елемент, що збільшує собівартість видобутку нафти. Розглянута теорія використання супутньо-пластових вод, яка дозволяє перенести ці води із витратної складової в дохідну. Виділено основні показники, які впливають на загальний прибуток підприємства, з точки зору видобутку пластової води. Проведено порівняння прибутку нафтовидобувного підприємства без реалізації супутньо-пластових вод як гідромінеральної сировини та з її реалізацією.

**Ключові слова:** східний регіон України, нафтове родовище, видобувне підприємство, нафта, супутньо-пластові води, коефіцієнт обводнення, собівартість видобутку, витратна і дохідна складові, гідромінеральна сировина, реалізація, прибуток підприємства.

**Д. Ф. Чомко, Н. В. Рева, Ф. В. Чомко. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНО-ПЛАСТОВЫХ ВОД НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ.** Нефтяные месторождения восточного региона Украины приурочены к верхней зоне нижнего гидрогеологического этажа (зона застойного режима). Эта зона залегают на глубинах от 1,5 до 5,5 км, включает в себя большую часть палеозойских отложений, характеризуется развитием первично-поровых песчано-алевритовых и каверно-трещиноватых карбонатных коллекторов с высокой пористостью и проницаемостью, в которых развиты протяжные системы пластовых, массивно-пластовых и массивных резервуаров, заполненных седиментогенными росолами.

Большинство месторождений истощены или разрабатываются на конечных стадиях, на которых в добытому флюиде вместе с нефтью находится и попутно-пластовая вода (ППВ). Рассмотрены факторы, влияющие на окружающую среду (ОПС) при добыче нефти. Приведены схемы воздействия попутно-пластовых вод на ОПС. Предложено использовать попутно-пластовые воды в качестве гидроминерального сырья. Подробно рассмотрены доходные и расходные составляющие добычи нефти. Определен коэффициент обводнения добываемого флюида как основной элемент, который увеличивает себестоимость добычи нефти. Рассмотрена теория использования попутно-пластовых вод, которая позволяет перенести эти воды из расходной составляющей в доходную. Выделены основные показатели, которые влияют на общий доход предприятия с точки зрения добычи пластовой воды. Проведено сравнение прибыли нефтедобывающего предприятия без реализации попутно-пластовых вод как гидроминерального сырья и с его реализацией.

**Ключевые слова:** восточный регион Украины, нефтяное месторождение, добывающее предприятие, нефть, попутно-пластовые воды, коэффициент обводнения, себестоимость добычи, расходная и доходная составляющие, гидроминеральное сырье, реализация, прибыль предприятия.

### Актуальність досліджень

В Україні найбільше нафти видобувається на родовищах східного нафтового регіону (Дніпровсько-Донецька западина), які знаходяться в Полтавській, Сумській, Харківській та Чернігівській областях.

Ці родовища знаходяться у верхній зоні нижнього гідрогеологічного поверху (зона застійного режиму, постелізійна зона), яка відповідає зоні початкового катагенезу. Ця зона залягає на глибинах від 1,52,0 до 3,55,5 км і включає в себе значну частину палеозойських відкладів регіону. Вона характеризується широким розвитком первинно-порових піщано-алевритових, рідше каверно-тріщиноватих карбонатних колекторів з високими показниками пористості і проникності. Тут поширені протяжні системи пластових, масивно-пластових і масивних природних резерву-

арів, заповнених седиментогенними розсолами. До різноманітних пасток в їх межах приурочені численні родовища нафти, газу і конденсату, в тому числі всі відомі великі поклади (Рибальське, Бугруватівське, Більське, Краснокутське, Козіївське, Західно-Козіївське, Глинське, Андріяшівське, Перекопівське, Анастасівське та ін. родовища).

Більшість родовищ вже виснажені або розробляються на кінцевих стадіях, на яких у видобутому флюїді разом з нафтою знаходиться і супутньо-пластова вода (СПВ). Об'єм цієї води коливається в межах 80–95%. В Україні щорічно видобувається близько 3,7 млн. т нафти. А це означає, що щорічно разом із нафтою видобувні підприємства видобувають близько 20 млн. тон супутньо-пластової води. Вони в різний спосіб проводять утилізацію цих вод, але майже не ви-

користують їх в якості гідромінеральної сировини.

Основними хімічними елементами, притаманними для вод нафтових родовищ, є бор, бром, йод, залізо. Часто зустрічаються також літій, стронцій, рубідій, гафній та ін. у кількостях, що значно перевищують мінімально-промислові концентрації.

#### **Аналіз публікацій і вивчення не вирішених проблем**

Починаючи з 30-х років минулого століття супутньо-пластовим водам нафтових родовищ України приділяли увагу багато дослідників.

За останні два десятиліття великий внесок у вивчення хімічного складу цих вод, їх приуроченості до різних типів родовищ нафти, їх впливу на навколишнє середовище (в тому числі на підземні води), підрахунку їх запасів внесли Бураков Ю. Г., Васильєв О. М., Журавель М. Ю., Клочко П. В., Самонова Л. С., Іванюта М. М., Юшков І. Р., Хижняк Г. П., Ілюшин П. Ю., Гойко Г. І., Білецький В. С., Рева М. В., Крюченко Н. О., Решетов І. К., Чомко Ф. В., Чомко Т. В. та ін. [1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 20]. Автори констатують, що супутньо-пластові води за свою природою є високо мінералізованими або розсолами, які в результаті технологічних порушень підчас видобутку або при невдалому виборі методу їх утилізації потрапляють в інші геолого-екологічні системи, порушуючи їхню природну рівновагу. Це виражається в відчуженні і вилученні із господарської діяльності орних земель під склади і амбари, забрудненні ґрунтів, водоносних горизонтів, поверхневих вод, атмосферного повітря, що в подальшому викликає ряд негативних наслідків. Екологічні проблеми, викликані забрудненням супутньо-пластовими водами, несуть в собі значні економічні витрати. Збереженню навколишнього природного середовища від можливого негативного впливу експлуатації нафтових родовищ в цих роботах приділяється значна увага.

Вивченню джерел надходження різних хімічних елементів у супутньо-пластові води нафтових і газових родовищ присвячені роботи Кучманіча Н., Гаврилюк О. В., Суярка В. Г., Терещенка В. О., Троянкової Г. І. та ін. [8,15,16,17,18,19,20].

Можливе використання супутньо-пластових вод як сировини для видобутку цінних компонентів описано в роботах Мехтієва У. і Гаджієва Ф. М., Реви М. В., Чомка Д. Ф., Диняк О. В. Кошлякової І. Є. та ін. [9, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22]. Автори відзначають, що супутньо-пластові води за рахунок своїх фізичних властивостей, а саме високої мінералізації та великої кількості розчинених хімічних елементів, представляють інтерес як гідромінеральна сировина для видобутку цінних компонентів. Вони показують, що з економі-

чної точки зору значні коефіцієнти обводнення флюїду родовищ нафти збільшують собівартість видобутку нафти. Оскільки при сталому об'ємі видобутих супутньо-пластових вод, відсотковий вміст нафти постійно зменшується, а вміст води навпаки зростає. При цьому промислово цінність зараз має лише нафта, яка реалізується і приносить дохід видобувному підприємству. А об'єм супутньо-пластові води навпаки збільшує вартість видобутку, оскільки потребує додаткові витрати на її утилізацію.

#### **Цілі дослідження**

Враховуючи досвід передових нафтовидобувних та індустріально розвинених країн та компаній, які вже використовують високо мінералізовані супутньо-пластові води в якості гідромінеральної сировини, ми зробили спробу показати, як видобуток цих вод на родовищах східного нафтогазового регіону України для нафтовидобувних підприємств може представляти практичну та економічну цінність, оскільки супутньо-пластова вода може автоматично перейти із витратної складової при видобутку нафти в дохідну.

#### **Основний матеріал**

Розглянемо теорію використання супутньо-пластових вод в якості гідромінеральної сировини, з точки зору впливу коефіцієнта обводнення флюїду (доречніше використовувати поняття флюїд, оскільки нафта в чистому вигляді практично не видобувається, а лише разом із пластовою водою) на собівартість видобутку нафти та як додаткового джерела доходу.

Стосовно використання супутньо-пластових вод нафтових родовищ в якості гідромінеральної сировини теоретично доцільно розглянути «ідеальну модель» нафтовидобувного підприємства, яке розробляє нафтове родовище, з точки зору видобутку на цьому родовищі СПВ.

Наприклад, нафтовидобувне підприємство розробляє нафтове родовище за допомогою  $n$ -ї кількості свердловин. При цьому свердловини за рахунок геологічних та технічних умов, працюють в постійному режимі та видобувають постійний (сталий) об'єм флюїду  $Q_{\phi}$ . Саме поняття видобутку пластової води для видобувного підприємства є головним критерієм розробки. Оскільки в процесі експлуатації нафтового родовища при сталому об'ємі видобутого флюїду, частка нафти постійно зменшується, а частка води навпаки зростає, та родовище експлуатується до тих пір доки реалізація тієї кількості вилученої нафти перестане перебивати витрати на видобуток того об'єму флюїду. Тобто нафтовидобувне підприємство як і будь яке інше працює з метою отримання прибутку, і воно працює до тих пір доки реалізація продукції, яку воно виробляє перебиває всі витрати, які підприємство понесло в

процесі виробництва цієї продукції. Це можна виразити таким чином:

$$П = D_{ч} - B \quad (1)$$

де  $П$  – прибуток;  $D_{ч}$  – чистий дохід;  $B$  – витрати, які пішли на видобуток певного об'єму флюїду протягом певного часу.

В моделі розглядається сам процес експлуатації родовища, при цьому не враховується окупність родовища (повернення коштів, які були витрачені на геологорозвідувальні роботи, буріння, облаштування свердловин та ін.).

Розглянемо обидві частини, які визначають прибуток, та як впливає збільшення об'єму видобутої супутньо-пластової води на прибуток.

**Дохід ( $D$ )** – це сума всіх надходжень до підприємства (компанії) в результаті його виробничої діяльності.

Для нафтовидобувного підприємства дохід це кошти отримані в результаті реалізації видобутої нафти за ринковою ціною:

$$D_{ч.н.} = Q_{н} * C_{н} \quad (2)$$

$Q_{н}$  – об'єм видобутої нафти за певний період часу;  $C_{н}$  – ціна на нафту.

Зважаючи на концепцію цієї роботи, а саме на те, що нафта в переважній більшості в чистому вигляді не видобувається, то далі об'ємну величину нафти будемо виражати через об'єм видобутого флюїду  $Q_{ф}$ :

$$Q_{ф} = Q_{н} + Q_{в} \quad (3)$$

де  $Q_{ф}$  – об'єм видобутого флюїду;  $Q_{н}$  – об'єм нафти у флюїді;  $Q_{в}$  – об'єм видобутої супутньо-пластова води у флюїді.

Для того, щоб прослідкувати як саме впливає величина обводненості видобутого флюїду, доречно використати коефіцієнт обводнення  $K_{об}$ , який являє собою відношення об'єму СПВ до загального об'єму видобутого флюїду:

$$D_{ч.} = Q_{ф} * (1 - K_{об}) * C_{н} - (Q_{ф} * (1 - K_{об}) * C_{н}) * K_{р.ст.н.} \quad (11)$$

Аналізуючи формулу (11) бачимо, що в ній всі величини є сталими крім коефіцієнта обводнення, який в свою чергу має обернено пропорційний зв'язок з чистим доходом. Тобто чим більший коефіцієнт обводнення флюїду тим меншим буде дохід.

**Витрати ( $B$ )** – це сума всіх витратних складових, які пішли на видобуток певного об'єму флюїду протягом визначеного періоду часу.

До витратних складових підприємства (компанії) відносяться заробітна плата працівників, витрати на енергоносії, плата за екологію, плата за дороги, амортизація обладнання, витрати на утилізацію СПВ та ін.

$$K_{об} = \frac{Q_{в}}{Q_{н}} \quad (4)$$

При цьому об'єм нафти можна виразити таким чином

$$Q_{н} = Q_{ф} * (1 - K_{об}) = Q_{ф} * \left(1 - \frac{Q_{в}}{Q_{ф}}\right) \quad (5)$$

Тоді формула доходу (2) набуває вигляду:

$$D = Q_{ф} * \left(1 - \frac{Q_{в}}{Q_{ф}}\right) * C_{н} \quad (6)$$

**Чистий дохід ( $D_{ч}$ )** – це дохід, з якого вираховано рентну плату за користування надрами:

$$D_{ч} = D - P \quad (7)$$

де  $P$  – рентна плата.

Ставка рентної плати за користування надрами для видобування корисних копалин устано-влюється у відсотках від вартості товарної продукції гірничого підприємства. Згідно статті 252.20 Податкового кодексу України [10] для нафти цей показник залежить від глибини залягання родовища. Він складає 45 % при глибині до 5 000 м та 21 % при глибині більше 5 000 м. Для розрахунків краще користуватися коефіцієнтом рентної ставки  $K_{р.ст.}$ . Для нафти цей коефіцієнт складатиме:

$$K_{р.ст.н} = 0,21 \text{ або } 0,45. \quad (8)$$

Тож ренту можна виразити такою формулою:

$$P = D * K_{р.ст.} \quad (9)$$

Тоді формула чистого доходу (7) матиме вигляд:

$$D_{ч} = D - (D * K_{р.ст.н.}) \quad (10)$$

Для аналізу дохідної частини підприємства від реалізації нафти формулу (10) можна переписати так:

Аналізуючи всі витрати, можна констатувати, що більш менш сталих витрат не має. Вони всі є змінними протягом всього терміну експлуатації родовища. Але, якщо розглядати період експлуатації родовища в певних проміжках часу (місяць, квартал, рік і т. д.), то витратні складові можна поділити на дві групи: нормовані і динамічні (змінні).

До *нормованих* складових відносяться такі витрати, які є постійними та не змінними протягом звітного (розрахункового, прогнозного) періодів. Тобто це ті витрати, які можна спрогнозувати та врахувати наперед, або які є незмінними протягом цього звітного періоду.

До динамічних складових відносяться переважно такі витрати, які постійно змінюються і які спрогнозувати досить складно. До них відносяться, в основному, витрати на утилізацію супутньо-пластової, які залежать від обводнення видобутого флюїду, тобто від відсотків в ньому води:

$$B = B_n + B_{ум.СПВ} \quad (12)$$

де  $B_n$  – витрати нормовані;  $B_{ум.СПВ}$  – витрати на утилізацію супутньо-пластової води.

$$П = D_ч - B = П = Q_ф * (1 - K_{об}) * C_n - (Q_ф * (1 - K_{об}) * C_n) * K_{р.ст.н} - (B_n + Q_ф * K_{об} * C_{ум.СПВ}) \quad (14)$$

В формулі (14) виділяються сталі та змінні величини. До перших відносяться  $Q_ф$ ,  $C_n$ ,  $K_{р.ст.н}$ ,  $B_n$  та  $C_{ум.СПВ}$ . І лише одна змінна величина  $K_{об}$ , яка залежить від частки води в загальному об'ємі видобутого флюїду.

Таким чином, в процесі експлуатації нафтового родовища при збільшенні коефіцієнта обводнення видобутого флюїду ( $K_{об}$ ) прибуток видобувного підприємства зменшується.

Враховуючи мету цієї роботи, а саме використання СПВ в якості гідромінеральної сировини, ми можемо розглядати той об'єм супутньо-пластових вод, який видобувається разом з нафтою, не як витратну складову, а як дохідну. Тоді видобутий об'єм СПВ не потрапляє під утилізацію, а реалізується як сировина, і, відповідно,

$$П = \left\{ \left[ Q_ф * (1 - K_{об}) * C_n - (Q_ф * (1 - K_{об}) * C_n) * K_{р.ст.н} \right] + \left[ Q_в * C_{спв} - (Q_в * C_{спв} * K_{р.ст.пром.в}) \right] \right\} - B_n \quad (16)$$

Порівнюючи формулу (16) із формулою прибутку (14) бачимо, що в ній дохідна частина збільшилася за рахунок реалізації об'єму СПВ. Витратна частина навпаки зменшується, тому що не потрібно витратити кошти на утилізацію того ж об'єму СПВ. Велика різниця між дохідною частиною та витратною дозволить збільшити термін експлуатації родовища.

Аналізуючи формули розрахунку прибутку без використання СПВ в якості гідромінеральної сировини (14) та з використанням (16) бачимо, що в першому випадку основним критерієм, який визначає дохідну частину, є тільки ціна на нафту, а в другому випадку – ціна на нафту та на супутньо-пластову воду.

Аналізуючи перший випадок (класичний) можна зробити висновок, що неважливо наскільки високою буде ціна на видобуту нафту, при постійному збільшенні коефіцієнта обводнення флюїду дохідна частина постійно буде зменшуватися, витрати навпаки постійно зростатимуть, а прибуток стабільно буде прямувати до нуля, або практично до межі рентабельності.

Витрати на утилізацію води виражаються таким чином:

$$B_{ум.СПВ} = Q_в * C_{ум.СПВ} = (Q_ф * K_{об}) * C_{ум.СПВ} \quad (13)$$

де  $C_{ум.СПВ}$  – ціна за утилізацію об'ємної одиниці води.

З формули (13) видно, що при збільшенні видобутку води зростають витрати на її утилізацію. Це в свою чергу збільшує загальні витрати на видобуток нафти та зменшує прибуток.

Для більш детального аналізу розглянемо прибуткову формулу за елементами.

додається до дохідної частини. Дохід від реалізації гідромінеральної сировини підпадає також під оподаткування. За діючими нормативними документами промислові води доцільно розглядати в якості гідромінеральної сировини [10]:

$$D_{ч.спв} = Q_в * C_{спв} - (Q_в * C_{спв} * K_{р.ст.пром.в}) \quad (15)$$

де  $Q_в$  – об'єм видобутої супутньо-пластової води;  $C_{спв}$  – ціна за об'ємну одиницю СПВ як гідромінеральної сировини;  $K_{р.ст.пром.в}$  – коефіцієнт рентної ставки для промислових вод. Згідно Кодексу [10] він складає 5 % від прибутку, або  $K_{р.ст.пром.в} = 0,05$ .

Як результат формула прибутку (14) набуде нового вигляду:

В другому випадку витратна частина залишається більш менш сталою. При постійному збільшенні коефіцієнта обводнення флюїду дохідна частина від реалізації нафти буде знижуватися, а дохідна частина від реалізації СПВ буде зростати. При цьому термін експлуатації родовища залежатиме від ціни на СПВ ( $C_{спв}$ ). Якщо дохід від реалізації гідромінеральної сировини буде перекивати витрати на видобуток флюїду, тоді експлуатація родовища можлива до тих пір, доки не зміняться характеристики і об'єми видобутку супутньо-пластових вод або різко впаде ціна.

Для порівняння цих випадків доречно використати коефіцієнт собівартості видобутку, який розраховується як відношення витрат до доходів:

$$C = \frac{B}{D} \quad (17)$$

Для першого випадку ця формула (17) виглядатиме так:

$$C_n = \frac{B_n + B_{ум.СПВ}}{D_{ч.н}}, \quad (18)$$

а для другого –

$$C_{н+СПВ} = \frac{B_{ст}}{D_{ч.н.} + D_{ч.СПВ}} \quad (19)$$

З аналізу формул (18) і (19) видно, якщо коефіцієнт собівартості буде наближатися до 1,0, то рентабельність поступово буде знижуватися.

Побудовано графіки залежності витратної частини від обводненості флюїду, залежності чистого доходу від коефіцієнта обводненості та коефіцієнта собівартості від коефіцієнта обводненості для першого випадку (класичний випадок) (рис. 1) і другого випадків (рис. 2).

В першому випадку, коли коефіцієнт обводнення впливає на витрати, можна виділити ліній-

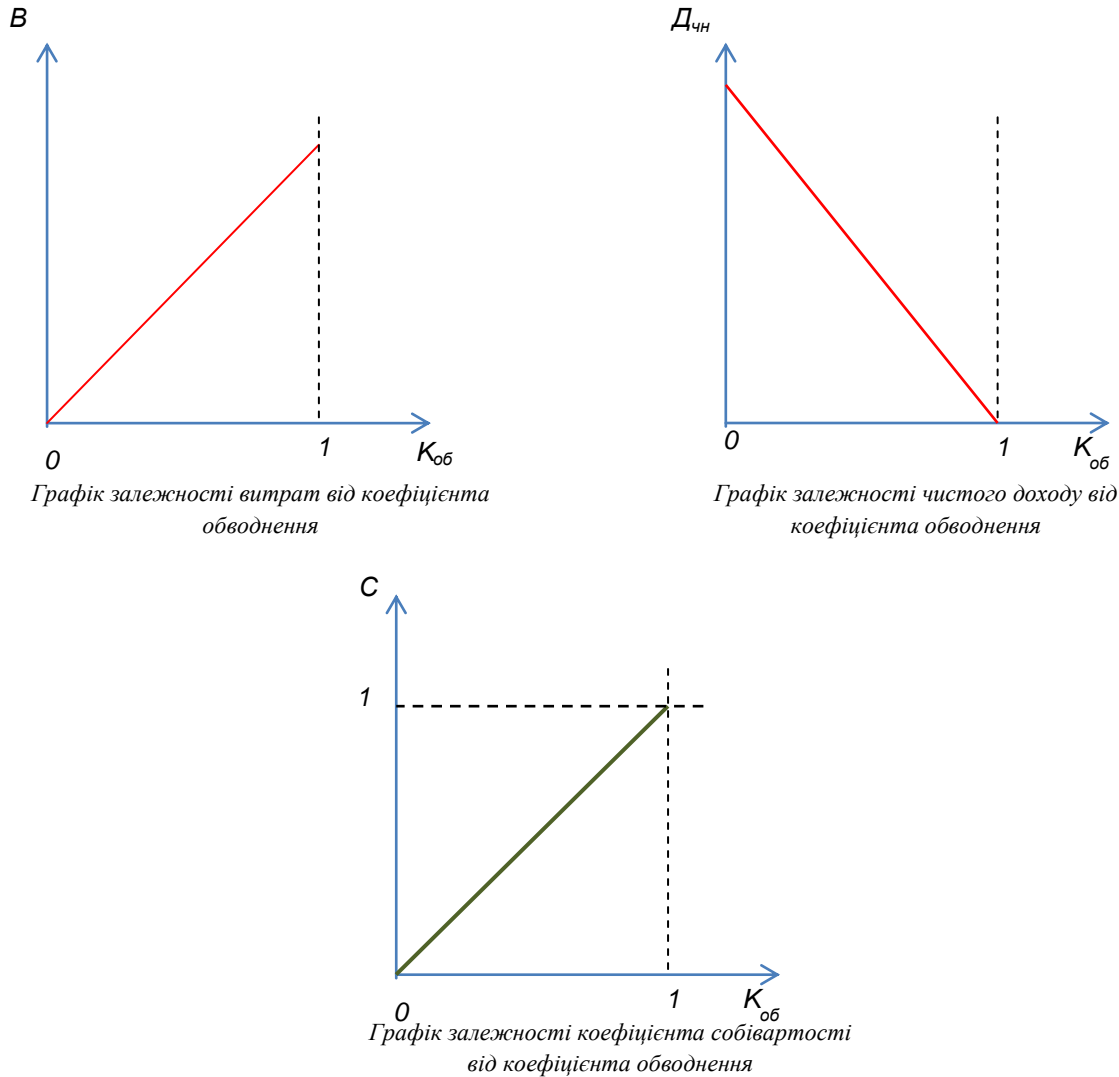


Рис. 1. Графіки залежностей класичний випадок

ну залежність, чим більший коефіцієнт обводнення флюїду тим більші витрати. Також в лінійній залежності знаходяться і доходи, але мають обернений характер.

В першому випадку із збільшенням коефіцієнта обводнення флюїду витрати постійно зростають, а доходи знижуються, тим самим зменшуючи рентабельність родовища.

В другому випадку витрати набувають потемнішої стабільності і залишаються сталими, при цьому не залежать від коефіцієнта обводнення. аналізуючи залежність доходу від коефіцієнта

обводнення, бачимо, що дохід від реалізації нафти так само як і в першому випадку має обернено пропорційну залежність від коефіцієнта обводнення флюїду, але при цьому із збільшенням коефіцієнта обводнення виникають додаткові доходи у вигляді реалізації супутньо-пластової води. На графіку (Б) можна виділити зону **ABC**, яка відобразить надприбуток, який може отримати нафтовидобувне підприємство, якщо реалізуватиме супутньо-пластову воду в якості гідромінеральної сировини. При цьому рентабельність родовища (в даному випадку доречніше викорис-

товувати більше загальне поняття родовище, оскільки видобуток і реалізація йде не тільки нафти як продукту, а також і гідромінеральної сировини) залежить від коефіцієнта собівартості, який в свою чергу залежить від витрат та доходів, враховуючи, що в цьому підході витрати є const, то все залежить від доходів. Які в свою чергу залежать від коефіцієнта обводнення та ціни на нафту та гідромінеральну сировину. Тож

у випадку, коли доходи від реалізації нафти не будуть покривати витрати, на перший план при експлуатації родовища виходять доходи від реалізації гідромінеральної сировини. Головним критерієм дохідної частини гідромінеральної сировини, є ціна за об'ємну одиницю на цю сировину.

**Висновки**

Використання супутньо-пластової води (СПВ)

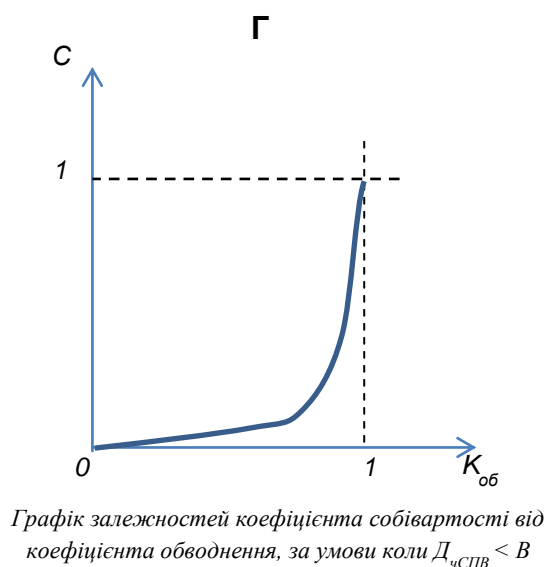
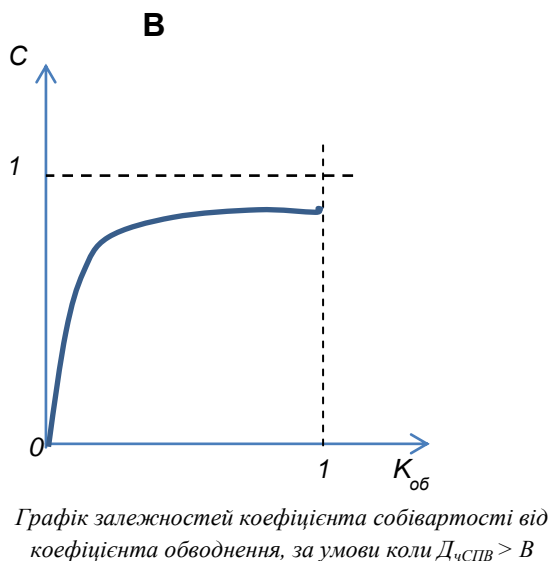
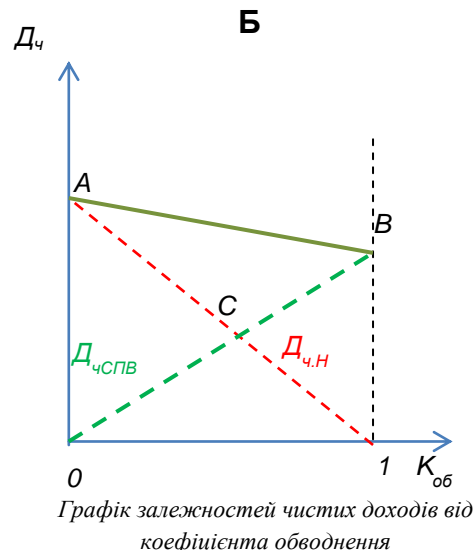
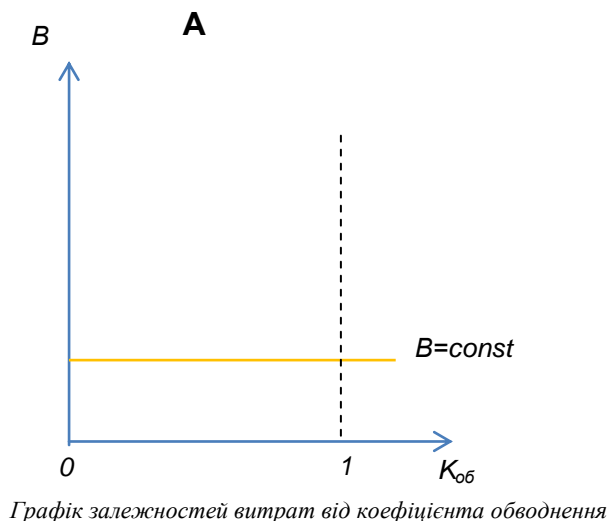


Рис.2 Графіки залежностей при використанні СПВ в якості гідромінеральної сировини

в якості гідромінеральної сировини з теоретичної точки зору є перспективним напрямом. Оскільки нафтовидобувне підприємство може отримувати додатковий дохід і не витратитися на утилізацію супутньо-пластової води.

Але ця схема розглядалася для «ідеальних» умов експлуатації і використання супутньо-пластової води як гідромінеральної сировини. Головною умовою такого використання є ціна на

гідромінеральну сировину, яка при коефіцієнті обводнення 1,0 повинна перебивати витрати, які ідуть на видобуток гідромінеральної сировини. За таких умов можливе використання СПВ та отримання надприбутку. Велика різниця між дохідною та витратною частинами дозволить збільшити термін експлуатації родовища.

Підсумовуючи можна сказати, що головним критерієм використання СПВ в якості гідроміне-



ральної сировини є ціна на цю сировину. Яка в свою чергу залежить від вмісту в ній хімічних компонентів та їх концентрацій.

Цю схему можна використовувати при великих об'ємах видобутку супутньо-пластової води

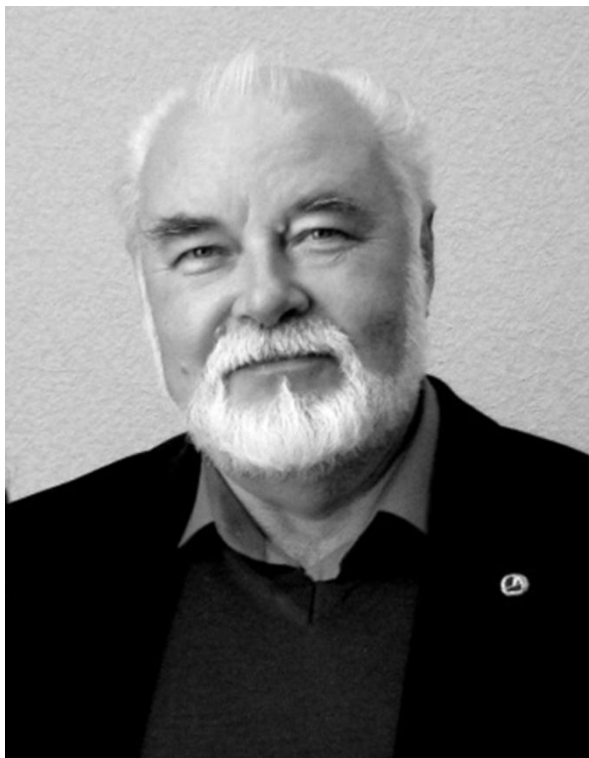
також на газових і газоконденсатних родовищах на кінцевих стадіях або після завершення їх експлуатації.

#### Література

1. Бураков, Ю. Г. Совместное освоение углеводородного и гидротермального сырья на месторождениях нефти и газа / Ю. Г. Бураков // Проблемы разработки газовых, газоконденсатных и нефтеконденсатных месторождений. – 2014. – № 4(20). – С. 59–68.
2. Васильев А. Н. Прогноз техногенного засоления почв на нефтепромыслах северо-востока Украины в рамках ОВОС / А. Н. Васильев, Н. Е. Журавель, П. В. Клочко. – Х. : Экограф, 1999. – 86 с.
3. Водний кодекс України / Верховна Рада України. Кодекс від 06.06.1995 № 213/95-ВР
4. Гайко, Г. І. Історія гірництва. Підручник / Г. І. Гайко, В. С. Білецький. – Київ–Алчевськ : Видав. дім «Києво-Могилянська академія», вид-во «ЛАДО» ДонДТУ. – 2013. – С. 542.
5. Журавель, Н. Е. Проблемы охраны подземных вод в районе нефтегазовых месторождений на конечной стадии разработки (на примере Качановского месторождения) / Н. Е. Журавель, П. В. Клочко, Л. С. Самонова // Экологические аспекты загрязнения окружающей среды. Часть 2. – К. : 1996. – С. 91–92.
6. Іванюта, М. М. Атлас родовищ нафти і газу України. I-III т. / М. М. Іванюта. – Львів : «Центр Європи», 1998.
7. Бромиды подземных вод нефтегазоносных районов Днепровско-Донецкой впадины / Н. О. Крюченко, Э. Я. Жовинский М. В., Кухар К. Э. Дмитренко // Геотехнічна механіка. – 2013. – № 112. – С. 163–172.
8. Кучманіч, Н. Перспектива видобутку йоду з пластових вод нафтогазових родовищ Бориславського нафтопромислового району / Н. Кучманіч // Вісн. Львів. ун-ту. Серія географічна. – Вип. 37. – Львів – 2009. – С. 76–84.
9. Мехтиев, У. Ш. Воды нефтегазовых месторождений Апишеронского полуострова как сырье для получения ценных компонентов / У. Ш. Мехтиев, Ф. М. Гаджиев // Фундаментальные проблемы нефтегазовой гидрогеологии: Мат-лы междунаро. конф., посвящ. 80- летию А. А. Карцева. – М. : ГЕОС. – 2005. – С. 309–312.
10. Податковий кодекс України. / Верховна Рада України. Кодекс від 02.12.2010 № 2755-ВР.
11. Рева, М. В. Вплив видобутої пластової води на екологічну безпеку водоносних горизонтів на нафтових родовищах / М. В. Рева // Мат. II наук. конф. «Актуальні проблеми гідрогеології». ХНУ імені В. Н. Каразіна. – Х. : 2015. – С. 110–112.
12. Рева, М. В. Нові підходи до використання супутньо-пластових вод / М. В. Рева, І. Є. Кошлякова // Матеріали VI Всеукраїнської наукової конференції-школи «Сучасні проблеми геологічних наук». – К., 2016 – С. 83–86.
13. Рева, М. В. Супутньо-пластові води в Східному нафтогазовому регіоні України як джерело небезпеки або цінний ресурс / М. В. Рева // Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Геологія. № 1(72) – К., 2016. – С. 81–85.
14. Рева, М. В. Попутно-пластовые воды нефтяных месторождений как гидроминеральное сырье / М. В. Рева, Д. Ф. Чомко // Матеріали конференції: «Географические аспекты устойчивого развития регионов». Международная научно-практическая конференция. – Гомель, 2017. – С. 259–265.
15. Суярко, В. Г. Про джерела надходження та міграцію бром у підземних водах (на прикладі Дніпровсько-Донецького авлакогену) / В. Г. Суярко, О. В. Гаврилюк // Вісн. Харк. нац. ун-ту імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія – Географія – Екологія». – Х., 2014. – № 1128. – Вип. 41. – С.70–75.
16. Терещенко, В. О. Бром і йод в розсолах Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького рифтогену / В. О. Терещенко // Мат. II наук. конф. «Актуальні проблеми гідрогеології». ХНУ імені В. Н. Каразіна. – Х., 2015. – С. 25–28.
17. Терещенко, В. О. Гідрогеологічні умови газонакопичення в Дніпровсько-Донецькій западині. монографія / В. О. Терещенко // – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2015. – С. 244.
18. Троянова, Г. І. Щодо встановлення генезису супутньої води при розробці покладів глибинної зони на прикладі свердловини 491 Кисівського родовища / Г. І. Троянова // Мат III наук. конф. «Гідрогеологія : наука, освіта, практика». ХНУ імені В. Н. Каразіна. –Х., 2016. – С. 84–87.
19. Чомко, Д. Ф. Особливості забруднення природних вод в районах нафтовидобутку у Прикарпатті / Д. Ф. Чомко, П. В. Клочко, М. Ю Журавель // Державний міжвідомчий науково-технічний збірник «Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ». – Івано-Франківськ, 2000. – Вип. 37. – Т. 1. – С. 96–101.
20. Попутно-промысловые воды нефтяных месторождений – источник загрязнения бучакско-каневского водоносного горизонта / Д. Ф. Чомко, И. К. Решетов, Ф. В. Чомко, Т. В. Чомко // Вісн. Укр. будинку екон. та наук.-техн. знань. – К., 2004. – С. 53 – 57.
21. Чомко, Д. Ф. Супутньо-пластова вода нафтових родовищ як гідромінеральна сировина / Д. Ф. Чомко, М. В. Рева, О. В. Диняк // Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Геологія. – № 4(75). – К., 2016. – С. 77–81.
22. Юшков, И. Р. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений / И. Р. Юшков, Г. П. Хиженяк, П. Ю. Илюшин. Пермь : Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – 2013. – С. 177.

# ХРОНІКА

## ДО ЮВІЛЕЮ Костянтина Аркадійовича НЕМЦЯ



16 січня виповниться 70 років від дня народження видатного українського вченого – гідрогеолога і географа Костянтина Аркадійовича Немця.

Костянтин Аркадійович – доктор географічних наук, професор кафедри соціально-економічної географії і регіоназнавства, кандидат геолого-мінералогічних наук, професор кафедри гідрогеології, заслужений професор Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (2015), Відмінник освіти України (2005), Почесний доктор Ужгородського національного університету.

К. А. Немець народився в с. Городниця Житомирської області. В 1965 році закінчив Снігурівську середню школу (Миколаївська обл.) із золотою медаллю. В цьому ж році він поступив на геолого-географічний факультет Харківського державного університету імені О. М. Горького, а в 1970 році з дипломом інженера-геолога, гідрогеолога з відзнакою був направлений на роботу в проектний інститут «ПІВДЕНДІПРОЦЕМЕНТ».

В 1972 році Костянтин Аркадійович за запрошенням професора Г. Г. Мальованого переходить на кафедру гідрогеології на посаду асистента і вступає в заочну аспірантуру. В 1979 році в

Московському геологорозвідувальному інституті (МГРІ) він успішно захистив кандидатську дисертацію за темою «Исследование фильтрационной неоднородности трещиноватых пород в зоне гипергенеза методом математического моделирования (на примере верхнемелового водоносного горизонта верхней части бассейна Северского Донца)». На кафедрі гідрогеології він працював на посаді асистента, доцента, з 1984 року по 1986 рік займав посаду завідувача кафедри гідрогеології і декана геолого-географічного факультету.

З 1986 року по 1995 рік Костянтин Аркадійович працював старшим науковим співробітником в інституті «ТюменьГИПРОГаз» в Новому Уренгої Тюменської області Росії. Тут він розробляє математичні моделі руху підземних вод, нафти і газу в умовах кріолітозони для використання в інженерній екології і природокористуванні. Розроблена ним математична модель трьохфазної фільтрації впроваджена в «Уренгойгаздобыче» і в Українському науково-дослідному інституті природних газів.

Після повернення в Харківський національний університет з 1995 року по 2011 рік посідав посаду завідувача кафедри гідрогеології, 1995 року по 2010 рік – посаду декана геолого-

географічного факультету. В 2006 році він успішно захистив докторську дисертацію за темою «Суспільно-географічні основи інформаційного розвитку соціогеосистем» у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. У 2011 році Немець К. А. отримав вчене звання професора. З 2006 року за сумісництвом він працював на посаді професора кафедри соціально-економічної географії і регіонаознавства. З лютого 2011 року працює на цій кафедрі на постійній основі, а також за сумісництвом на кафедрі гідрогеології.

Немець К. А. є членом експертної ради з природничих математичних наук при Акредитаційній комісії «навчально-методичного центру з питань якості освіти» України, членом науково-методичних комісій Міністерства освіти і науки України з географії та геології, з 2007 по 2011 рр. був членом експертної ради ВАК України з географії. Є членом спеціалізованих вчених рад із захисту докторських в Одеському національному університеті імені І. І. Мечнікова та кандидатських дисертацій у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

Немець К. А. проводить активну науково-педагогічну роботу з підготовки фахівців найвищої кваліфікації. Під його керівництвом один докторант захистив докторську дисертацію і сім аспірантів та здобувачів захистили кандидатські дисертації.

Костянтин Аркадійович є головним редактором збірника наукових праць «Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», членом редакційної колегії фахового видання «Часопис соціально-економічної географії» та членом редколегії фахових видань у галузі геог-

рафічних і геологічних наук в інших ВНЗ та установах України.

Немець К. А. має більше 200 наукових публікацій, з яких 20 навчально-методичних посібників в тому числі 1 навчальний посібник з грифом МОН України та 12 монографій.

Немець К. А. веде активну викладацьку діяльність на факультеті геології, географії, рекреації і туризму ХНУ імені В. Н. Каразіна. Він викладає курси: «Теорія і методологія географічної науки», «Статистичні методи і обробка геоінформації», «Інформаційна географія і ГІС» та «Системний аналіз в суспільній географії», «Математична статистика та обробка геологічної інформації», «Геоінформаційні системи в гідрогеології». Він активно застосовує сучасні методи та методики навчання та інформаційно-комунікаційні технології, включаючи дистанційну освіту.

За значний особистий внесок у розвиток вищої освіти, за досягнення значних успіхів в організації навчальної, науково-методичної та науково-дослідної роботи, підготовці та підвищенні кваліфікації наукових та науково-педагогічних кадрів розвитку педагогічної науки Костянтина Аркадійовича Немця в 2008 році було нагороджено нагрудним знаком «Петро Могила». Також його було нагороджено Почесною грамотою Міністерства освіти і науки України (2003 р.), нагрудним знаком «Відмінник освіти України» (2005), медаллю імені В. Н. Каразіна (2013).

Щиро вітаємо ювіляра, зичимо міцного здоров'я, мудрості і творчої наснаги, успішного здійснення всіх планів і задумів, любові до життя, миру і благополуччя в домі, успіхів у підготовці нових поколінь географів і гідрогеологів!

*Співробітники факультету геології, географії, рекреації і туризму  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*

*та*

*співробітники ННІ «Інститут геології»*

*Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

## ABSTRACTS

### GEOLOGY

---

UDC 551.243.8:550.8(477)

**O. V. Bartashchuk**, PhD (Geology), Head of Department,  
Ukrainian Research Institute for Natural Gases,  
e-mail: [alekseybart@gmail.com](mailto:alekseybart@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0001-7831-6134>

#### SYSTEM ORGANIZATION OF DISJUNCTIVE TECTONICS IN CONSOLIDATED BASEMENT OF DNIPRO-DONETS PALEORIFT

**Formulation of the problem.** The article is the second in trilogy, which exposes geological structure and geodynamic evolution of Proterozoic crystalline basement of Dnieper-Donets paleorift. Knowledge of strike-slip tectonics of intraplate geostructures with sedimentary basins belonging to them, such as Dnieper-Donets paleorift with cognominal hydrocarbon bearing basin within it, has important applied significance, owing to structure-forming and structure-controlling role of strike-slip faults, that cause spatial distribution of various tectono-magmatic centers, zones of fold uplifts series, structural-facial zones, salt-folds subbasins, etc., within which oil & gas fields are localised. The subject of the research is structural appearance of strike-slip tectonics in precambrian crystalline basement in the form of secondary deformed structures of rift evolution stage. The subject of studies has been structural-paleotectonic and paleogeodynamic conditions of Dnieper-Donets rift formation.

**The purpose of the article.** Purpose of the research has been study of structure-forming processes at the rifting stage, for which the following tasks have been resolved:

- study of territory expansion in the ancient rift zones of horizontal strike-slip dislocations;
- reconstruction of tectonical position of paleogeodynamic field's main parameters in paleotensions of rift evolution stage;
- study of typical structural-kinematic paragenesis in identified zones of strike-slip dislocations;
- modelling of Dnieper-Donets rift formation kinematics.

**Methods.** Methodical approach in researches of rift stage tectonic evolution has been identified by complexing of structural-kinematic and structural-paragenetic methods of tectonophysical analysis for study and diagnostic of morphogenetic type of Precambrian basement dislocation structures. Actual curvlinearity of basement faults has been converted to discrete assemblage of lineaments with overall number of 900 items, which filled output database for tectono-physics analysis of disjunctive systems.

**Results.** Spatial dislocation, paleotectonic position and paleogeodynamic conditions of ancient riftogenic fault systems formation has been studied. Modelling of rift formation kinematics has been carried-out based on reconstruction of main parameters of earth crust tension-deformation state at the stage of rifting. It has been shown that rifting was occurring in overall plate collision geodynamic environment under interference of local horizontal strike-slip field of paleotensions from tangential component stretching. Under these geodynamic conditions in zones of dynamic influence of almost all regional systems of disjunctive faults, linear zones of concentration of horizontal strike-slip dislocations, creating within them typical ensembles of secondary deformed strike-slip structural-kinematic paragenesis, were forming. Elastic deformation with divergence of "cold" continental earth crust was grounded by the rifting mechanism. The main role in rifting mechanism was played by transforming faults formed following structural directions of transverse transregional fault systems. They served as unique tectonic "rails" by which opposite margins of megasegments – pull-apart basins were spreading, which consequently joined and tuned into one rift system.

**Scientific novelty.** The main factor and cause of continental rifting should be considered stretching deformations of earth crust in strike-slip field of geodynamic tensions, owing to that "embryo" subbasins, following mechanism of pull-apart basin was formed. They created "windows" for injection of mantle substance by newly built weaken zones in earth crust, and as a result they formed a steady-state "mantle window" in lithosphere, that served as distributary channel in the rift system of mantle fluids.

**Keywords:** strike-slip tectonics, linear zone of dislocation, geodynamics stress, kinematic, rifting.

#### References

1. Cloos, H. (1928). *Experiment zur im eren tectonic. Zentral fur Mineralogie*, 12, 609–629.

2. Riedel, W. (1929). *Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen. Zentral fur Mineralogie. Berlin: Abt. Gell. und Pal, 354-368.*
3. Moody, L., Hill, M. (1956). *Wrench fault tectonic. Bull. Geol. Soc. Amer, 64 (9), 1207.*
4. Tchalenko, J. (1970). *Similarities between shear zones of different magnitudes. Bull. Geol. Soc. Amer, 81 (6), 1625–1640.*
5. Stoyanov, S. (1977). *Mehanizm formirovaniya rasryvnyh zon [Mechanism of forming interrupting zone]. Moscow: Nedra, 143.*
6. Gzovskiy, M. (1975). *Osnovy tektonofisiki [Fundamentals of tectonophysics]. Moscow: Nauka, 536.*
7. Sherman, S., Bormyakov, S., Buddo, V. (1981) *Oblasti dinamicheskogo vliyaniya raslomov (resultaty modelirovaniya) [Fild dynamic influence fractures (model results)]. Novosibirsk: Nauka, 112.*
8. Gintov, O. (2005). *Polevaya tektonofisika i eyo primeneniye pri izuchenii deformacii zemnoy kory [Fild tectonophysic and implementation in considering misshapen earth's crust]. Kyiv: Feniks, 572.*
9. Chebanenko, I., Klochko, V., Verhovcev, V. (1991). *Sootnoshenye strukturnykh planov, raslomno-blokovoy tektoniky Dneprovsko-Donetskogo avlakogena s neftegazonosnostju [Ratio structural plans fault- block tectonics of Dniprovsko-Donetskogo avlakogen with oil-and-gas content]. Kyiv: Nauk. Dumka, 60–64.*
10. Chebanenko, I. (1977). *Teoreticheskie aspekty tektonicheskoy delimosty zemnoy kory. Kyiv: Nauk. Dumka, 84.*
11. Lukin, A., Cheha, O., Geyko, T., Omel'chenko, V. (2012). *Tektonika severnogo borta Dneprovsko-Donetskogo avlakogena v kontekste obshchih zakonomernostey kontinental'nogo ryftogeneza. Geol. zhurn., 3, 7–38.*
12. Korchemagin, V., Emets, V. (1987). *Osobnosti razvitiya tektonicheskoy struktury i polya napryazheniy Donbasa i Vostochnogo Priazov'ya. Geotektonika, 3, 49-55.*
13. Vysochanskij, I., Krot, V., Chebanenko, I., Klochko, V. (1990). *Tektonicheskie narusheniya i voprosy neftegazonosnosti (osobennosti tektoniki Dneprovsko-Donetskogo avlakogena. Kyiv: Preprint AN USSR, In-t geol. nauk, 90-29, 38.*
14. Bartashchuk, O. (2016). *Systemna organizatsiya duz'yunktivnoy tektoniki konsolidovanogo fundamentu Dniprovs'ko-Donets'kogo paleoriftu. Chastina I. Lineamenti. Visnik HNU, seriya "Geologiya, geografiya, ekologiya", 45, 14–22.*

UDC 556.388:504.064:665.71

A. L. Bricks, PhD (Geology and Mineralogy),  
Leading Researcher,

Iu. O. Negoda, Junior Researcher,

phone: +380964875154, e-mail: [gwp\\_ign@gwp.org.ua](mailto:gwp_ign@gwp.org.ua)

<https://orcid.org/0000-0001-5048-1437>,

<https://orcid.org/0000-0001-5048-1437>

## TRANSFORMATION OF THE IMMOBILE PART OF THE LIGHT PETROLEUM PRODUCTS IN THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

**Formulation of the problem.** The article is devoted to principles of hydrocarbon pollution cluster formation in geological environments, the part of the contaminant accumulation that consists of immobile oil products, not the lenses of the light oil products. This fluid is retained by soils in aeration and saturated zones, and for many years it has been the source of hydrocarbons that pollutes the aquifer.

The important reason for investigation is the periodic transition of oil products from the mobile to the immobile state and vice versa, depending on the direction of the oscillatory movement of the groundwater levels.

**The purpose of the article.** Research of the state of the petroleum product pollutant is necessary for the differentiated determination of quantitative indicators and assessment of the threat posed by the individual components of the contamination foci.

**Methods.** The authors' own achievements, as well as the research results of native and foreign investigators made the methodical basis for the article.

**Results.** As an example of the need to study the oil product clusters in the geological environment in depth, the results of studies conducted on the territory of the airfield near the city of Mykolaiv (Ukraine) are presented. A layer of mobile kerosene, located on the surface of a perched aquifer was discovered here.

**Scientific novelty and practical significance.** A feature of oil pollution formation on a special type of aquifer, the so-called perched aquifer is considered.

Additional attention should be paid to identification and evaluation of oil product liquids blocked in the water saturated zone.

**Keywords:** geological environment, light oil products, immobile oil liquid, perched aquifer, transformation of contaminant cluster.

### References

1. Bricks, A. L., Havryliuk, R. B. (2011). *Osoblyvosti rozpovsyudzhennya rozchynenykh u gruntovykh vodakh naftovykh vuhlevodniv na dilyantsi aerodromu m. Mykolayiv (Ukrayina)*. [Peculiarities of the distribution of oil hydrocarbons dissolved in groundwater at Mykolaiv aerodrome site (Ukraine)]. *Geologichnyy Zhurnal*, 1 (334), 120–127.
2. Bricks, A. L., Havryliuk, R. B., Ognianik, M. S. (2017). *Rozvytok monitorynhovykh doslidzhen' u zv'yazku iz zabrudnenniam pidzemnykh vod naftoproduktamy* [Development of monitoring studies in connection with the contamination of groundwater with oil products]. *Geologichnyy Zhurnal*, 1 (358), 37–46.
3. Shestopalov, V. M., Drobnohod, N. Y., Ljal'ko V. I. (1989). *Vodoobmen v gidrogeologicheskikh strukturah Ukrainy. Vodoobmen v estestvennykh usloviyah* [Water exchange in hydrogeological structures of Ukraine. Water exchange in natural conditions]. Kyiv: Naukova dumka, 288.
4. *Vremennoe metodicheskoe rukovodstvo po provedeniyu kompleksnykh ekologo-gidrogeologicheskikh issledovaniy (na territorii Ukrainy)* [Temporary methodological guidance on the conduct of complex environmental and hydrogeological research (on the territory of Ukraine)] (1994). Kyiv: GGP «Geoprognoz», 331.
5. Gogol', S. B., Dadykin, S. V. (1999). *Opyit ochistki geologicheskoy sredy ot neftjanogo zagryazneniya na territorii g. Brjanska*. [Experience in cleaning up the geological environment from oil pollution in the city of Bryansk]. *Geologicheskij vestnik central'nyh rajonov Rossii*, 1-2, 74–78.
6. Gol'dberg, V. M., Gazda, S. (1984). *Gidrogeologicheskije osnovy ohrany podzemnykh vod ot zagryazneniya* [Hydrogeological basis of groundwater protection from pollution]. Moscow: Nedra, 262.
7. Kazenov, S. S., Arbuzov, A. I., Kovalevskij, Ju. V. (1998). *Vozdeystvie ob'ektov nefteproduktoobespecheniya na geologicheskuyu sredu*. [The impact of oil products on the geological environment]. *Izvestiya RAN. Geojekologiya*, 1, 54–74.
8. Konopljancev, A. A., Semenov, S. M. (1974). *Prognoz i kartirovanie rezhima gruntovykh vod*. [Prognosis and mapping of groundwater regime]. Moscow: Nedra, 216.
9. Borevskij, B. V., Borevskij, L. V., Buharin, S. N. etc. (1997). *K probleme lokalizacii i likvidacii neftnykh zagryaznenij na ob'ektah Minoborony RF*. [On the problem of localization and liquidation of oil pollution in the Russian Ministry of Defense facilities]. *Izvestiya RAN. Geoekologiya*, 5, 75–83.
10. *Materialyi seminaru po zaschite podzemnykh i poverhnostnykh vod ot zagryazneniya syroyo neftyu i nefteproduktami, organizovanogo Komitetom po vodnym resursam Evropejskoy ekonomicheskoy komissii Organizatsii Ob'edinennykh Natsiy, sostoyavshegosya v Zheneve s 1 po 5 dekabrya 1969 goda* [Proceedings of the seminar on the protection of ground and surface waters against pollution by crude oil and oil products, organized by the Committee on water resources of the European Economic Commission of the United Nations, held in Geneva from 1 to 5 December 1969]. (1970). New-York, 1, 169.
11. *Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu, obsledovaniyu, pasportizatsii i otsenke ekologicheskoy opasnosti ochagov zagryazneniya geologicheskoy sredy nefteproduktami*. [Methodological recommendations for the identification, inspection, certification and assessment of the environmental hazard of foci of contamination of the geological environment with oil products]. (2002). Moscow: «GIDEK», 87.
12. Mironenko, V. A., Petrov, N. S. (1995). *Zagryaznenie podzemnykh vod uglevodorodami*. [Contamination of groundwater by hydrocarbons]. *Izvestiya RAN. Geoekologiya*, 1, 3-27.
13. Mironenko, V. A., Rumynin, V. G. *Problemy gidrogeoekologii*. [Problems of hydrogeoecology]. (1999). Moscow: Izd. MGGU, 3, 312.
14. Ognianik, N. S., Paramonova, N. K., Briks, A. L., Pashkovskij, I. S., Konnov, D. V. (2006). *Osnovy izucheniya zagryazneniya geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami*. [Basics of studying the pollution of the geological environment with light petroleum products]. Kyiv: «A.P.N.», 278.
15. Paramonova, N. K., Golub, G. I., Zapolskiy, I. N. etc. (2016). *Vliyanie kolebaniya gruntovykh vod na formirovanie ostatochnykh i zaschemlennykh legkikh nefteproduktov*. [Influence of water fluctuations on formation of retained and trapped light petroleum products]. *Geologichnyy Zhurnal*, 1 (354), 112–124.
16. Pikovskiy, Yu. I. (1993). *Prirodnyie i tehnogennyye potoki uglevodorodov v okruzhayushey srede*. [Natural and technogenic flows of hydrocarbons in the environment]. Moscow: Izd. MGU, 208.
17. Seredin, V. V. (1998). *Otsenka geoekologicheskikh usloviy sanatsii territoriy, zagryaznennykh neftyu i nefteproduktami*. [Assessment of geoecological conditions for sanitation of territories contaminated with oil and oil products]. Perm: Izd. permskogo gos. tehn. universiteta, 153.
18. Goldberg, V. M., Zverev, V. P., Arbuzov, A. I. etc. (2001). *Tehnogennoe zagryaznenie prirodnykh vod uglevodorodami i ego ekologicheskije posledstviya*. [Technogenic pollution of natural waters by hydrocarbons and its ecological consequences]. Moscow: Nauka, 125.
19. Ognianik, M. S., Paramonova, N. K., Briks, A. L., Havryliuk, R. B. (2013). *Ekologo-gidrogeologicheskij monitoring territorij zagryazneniya geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami*. Kyiv: «LAT & K.», 254.
20. Mercer, J. W. and Cohen, R. M. (1990). *A review of immiscible fluids in the subsurface: Properties, models, characterization and remediation*. *J. Contam. Hydrol.*, 6 (2), 107-163.
21. *Oil in Freshwater: Chemistry, Biology, Countermeasure Technology* (1987): *Proceedings of the Symposium of Oil Pollution in Freshwater*, Edmonton, Alberta, Canada. Pergamon Press, 526.
22. Schwille, F. (1975). *Groundwater pollution by mineral oil products*. *Groundwater Pollution Symposium: Proceedings of the Moscow Symposium, August 1971, IAHS-AISH Publ*, 103, 226–240.

UDC 561.261:551.763.3(477.54)

\*A. V. Matveyev, PhD (Geology), Associate Professor,

\*I. V. Kolosova, Senior Lecturer,

\*\*Ya. S. Kurepa, Geologist,

\*V. V. Sinegubka, Student,

\*A. D. Shomina, Student,

\*V. N. Karazin Kharkiv National University,

\*\*«Ukrainian geological company», Rivne Complex Geological Party,

e-mail: [mathwey@ukr.net](mailto:mathwey@ukr.net),

<https://orcid.org/0000-0002-2600-6529>,

<https://orcid.org/0000-0002-1428-4281>,

<https://orcid.org/0000-0003-4532-7878>,

<https://orcid.org/0000-0002-0740-7714>,

<https://orcid.org/0000-0002-9236-5095>

## PALEONTOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TURONIAN DEPOSITS ON THE WESTERN SLOPE OF THE UKRAINIAN SHIELD

**Formulation of the problem.** Turonian deposits of eastern Volhyn are very wide-spread, a number of mineral raw materials deposits are associated with them. The stratigraphic position is justified insufficiently.

**The purpose of the article** is to perform a detailed zonation based on the study of the fossil complex, to recreate features of the paleogeography of the Turonian basin.

**Results.** The results of studying the remains of calcareous nannoplankton, foraminifera, ostracod, and bivalve are presented in the work. In the section near the city of Zdolbuniv nannoplankton and foraminifera zones are established. In the lower Turonian the nannoplankton zone UC6 + UC7 and the Marginotruncana pseudolinneiana zone are highlighted.

In the lower part of the middle Turonian, a break is identified, which corresponds to the UC8 nannoplankton zone. In the upper part of the middle Turonian the Marginotruncana coronata zone, in the upper Turonian the Dicarinnella canaliculata zone is discernible. In the middle and upper Turonian we defined nannoplankton zone UC9.

The foraminifera, ostracods and the bivalve have features of the Turonian paleobasin. In the lower Turonian, the complex of nannoplankton and foraminifera is depleted, ostracods are represented by one species, bivalvia are very rare, with a thin wall and small dimensions. This indicates a great depth of the basin.

At the beginning of the middle Turonian a break in sedimentation is observed. It was accompanied by erosion or karst in underwater conditions. Accumulation of precipitation at the end of the middle Turonian occurs in a shallow basin. Over time, the pool is even smaller, the amount of benthos and its diversity are increasing.

**Scientific novelty and practical significance.** For the first time a detailed zonation of Turonian deposits on a complex of fossils is conducted. Some features of the geological history of the basin have been established.

**Keywords:** Turonian, Volyn-Podolskaya plate, calcareous nannoplankton, foraminifera, ostracods, bivalve.

### References

1. Akimec, V. S., Ben'jamovskij, V. N., Kopaevich, L. F. (1991). *Prakticheskoe rukovodstvo po mikrofaune SSSR. T. 5. Foraminifery mezozoya [Practical Guide to microfossil of the USSR. Vol.5. Foraminifers of the Mesozoic].* Lenin-grad, 209.
2. Andreev, Ju. N. (1988). *Melovye ostrakody Srednej Azii [Cretaceous ostracods of Central Asia].* Moscow, 38.
3. Bushinskij, G. I. (1954). *Litologija melovyh otlozhenij Dneprovsko-Donckoj vpadiny [Lithology of Cretaceous sediments of the Dnieper-Donets].* IG AN SSSR, 156, 160.
4. Astahova, T. V., Gorak, S. V., Kraeva, E. Ja. (1984). *Geologiya shelfa SSSR. Stratigrafiya (shelf i poberezhya Chernogo morya) [Geology of the shelf of the USSR. Stratigraphy (shelf and coast of the Black Sea)].* Kiev: Naukova dumka, 78–81.
5. Didenko, Yu. V. (2005). *Ostrakody verkh'okrejdovykh vidkladiv Volyno-Podillya [Ostracods of the Upper Cretaceous deposits of Volyn Podillya].* Kyiv, 14.
6. Kaptarenko-Chernousova, O. K., Plotnikova, L. F., Lipnik, E. S. (1979). *Foraminifery mela Ukrainy: paleontologicheskij spravochnik [Foraminifera of the Cretaceous period of Ukraine: paleontological reference book].* Kiev: Naukova dumka, 158–232.
7. Kopaevich, L.F. (2011). *Planktonnyie foraminiferyi pozdnego mela Vostochno-Evropejskoy platformy i ee yuzhno obramleniya: zonalnaya biostratigrafiya, smena na glavnijih rubezhah, paleokeanologicheskie rekon-*

- struksii [Planktonic foraminifera of the Late Cretaceous of the East European platform and its southern frame: zonal biostratigraphy, change at the main borders, paleoceanological reconstruction]. Moscow: Science, 59.
8. Kotsyubinskiy, S. P. (1966). Zonalnoe delenie verhnego turona i konyaka Volyino-Podolskoy plityi [Zonal division of the Upper Turonian and Cognac of the Volyn-Podolsk Plate]. *Paleontol.*, 2, 124–127.
  9. Matveev, A. V. (2011). Osobennosti metodiki izuchenija izvestkovogo nanoplanktona [Peculiarities of the methods of studying of calcareous nannoplankton]. *Bulletin of Kharkov University*, 956, 43–46.
  10. Nikolaeva, I. A., Neustrueva, I. Yu., Andreev Yu. N. (1999). Prakticheskoe rukovodstvo po mikrofaune. T. 7. Ostrakody mezozoya [Practical guidance on microfauna. Vol. 7. Ostracoda of the Mesozoic]. SPb.: VSEGEI, 432.
  11. Radkevich, G. A. (1892). O melovyih otlozheniyah Volyinskoy gubernii [About the sediments of the Cretaceous period of Volyn province]. *Zap.: Kievsk. ob-va estestvoisp.*, 2(2), 20.
  12. Rozumeyko, S.V. (1969). Do mikropaleontologichnoyi kharakterystyky turon-kon'yaks'kykh vidkladiv okolyts' m. Kremenetsya [To the micro-palaeontological characterization of the Turon-Cognac deposits of the outskirts of Kremenets]. *Dopovidi AN URSR. Ser. B.*, 3, 216-218.
  13. Rozumeyko, S.V. (1987). K biostratigraficheskoy kharakteristike senoman-turonskikh otlozheniy Volyini [To the biostratigraphic characteristic of the Cenomanian-Turonian deposits of Volhynia]. *Geologiya i geohimiya goryuchih iskopaemyih*, 68, 62-67.
  14. Burnett, J. A. (1998). Upper Cretaceous. Calcareous nannofossil biostratigraphy. 132-198.
  15. Eichwald, E. (1867). *Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie, décriète et figurée. Période moyenne.* Stuttgart, 2, 1304.
  16. Mazurek, A. (1931). Transgresja kredy na bazalcie w Berestowcu I Janowej Dolinie na Wolyniu [Cretaceous transgression on basalt in Berestowiec and Janowa Dolina in the Volyn]. *Warszawa: Sprawozd. Pol. Inst. Geol.*, 4 (3), 465–480.
  17. Mazurek, A. (1928). Wyniki badań nad kredą wołyńką w r. 1927 [The results of the research of the Cretaceous in the Volyn in 1927] *Warszawa: Posiedz. Nauk. Panstw. Inst. Geol.*, 19-20, 13-14.
  18. Pessagno, E. A. (1967). Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the western Gulf Coastal Plain. *Palaeontographica Americana*, 245-445.
  19. Philip, P. E. (1978). Cenomanian Ostracoda from Southern England their Taxonomy, Stratigraphy and Palaeoecology. *Greenwich*, 400.
  20. Robaszynski, F., Caron, M. (1965). Foraminifères planktoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe-Méditerranée [Cretaceous planktonic foraminifera: commentary on the Europe-Mediterranean zonation]. *Bull. Soc. Geol. France*, 166 (6), 681–692.
  21. Szczechura, J. Cytheracea (Ostracoda) from the Uppermost Cretaceous and Lowermost Tertiary of Poland. *Acta Palaeontol. Pol.*, 10 (4), 451–564.
  22. Slipper, I. J. (1997). Turonian (Late Cretaceous) ostracoda from Dover, south-east England. *Greenwich*, 473.

UDC 624.131.4

**T. P. Mokritskaya**, Doctor of Sciences (Geology), Associate Professor,  
Oles Honchar Dnipro National University,  
e-mail: [mokritska@i.ua](mailto:mokritska@i.ua),  
<https://orcid.org/0000-0002-1152-0699>

## TO THE QUESTION OF CONDITIONS, FACTORS AND CRITERIA OF GEODYNAMIC RISK IN THE BOUNDARIES OF URBAN AREAS

**Formulation of the problem** Loess deposits are widespread. They are characterized by the singular difficult deformations, therefore, their structure collapses. We have shown in the previous researches that in a zone of influence of the city properties of rocks change over time. Physical condition and gradation of microaggregates change over time as well. As a result, complex changes of physical properties occur. The duration of moistening affects the type and magnitude of the changes. Microaggregates do not disintegrate when the duration of moisture is short. When the duration of moisture is long, disintegration of the microaggregates is accompanied by the re-packaging and increasing of the endurance.

**The purpose of the article.** The forecast of relative subsidence values and endurance can be performed using statistical analysis and group accounting method arguments. In this paper, we show the possibilities of forecasting using the example of a concrete construction site.

**Methods.** Statistical method and the method of inductive modeling by group accounting of arguments were used in prognostic researches. In calculation of subsidence in the zone influences and stability analyses we used standard methods.

**Results.** The object of research is an elementary natural and technical system formed by a projected building. The house will be built in the zone of distribution of loess's (the erosion basin Vstrechnaya, Dnipro). The groundwater level in erosion basin is at a depth of 0.5 to 14.0 m. The magnitude of the increase



of Groundwater level is 1.55 m from the modeling results in the research area. According to the results of multi-year data statistical analysis, close correlation relations between the property indices, regression between indicators of the physical state was found. The forecast values of mechanical properties' indicators are established as the results of inductive modeling with the method of group accounting of arguments. The forecast values of humidity and other indicators of the physical state, the content of individual fractions were set as well. The values were calculated to characterize a moderate and intensive change in soil properties in comparison with the natural state. Deformation calculations in the ground base and stability analysis were performed by standard analytical methods.

**Scientific novelty and practical significance.** The following variants of events were considered: long-term or short-term humidification, complete or selective change in indicators of the physical condition of soils and microaggregate structure. The loss of strength is most likely to happen in case of emergency soaking of soils when the physical state changes but dispersion do not change.

**Keywords:** loess, micro-aggregate composition, strength, forecast, group argument method.

#### References

1. Mokritskaya, T. P. (2013). *Formirovaniye i evolyutsiya geologicheskoy sredy Pridneprovskogo promyshlennogo regiona. [Formation and evolution of the geological environment of Pridneprovsky industrial region]. Aktsent PP, 274.*
2. Klymchuk, L. M., Blynov, P. V., Velychko, V. F., Prymushko, S. I., Fesenko, O. V., Shestopalov, V. M. (2008). *Suchasni inzhenerno-heolohichni umovy Ukrayini yak skladova bezpeky zhyttyedyal'nosti [Modern engineering-geologic conditions of Ukraine such as component of life safety]. VPTS «Ekspres», 191.*
3. Klose, M., Auerbach, M., Herrmann, C., Kumerics, C., Gratzki, A. (2017). *Landslide Hazards and Climate Change Adaptation of Transport Infrastructures in Germany. Advancing Culture of Living with Landslides, 1, 535-541.*
4. Guzzetti, F., Mondini, A. C., Cardinali, M., Fiorucci, F., Santangelo, M., Kang-Tsung Chang (2012). *Earth-Science Reviews, 112 (1–2), 42-66.*
5. Gaidzika, K., Ramirez-Herrera, M. T., Bunn, M., Leshchinsky, B. A., Olsen, M. and Regmi, N. R. (2017). *Landslide manual and automated inventories, and susceptibility mapping using LIDAR in the forested mountains of Guerrero, Mexico. Geomatics, natural hazards and risk, 1, 1-26. doi:10.1080/19475705.2017.1292560*
6. Rosi, A., Tofani, V., Tanteri, L. et al. (2017). *The new landslide inventory of Tuscany (Italy) updated with PS-InSAR: geomorphological features and landslide distribution. Landslides, 0, 1-26. doi:10.1007/s10346-017-0861-4*
7. Robinson, T.R., Rosser, N. J., Densmore, A. L., Williams, J. G., Kincey, M. E., Benjamin, J., Heather, J. A. Bell. (2017). *Rapid post-earthquake modelling of coseismic landslide intensity and distribution for emergency response decision support. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 17, 1521–1540. doi:10.5194/nhess-17-1521-2017*
8. Qi, S., Xu, Q., Lan, H., Zhang, B., Liu, J. (2010). *Spatial distribution analysis of landslides triggered by 2008.5.12 Wenchuan Earthquake, China. Engineering Geology, 116 (1–2), 95-108. doi:10.1016/j.enggeo.2010.07.011*
9. Tanyaş, H., van Westen, C. J., Allstadt, K. E., Anna Nowicki Jessee, M., Görüm, T., Jibson, R. W., Hovius, N. (2017). *Presentation and analysis of a worldwide database of earthquake-induced landslide inventories. Journal of Geophysical Research. Earth Surface, 122. doi:10.1002/2017JF004236*
10. Bulat, A. F., Dyrda, V. I. (2005). *Fraktaly v geomekhanike [Fractals in geomechanics]. Naukova dumka, 357.*
11. Russell, A. R., Buzzi, O. (2012). *A fractal basis for soil–water characteristics curves with hydraulic hysteresis. Geotechnique, 62 (3), 269–274.*
12. Russell, A. R. (2011). *A compression line for soils with evolving particle and pore size distributions due to particle crushing. Geotechnique Letters, 1, 5–9.*
13. Mokritskaya, T. P., Tushev, A. V., Nikulchev, E. V., Samoylich, K. A. (2016). *On the Fractal Characteristics of Loess Subsidence. Contemporary Engineering Sciences, 9 (17), 799-807.*

UDC 550.8.023:553.98

\*S. F. Poverenniy, Engineer,

\*\*A. I. Lurye, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Full Professor,

\*O. V. Piddubna, Engineer,

\*Ukrainian Research Institute for Natural Gases,

\*\*V. N. Karazin Kharkiv National University,

e-mail: [sergei-poverenniy@yandex.ua](mailto:sergei-poverenniy@yandex.ua),

<https://orcid.org/0000-0002-7836-6278>,

<https://orcid.org/0000-0002-2767-7471>,

<https://orcid.org/0000-0002-6966-3289>

## DETERMINATION OF POROSITY IN SEMI-CONSOLIDATED AND LOOSE ROCKS

**Formulation of the problem.** Due to the fact that the volume of drilling in the shallow horizons of the Mesozoic has recently been increased, the collectors are more often selected in the core with weakly cement-

ed and loose sands and sandstones. Weak consolidation of rocks makes them difficult to study because of the impossibility of using standard, commonly used techniques. As a result, an interest in the methodological part of determining the collecting properties of such rocks became aggravated.

**The aim of this work** is to choose the most reasonable method of porosity determination of the semi-consolidated and friable rocks and its mastering to the operative complex of researches.

**The basic content.** The article considers the methods of determining the porosity used in engineering Geology and total porosity of the bulk rocks using the Remniiov's formula. The latter provides pre-compaction of samples under a pressure similar to the effective pressure on the sample and has a few options. The device for pre-consolidation and the method of its application have been developed. Ways to determine the values of effective pressure during compaction have been considered.

**Conclusions.** On the basis of the work final conclusions have been formulated according to the declared purpose of the work:

1. As long as it is technically possible, within the operational complex for determining porosity of semi-consolidated rocks it is better to use a standard saturation method.

2. In other cases on semi-consolidated and always on friable rocks it is needed to use the method of the direct measuring on a model, under effective pressure, calculation on a formula {3}, where rock pressure is calculation on the formula of  $P=\gamma h$ . Porosity should be calculated on a formula {2} with the use of quartz specific gravity.

**Keywords:** researches of stippler, semi-consolidated rocks, friable rocks, research of friable rocks, methodology of porosity, porosity of friable rocks, model.

#### **References**

1. Vasilev, A. M. (1941) *Laboratornyie issledovaniya fizicheskikh i vodnykh svoystv gruntov [Laboratory studies of physical and water properties of soils]*. Moscow-Leningrad: Gosgeolizdat, 152.
2. Kotyakov, F. I. (1977). *Fizika neftyanykh i gazovykh kollektorov [Physics of oil and gas reservoirs]*. Moscow: Nedra, 287.
3. Remnev, B. F. (1953). *Rascheti po nomogrammam pri issledovanii kernov [Calculations based on the nomograms in the study of cores]*. *Novosti neftyanoy tekhniki. Neftepromyislovoe delo*, 3, 29–32.
4. Avanesov, V. T., Rzabekov, Z. F., Tovarvan, V. R. (1962). *Pribor dlya opredeleniya pronitsaemosti i poristosti syipuchih porod pri razlichnykh gorniykh davleniyah i temperaturah (PSP-ART2) [A device for determining the permeability and porosity of granular rocks under of different pressures and temperatures (PSP-APT2)]*. *Novosti neftyanoy i gazovoy tekhniki. Neftepromyislovoe delo*, 11, 41–43.
5. Lomtadze, V. D. (1972). *Metody laboratornykh issledovaniy fiziko-mekhanicheskikh svoystv gorniykh porod [Methods of laboratory researches of physicommechanical properties of rocks]*. Leningrad: Nedra, 312.
6. Vladyka, V. M., Nesterenko, M. Iu., Balatskiy, R. S. (2013). *Metodyka doslidzhen i testovi eksperymenty z vyvchennia petrofizychnykh vlastyvostei slabokonsolidovanykh i syipuchykh porid [The methodology of the studies and test experiments for the study of petrophysical properties of poorly consolidated and friable rocks]*. *Naftohazova haluz Ukrainy*, 2, 3-5.
7. Vladyka, V. M. (2014). *Modeliuvannia protsesu ushchilnennia slabo ztsementovanykh i syipuchykh pishchano-alevrytovykh porid [Modeling of the densification process is poorly cemented and friable sandy-silt rocks]*. *Naftohazova haluz Ukrainy*, 1, 8-11.
8. Vladyka, V. M. (2015). *Udoskonalennia metodolohichnykh osnov vyvchennia filtratsiinykh vlastyvostei ta hazovid-dachi porid-kolektoriv u riznykh heolohichnykh umovakh [Improving the methodological framework for the study of filtration properties and gas impact of reservoirs in various geological conditions]*. Lviv, 23.
9. Bormitskaya, V. M., Izotova, T. S., Gubanov, Yu. S. (1978). *Opredelenie konditsionnykh znacheniy parametrov syipuchih peschano-glinistykh kollektorov [Definition of condition values of the parameters loose, sandy-clay rocks]*. *Geologiya nefti i gaza*, 4, 48-54.
10. Kovalyova, L. A. (2008). *Fizika neftegazovogo plasta [Physics of oil and gas reservoir]*. Ufa: RIO BashGU, 110.
11. GOST 26450.1-85. (1985). *Porody gornye. Metod opredeleniya koeffitsienta otkrytoy poristosti zhidkostenasyischeniem [Rocks. Method for the determination of open porosity coefficient by fluid saturation]*. Moscow: Izd-vo standartov, 8.
12. *Metodychni vkazivky*. (2005). *Obhruntuvannia kondytsiinykh znachen filtratsiino-yemnisnykh parametrov teryhen-nykh porid-kolektoriv dlia pidrakhunku zahalnykh zapasiv vuhlevodniv (za laboratornymy doslidzhenniamy kerna)[ Substantiation of standard values of filtration-capacitive parameters terrigenous of reservoir rocks calculate the total hydrocarbon reserves]*. Kyiv-Lviv: LV UkrDHRI, 58.
13. SOU 09.1-30019775-218:2013. (2013). *Doslidzhennia kerna naftovykh i hazovykh sverdlovyn. Poriadok proveden- nia [Core studies of oil and gas wells. The procedure of]*. Kyiv: PAT «Ukrhazvydobuannia», 28.
14. Chapovskiy, E. G. (1975). *Laboratornyie raboty po gruntovedeniyu i mehanike gruntov [Laboratory work on soils and soil mechanics]*. Moscow: Nedra, 4, 304.
15. Frolov, A. F. (1990). *Inzhenernaya geologiya [Engineering Geology]*. Moscow: Nedra, 412.

16. Taranov, V. G., Naboka, A. A., Aleksandrovich, V. A. (2012). *Uchebno-metodicheskiy kompleks distsipliny «Mehani-ka gruntov, osnovaniya i fundamenti» [Educational-methodical complex of discipline "soil Mechanics, bases and foundations]*. Hark. nats. akad. gor. hoz-va. H., HNAGH, 160.
17. Lagutin, A. A., Goryaynova, O. B., Poverennyiy, S. F. etc. (1998). *Nauchnaya obrabotka geologo-geofizicheskikh materialov i rezultatov oprobovaniya parametricheskoy skvazhini 800 Shebelinskaya s podgotovkoy zaklyuchitel'nogo otchyota [Scientific processing of geological-geophysical materials, and results of parametric testing of wells 800 Shebelynka with the preparation of the final report]*. *Otchyot o NIR. Zaklyuchitelnyiy dogovor 52.49/98-98*. Kharkiv: UkrNIIGaz, 245.
18. Hanin, A. A. (1969). *Porodyi-kollektoryi nefiti i gaza i ih izuchenie [Reservoir rocks of oil and gas and their study]*. Moscow: Nedra, 368.
19. Abelentsev, V. M., Lure, A. I., Povierennyi, S. F., Susiak, T. Ia. (2016). *Interpretatsiia rezultativ laboratornykh doslidzhen yemnisnykh ta pruzhnykh vlastyvostei hirskykh porid vidnosno plastovykh umov [Interpretation of results of laboratory studies of capacitive and elastic properties of rocks relative to reservoir conditions]*. *Materialy nauk.-prakt. konf., «Suchasni problemy naftohazovoi heolohii»*. Kyiv: IHN NAN Ukrainy, 16-17 chervnia 2016, 26-30.
20. Abelentsev, V. M., Lure, A. Th., Povny, S. F., Susak, T. J. *A New method of interpretation of results of laboratory re-search of rocks in the simulation of reservoir conditions*. (2017) *Geological journal*, 3, 23–30.
21. Belousov, V. V. (1986). *Strukturnaya geologiya [Structural Geology]*. Moscow: Izd-vo Mosc. Un-ta, 3, 248.
22. Aleksandrov, B. L. *Anomalno-vyisokie plastovyye davleniya v neftegazonosnyih basseynah*. (1987) Moscow-Leningrad: Nedra, 216.

UDC 550.812.553.64.042 (477.54)

**M. H. Rudy**, PhD (Geology and Mineralogy),  
Associate Professor,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
phone: +3800577333684, e-mail: [hkgp97@meta.ua](mailto:hkgp97@meta.ua),  
<https://orcid.org/0000-0001-5912-556X>

## MINERAL AND RAW MATERIAL BASE OF AGRONOMICAL ORE IN KHARKIV REGION

**The purpose of the article** is to analyze the mineral and raw material base of agronomical ore (phosphate, lignum fossil and decay ooze) according to the results of the State Committee of Geology of Ukraine from the 1930s to 2010 in order to arouse interest of the Regional Council to continuing work and providing the region with phosphorous, nitrogen and potassic fertilizers.

**Methods of research.** After analyzing a number of works in Kharkiv region over the past 90 years by the State Committee of Geology (Kharkiv), the Ukrainian State Geological Surveyance Institute (Simferopol), the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences (Kyiv), the National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnipro) and O.N. Sokolovsky Institute for Soil Science and Agrochemistry Research (Kharkiv), in the article the condition of mineral and raw material base of agronomical ore (phosphate, lignum fossil and decay ooze) in Kharkiv region is considered and demands of agricultural producers for phosphorous, nitrogen and potassic fertilizers (about 300 thousand tons a year) are identified. The data of previous researches on stock and contents of the mentioned agronomical ore and treatment methods developed by the leading institutes of Ukraine (Ukrainian Geological Surveyance Institutes), and rational use in the national economy are provided in the article. The geological structure of prospective deposits and directions for further work in order to provide Kharkiv region with agronomical ore is considered.

**Results.** The author of the article reveals the data based on the results of the four-year researches carried out on the fields of Iziium region. They prove efficiency of phosphorite powder from the ores of the Sinichino-Eremovsky and Malokamyshevaha deposits, where effectiveness of phosphorite powder was equal to superphosphate. After treating ores from the deposits, phosphorite powder meets specification requirements U6 14005076.053-99 of the first and second class. In agriculture, it is suitable as a mineral fertilizer for direct soil use.

The article deals with data of using the ore from the Malokamyshevaha deposit as a raw material for ferrophosphorus, which is currently imported. Researchers from the National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnipro) developed a magnetic-flotation scheme of treating phosphorite with initial 5.0% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5.0% to increase P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> up to 27.2% in order to use it to smelt iron for alloying.

Because of radionuclides, phosphorites of Iziium region, unlike apatites of the Khibiny mountains and phosphorites of Africa, are ecologically clean and can be used in the national economy.

Hydrogeological conditions of developing the studied deposits are favorable for mining. Aquifers are beneath the bottom layer of phosphorites.

The article shows suitability of strip chalk as associated, meeting the composition requirements of A and B classes for construction lime.

**Scientific novelty.** The article in detail describes all genetic types of phosphorites (block, nodular in marl and sand) found when carrying out the research, the qualitative and quantitative composition and ways of use are studied. There is a detailed analysis of lignum fossil and decay ooze deposits in the article.

**Practical points.** The results of the research prove existence and wide distribution of deposits of phosphorites and decay ooze in Kharkiv region. Their further study may eliminate deficit in phosphorous, nitrogen and potassic fertilizers.

**Keywords:** the Dnieper-Donets basin, deposits, tars, phosphorites, lignum fossil, decay ooze, fertilizers.

#### References

1. Brahin, D. Yu. (2004). *Zernistye fosfority Donbassa i ih ispol'zovanie v sel'skom hozjajstve. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 44–47.*
2. Vasylenko, I. Y. (2004). *Suchasnyy stan syrovynnoyi bazy sapropelyu. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 121–123.*
3. Halets'kyy, L. S., Tsvey, Ya. P. (2004). *Perspektyvy vykorystannya ukrayins'kykh fosforytiv. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 50–52.*
4. Gasik, M. I., Projdak, A. Yu., Poljakov, O. I., Rudoj, N. G., Bilash, V. V. (2009). *Estestvennaja radioaktivnost' ukrainskih fosforitov kak syr'ja dlja vyplavki ferrosfosfora. Metalurgicheskaja i gornorudnaja promyshlennost', 15–18.*
5. Gasik, M. I., Projdak, A. Yu., Zhadanos, A. V., Olejnik, T. A., Rudoj, N. G. (2014). *Issledovanie mineralogicheskogo sostava i metalurgicheskoy harakteristiki produktov obogashhenija fosforita Malokamyshevahskogo mestorozhdenija kak syr'ja dlja vyplavki ferrosfosfora. Naukovo-praktychnyy seminar «Nadrokorystuvannya v Ukrayiny. Perspektyvyinvestuvannya», 150–153.*
6. Gasik, M. I., Projdak, A. Yu. (2007). *Rentgenospektral'nyj mikroanaliz mineral'nyh obrazovanij v strukture fosforitov – syr'ja dlja jelektrotermicheskogo proizvodstva ferrosfosfora. Metalurgicheskaja i gornorudnaja promyshlennost', 3, 34–35*
7. Hubina, V. H., Hamalyns'kyy, I. A. (2004). *Obespechennost' Ukrainy sobstvennymi fosfornimi rudami. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 82.*
8. Huliij, V. M., Dihons'kyy, V. V. (2004). *Novi tekhnolohiyi produkuvannya fosfatnykh dobryv z bidnykh rud. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 133–135.*
9. Dehodyuk, E. H., Buslayeva, N. H. (2004). *Fosforyty Ukrayiny – problemy i perspektyvy vykorystannya. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 158–160.*
10. Kalinin, V. I., Khrushchov, D. P. (2004). *Ahronomichni rudy Ukrayiny: syrovynna baza, perspektyvy yiyi rozvytku i vykorystannya. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 14–23.*
11. Kosenko, M. P. (2004). *Suchasnyy stan syrovynnoyi bazy torfu. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 123.*
12. Tret'yakov, Yu. I. ed. (2007). *Mineral'ni resursy Ukrayiny ta svitu na 01.01.2006 r. [Mineral resources of Ukraine and around the world, 01.01.2006]. Kyiv: Derzhavne naukovo-vyrobnyche pidpryyemstvo «Heoinform Ukrayiny», 560.*
13. Patyka, V. P., Makarenko N. A. (2004). *Ekoloho-toksykologichna otsinka fosforytiv rodovyshch Ukrayiny, yak syrovyny dlya vyhotovlennya mineral'nykh dobryv. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 149–151.*
14. Projdak, A. Yu., Polyakov, O. P., Gasik, M. I., Olejnik, T. A., Kharitonov, V. N. (2009). *Petrograficheskie issledovanija mineral'nogo sostava fosforitovoy rudy kak syr'ja dlja viplavki ferrosfosfora. Metalurgicheskaja i gornorudnaja promyshlennost', 4, 32–35.*
15. Projdak, A. Yu. (2012). *Jeksperimental'noe issledovanie processa vyplavki ferrosfosfora s ispol'zovaniem fosforita mestorozhdenija «Peremoga». Metalurgicheskaja i gornorudnaja promyshlennost', 1, 27–29.*
16. Sobolevs'ka, M. F. (2004). *Perspektyvy vyvavlennya fosforytiv i netradytsiynykh mineral'nykh dobryv. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 105–108.*
17. Tsvey, Ya. P. (2004). *Vplyv zhovnovatykh fosforytiv na produktyvnist' tsukrovyykh buryakiv i fosfatnyy rezhym temno-sirykh opidzolenykh gruntiv. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 151–152.*
18. Chernyakov, O. M. (2004). *Hidroydobutok (SHV) zernistykh fosforytiv: stan, problemy, perspektyvy. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 135–139.*
19. Shekhunova, S. B., Danysurka, N. A. (2004). *Kaliyna sil' i fosfatni rudy: syrovynna baza i stan vykorystannya kaliynykh ta fosfatnykh dobryv (svitovyy ohlyad). Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 85–88.*
20. Yanusyk, M. M. (2004). *Produktyvnist' tsukrovyykh buryakiv zalezchno vid vnesennya zernystoho fosforytu za pokaznykom hidrolitychnoyi kyslotnosti v umovakh pravoberezhnoho lisostepu Ukrayiny. Materialy mizhvidomchoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Ahronomichni rudy Ukrayiny», 156–157.*

## HYDROGEODODYNAMIC PROCESSES IN CARBONATE ROCKS. PART I. SUFFOSION

**Problem statement.** Groundwater is an active factor in geodynamic processes, giving rise to such phenomena as suffusion and karst of carbonate rocks. These processes pose one of the greatest threats to buildings and structures and occur predominantly under the influence of infiltration waters, the horizons and complexes of which are in the near-surface, broken part of the lithosphere.

Groundwater is characterized by two main types of geological activity - physical (mechanical) and chemical (soluble), which, accordingly, causes the development of such geodynamic processes as suffusion and karst in carbonaceous rocks. Very often both mechanical and chemical groundwater activities occur simultaneously. Therefore, determining the role of each of these processes in the destruction of carbonate rocks requires field observations, laboratory studies and theoretical substantiation.

**Object matter of the research.** The object matter of the study is the marl and chalk rocks of the Upper Cretaceous, which are exposed in the southern wing of Svyatohirs'k brachyanticline in the form of "Cretaceous boulder". This structure is separated by the zone of the Petrivs'k-Kreminna deep fault, along which flows the river Siversky Donets.

The **subject matter** of the research is the suffusion in the carbonate marl and chalk rocks of the upper chalk.

**Presentation of the main material.** The geological, hydrogeological and geomorphological features of Svyatohirs'k brachyanticline in connection with the development of suffusion processes are considered. On the basis of the factual material obtained in the course of field studies, it is shown that physical destruction of the rocks, referred to as suffusion, occurs in the carbonate marl and cretaceous strata of the upper chalk. The possibilities of determining the quantitative indicators of "solid runoff" that is formed during the transfer of solid mineral matter by the underground waters are described. It is established that the intensity of suffusion is directly dependent on the volume of infiltration water in different periods of the year and the geomorphological features of the territory.

The most recent and present-day tectonic activation of the Petrivs'k-Kreminna fault promotes the development of suffusion, which causes not only the raising of the southern wing of Svyatohirs'k brachyanticline, but also the disintegration of carbonate marl and cretaceous rocks of the upper chalk. The ascendant tectonic development of the relief is associated with arching slopes, which substantially dominate the "Cretaceous boulder" relief. This is due to an increase in the energy potential of denudation processes and, consequently, an increase in the influence of infiltration water flows on the carbonate rocks of the weathering zone and the intensification of suffusion. It is substantiated that at a certain stage of the development of the suffusion process there is observed a shift from quantitative changes, connected with the ever larger fragmentation of carbonate rock particles, to qualitative - physical (suffusion) processes to the chemical (karst).

**Conclusions.** It is shown that groundwater is an active factor in geodynamic processes in carbonate rocks, which bring about suffusion and karst. Suffusion is the result of the physical activity of groundwater, in which rocks are mechanically (physically) destroyed with the formation of "solid runoff". The most important indicator of the intensity of suffusion is the module of "solid runoff", which depends on the climatic, geomorphological and geological features of the territory. This process is also correlated with the seasons of the year and the manifestations of modern and modern tectonics, which determines the directions of relief development. The development of suffusion processes is accompanied by increasingly more intense shredding of carbonate rocks (up to suspensions). Under certain physical and chemical conditions, this causes the transition of quantitative changes in the system "carbonate rocks - underground waters" into qualitative - physical (suffusion) processes into the chemical (karst).

### References

1. Verigin, N. N., Sherzhukov, B. S. (1969). Diffuzija i massoobmen pri fil'tracii zhidkостей v poristyh sredah. V kn. *Razvitie issledovanij po teorii fil'tracii v SSSR (1917-1967)*. M., Nauka, 237–313.
2. Shestopalov, V. M., Sitnikov, A. B., Ljal'ko, V. I. i dr. (1988). *Vodoobmen v gidrogeologicheskikh strukturah Ukrainy. Metody izuchenija vodoobmena*. Otv. red. V. M. Shestopalov. Izd. IGN AN USSR. Kiev, Nauk. dumka, 272.
3. Girnichij enciklopedichnij slovník. T. 2. (2002). *Za redakcieju V. S. Bilec'kogo*. Donec'k, Shidnij vidavnicij dim, 632.
4. Demchishin, M. G., Anac'kij O. M. (2008). *Inzhenerno-geologichni umovi v dolinah rivninnih rik*. U zb. «*Budivel'ni konstrukcii*». K., NDIBK. Kn. 1, 71. 156–164.
5. Lomtadze, V. D. (1978). *Inzhenernaja geologija. Special'naja inzhenernaja geologija*. L., Nedra, 496.
6. Lopatin, G. V. (1950). *Jerozija i stok nanosov*. *Priroda*, 7, 19-28.
7. Lugovoj, V. P., Ostapenko, Ju. S., Zhurin, S. M., Suhov, V. V. (1999). *Osobennosti razvitija suffuzionnyh javlenij na territorii s intensivnoj tehnogennoj nagruzkoj*. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina, serija «Geologija–Geografija–Ekologija»*, 455, 65–72.
8. Lushhik, A. V., Lisichenko, G. V., Jakovlev, E. O. (1988). *Formirovanie rezhima podzemnyh vod v rajonah razvitija aktivnyh geodinamicheskikh processov*. K., Naukova dumka, 164.
9. Sujarko, V. G. (1985). *Metodicheskie rekomendacii po primeneniju gidrogeohimicheskogo metoda poiskov skrytogo orudnenija v Donbasse i Dneprovsko-Doneckoj vpadine*. Simferopol', Izd-vo IMR MG USSR, 92.
10. Pinneker, E. V., Pisarskij, B. I., Shvarcev, S. L. i dr. (1982). *Osnovy gidrogeologii. Geologicheskaja dejatel'nost' i istorija vody v zemnyh nedrah*. Novosibirsk, Nauka, 239.
11. Sokolov, A. D. (1963). *Zakonomirnosti trishhinuvatosti krejdnanih porid dolini r. Sivers'kogo Doncja*. *Dopovidi AN USSR*, 7. K., 937–940.
12. Suhov, V. V., Sujarko, V. G. (2009). *Inzhenerno-geologicheskie izyskanija v svjazi s ohranoj arhitekturnyh pamjatnikov v osobo slozhnyh prirodno-tehnogenykh uslovijah Ukrainy*. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina, serija «Geologija – Geografija – Ekologija»*, 882, 58-64.
13. Suhov, V. V. (2012). *Inzhenerno-geologicheskie i gidrogeologicheskie faktory vlijanija na stabil'nost' istoriko-arhitekturnyh pamjatnikov*. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina, serija «Geologija – Geografija – Ekologija»*, 997, 73-76.
14. Suhov, V. V., Sujarko, V. G., Chuenko O. V. (2016). *Pro osoblivosti sufozii karbonatnih porid*. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina, serija «Geologija. Geografija. Ekologija»*, 45, 74–79.
15. Suhov, V. V., Sujarko, V. G., Chuenko O. V. (2017). *Pro zv'jazok suchasnyh geodinamichnyh procesiv u karbonatnih porodah z tektonichnoju aktivizacieju Petrivs'ko-Kremins'kogo rozlomu*. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina, serija «Geologija. Geografija. Ekologija»*, 46, 56–61.
16. 16. Sujarko, V. G., Shevchenko, O. A. (1996). *O sovremennoj aktivizacii drevnyh gidrotermal'nyh system*. *Gornyj zhurnal DNTU. Doneck*, 2(4), 95–97.
17. Sujarko, V. G. (2006). *Geohimija podzemnyh vod vostochnoj chasti Dneprovsko-Doneckogo avlakogena*. Har'kov, HNU imeni V. N. Karazina, 225.
18. Sujarko, V. G., Suhov, V. V. (2015). *Konceptual'na sinergetichna geologo-gidrogeologichna model' rozvitku sufozii ta karstu u karbonatnih porodah na teritorii Svjatogirs'kogo monastirja*. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina, serija «Geologija. Geografija. Ekologija»*, 1157, 63–68.
19. Fournier, F. (1960). *Climatel erosion*. Press Universitaires de France. Paris, 120.
20. Moffat, R., Herrera, P. (2015). *Hydromechanical model for internal erosion and its relationship with the stress transmitted by the finer soil fraction*. *Acta Geotechnica*. Springer Heidelberg, Germany, 10, 5, 643–650. DOI: 10.1007/s11440-014-0326-z
21. Ouyang, M., Takahashi, A. (2017). *Optical quantification of suffusion in plane strain physical models*. *Geotechnique Letters*. Ice Publishing, England, 5, 3, 118–122. DOI: 10.1680/geolett.15.00038
22. Slangen, P., Fannin, R. J. (2017). *The role of particle type on suffusion and suffusion*. *Geotechnique Letters*. Ice Publishing: England, 7, 1. DOI: 10.1680/jgele.16.00099
23. Slangen, P., Fannin, R. J. (2017). *A Flexible Wall Permeameter for Investigating Suffusion and Suffosion*. *Geotechnical Testing Journal*. Amer Soc Testing Materials, USA, 40, 1, 1-14. DOI: 10.1520/GTJ20150287

## GEOGRAPHY

---

UDC 911.3

*D. V. Vengrin, Student,  
K. Yu. Sehida, PhD (Geography), Assistant Professor,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [kateryna.sehida@gmail.com](mailto:kateryna.sehida@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0001-8276-2911>,  
<https://orcid.org/0000-0002-1122-8460>*

### TYPIZATION OF THE REGIONAL URBAN PROCESSES IN UKRAINE

**Formulation of the problem.** Spread of the urban processes in the world and in Ukraine determines the relevance of this research. Spatial ordering and organization of urban forms change over time, determining peculiarities of regional living conditions, their level and quality. With the general trend of increasing the level of urbanization in Ukraine and its significance, there is important differentiation in terms of regions.

**The purpose of the article** is to identify the features of urban processes in Ukrainian regions, time and structural features, and find out typical features of regional urban processes in the country.

**Results.** Regional features of urban processes, their structure (features of regional settlement systems based on the Zipf-Medvedkov's law, the level of real urbanization) as well as temporal features (dynamics of urbanization level and real urbanization, urban population) have been established. This has allowed us to typify regional urban processes in Ukraine and select seven types of them.

The first type is characterized by a high level of official and real urbanization. It has two subtypes: I-a - the settlement system is close to the ideal allocation (Dnipropetrovsk region), and I-b - a monocentric settlement system (Zaporizhya region).

Kharkiv region belongs to the second type. It is highly urbanized with a low level of real urbanization. A sharply monocentric settlement system is typical.

The third category belongs to Kyiv region, which is characterized by an average level of official urbanization and a high level of real urbanization. Urban settlement system is sharply monocentric.

The most numerous is the fourth type of medium-urbanized with the average level of real urbanization. It is divided into four subtypes. The subtype of the IV-a belongs to Khmelnytsk region with a settlement system close to the ideal distribution. Poltava region belongs to the IV-b subgroup with a two-centric settlement system. Cherkassy, Mykolaiv, Sumy regions are characterized by a monocentric settlement system and belong to the sub-type IV-c, Lviv and Odessa regions form a sub-type of IV-d with a sharply monocentric settlement system.

The fifth type is moderately urbanized with a low level of real urbanization. We distinguish it from two subtypes: V-a - the settlement system is close to the ideal distribution (Kirovograd region), V-b - monocentric settlement system (Volyn, Zhytomyr, Vinnitsa, Chernihiv regions).

The sixth type is low-urbanized with a high level of real urbanization. It is characterized by a sharply monocentric settlement system. Chernivtsi region is exactly that.

The seventh type is low-urbanized with an average level of real urbanization, divided into two subtypes. Zakarpattia region has a two-centric urban settlement system (VII-a). Ivano-Frankivsk, Ternopil and Rivne regions have a monocentric settlement system and belong to the subgroup VII-b.

This typification reflects the natural processes of self-organization in space, the formation of a hierarchical system of cities, reflecting the possibilities of their development and functions of interregional and regional significance, influence on the regional development. Coordination of regional policy measures with the influence of the society's territorial organization, which is dynamic and diverse at different stages of development, will allow more efficient use of the urban and regional potential.

**Keywords:** urbanization, urban processes, regional urban processes, real urbanization, level of urbanization, settlement system, Zipf-Medvedkov's law, typification, population, Ukraine.

#### References

1. Vengrin, D. V. (2016). *Primenenie pravila "rang-razmer" dlja isledovaniya rasseleniya Ukrainy i Belorussii. Demograficheskie riski XXI veka. Minsk (Belorus), 28–30.*

2. Venhryn, D. V. (2017). *Suspil'no-heohrafichni osoblyvosti urbanizatsiyi v rehionakh Ukrainy. Materialy KHKHIKH Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi «Tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsiyi» : Zb. nauk. prats'.* Pereyaslav-Khmel'nyts'kyy, 19–22.
3. Venhryn, D. V. (2017). *Urbanizatsiyni protsesy v Ukraini. Rehion – 2017 : suspil'no-heohrafichni aspekty : materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi.* Kh.: KhNU imeni V. N. Karazina, 162–165.
4. Dmytruk, O. Yu. (2002). *Urbanizatsiya ta ekolohichnyy turyzm: teoriya i praktyka konstruktivno-heohrafichnoho doslidzhennya: posibnyk.* Kyiv: VPC «Kyiv's'kyy», 76.
5. Mazur, T., Korol', Ye. (2010). *Evolyutsiya zmistu terminiv «metropolizatsiya», «metropoliya», «metropolizovanyy areal», «metropolizovanyy prostir» v konteksti urbanizatsiynykh protsesiv XX – pochatku XXI stolit'.* Visnyk Nats. Un-tu «Lvivs'ka politehnika». Seriya «Problemy ukraïns'koyi terminolohiyi». Lviv (Ukraine), 28–33.
6. Mezentsev, K., Oliynyk, Ya., Pistun, M. (2017). *Rozvytok urbanistychnykh doslidzhen' v Ukraini: vnesok vitchyznyanykh vchenykh. Urbanistychna Ukrainina: v epitsentri prostorovykh zmin: kolektyvna monohrafiya.* Kyiv: Vydavnytstvo «Feniks», 7–44.
7. Mezentsev, K., Havrylyuk, O. (2015). *Testuvannya modeli dyferentsial'noyi urbanizatsiyi v krayini.* Zbirnyk naukovykh prats'. Kyiv, 15–26.
8. Mezentsev K. V., Pidhrushnyy H. P., Mezentseva N. I. (2014). *Rehional'nyy rozvytok v Ukraini: suspil'no- prostorova nerivnist' i polyaryzatsiya: monohrafiya.* Kyiv: DP «Print Servis», 132.
9. State Statistics Service of Ukraine. Available at : <http://www.ukrstat.gov.ua/>
10. Pidhrushnyy, H. P. (2017). *Formuvannya systemy polyusiv zrostannya v Ukraini yak peredumova yiyi perekhodu do modeli politsentrychnoho prostorovoho rozvytku.* Ukraïns'kyy heohrafichnyy zhurnal. 48-54.
11. Sehida, K. Yu., Venhryn, D.V. (2015). *Hrupuvannya oblastey Ukrainy za pravylom «ranh-rozmir. Aktual'ni problemy krayinoznachoyi nauky: materialy III Mizhnar. nauk. prakt. Internet-konferentsiyi (m. Luts'k, 15-16 hrudnya 2015 r.),* 116-121.
12. Sehida, K. Yu., Venhryn, D. V. (2016). *Doslidzhennya mis'koho rozselennya za pravylom "ranh- rozmir" (na prykladi Kirovohrads'koyi, Zakarpat's'koyi ta Odes'koyi oblastey) Rehion – 2016: suspil'no-heohrafichni aspekty: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi.* Kh.: KhNU imeni V. N. Karazina, 93-96.
13. Sehida, K. Yu., Venhryn, D. V. (2017). *Osoblyvosti protsesiv urbanizatsiyi v Kharkivs'kiy oblasti. Rehion – 2017: stratehiya optymal'noho rozvytku: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi (m. Kharkiv, 19-20 veresnya 2017 r.).* Kh.: KhNU imeni V. N. Karazina, 143-145.
14. Mezentsev, K., Oliynyk, Ya., Mezentseva, N. (2017). *Urbanistychna Ukrainina: v epitsentri prostorovykh zmin. kolektyvna monohrafiya.* Kyiv: Vydavnytstvo «Feniks», 438.
15. Shabashova, L. Yu. (2014). *Zminy v iyerarkhichniy strukturi velykykh mist Ukrainy. Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 4: Heohrafiya i suchasnist': sbornyk nauchnykh trudov; M-vo osvity i nauky Ukrainy; Nats. ped. un-t im. M. P. Drahomanova.* Kyiv: Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova, 106-111.

UDC 911.52

V. P. Vorovka, PhD (Geography), Assistant Professor,  
Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
phone: +38(096)3386340, e-mail: [geofak\\_mgpu@ukr.net](mailto:geofak_mgpu@ukr.net),  
<https://orcid.org/0000-0001-7658-5939>

## NATURAL RESOURCES MANAGEMENT IN THE COASTAL STRIP OF THE AZOV SEA

**The purpose of the article** is to characterize features of the natural resource management in the coastal zone of the Sea of Azov taking into consideration natural and anthropogenic factors and to formulate a general vision of its integrated management.

**The method is based** on the analysis of normative and legislative initiatives of Ukraine in the field of the territory management, in particular coastal marine zones, analysis of planned and introduced economical and conservation projects and their efficiency, analysis of the global experience in the effective management of coastal zones with an attempt to transmit it to the Azov Sea coastline.

**Results.** During the 20<sup>th</sup> century, the strategic planning and management of land and water areas was grounded on an economical component. A resource paradigm in science and society has changed since then to environmental one thus requiring the search for new integrated management approaches, including coastal marine areas. The latter are characterized by a high density and variety of natural conditions and resources, being the basis for the formation and development of human economic activity. The conflict in the exploitation of coastal natural resources lies between their excessive use and development of the territory, causing depletion of the resources and disruption of ecological balance in the environment.

A significant diversity of natural conditions and resources of the Azov Sea coastal zone, high dynamism of natural processes, considerable anthropogenic development of the coastal land, high concentration of local



population, and traditional practices of use of natural resources should be taken into account when planning management activities in the coastal marine zone. Analysis of introduced projects and programmes in the Azov Sea coastal zone in most cases has shown their economic and resource efficiency and effectiveness. However, these highly specialized departmental projects did not actually demonstrate an integrated approach.

In our research, we analyzed a global experience in the spatial scale for the implementation of a management system. It is proposed to focus on the natural-economic systems, which take into account both natural, and economic components and all types of interactions between them. In this capacity, the justified boundaries (the watershed line on land and 10 m isobath in the sea) of the Azov Sea paradyamic landscape system are advisable to use.

It is concluded that the legislative framework in Ukraine does not actually provide an integrated management of the coastal marine zones, and in existing reports and documents the information about the coastal zone of the Sea of Azov is virtually absent or sporadic.

It is proposed to introduce a system of legislative and executive initiatives for the regulation of use of natural resources in the Azov Sea coastal zone and for its integrated management.

**Scientific novelty:** application of the gained global experience in the management of coastal marine zones to land and water areas within the Azov Sea paradyamic landscape system.

**Practical value:** possibility to implement the global experience in the coastal marine zone management for the Ukrainian part of the Azov Sea region.

**Keywords:** coastal marine zone, surf zone, paradyamic landscape system, contrast environments, interaction, optimisation and management of natural resources.

#### References

1. Bronfman, M. A. (1985). *Azovskoe more: Osnovy rekonstruktsyy*. Lviv: Hydrometeoyzdat, 1-272.
2. Vorovka, V. (2016). *Pryazovs'ka paradyamichna landshafna systema yak forma orhanizatsiyi landshafnogo prostoru*. *Visnyk Kyivivs'koho natsional'noho universytetu imeni Tarasa Shevchenka*. Kyiv, 1 (64), 30-36.
3. Harhopa, Yu. M. (2003). *Krupnomasshtabnye yzmenenyya hydrometeorolohycheskykh uslovyy formyrovanyya byoproduktivnosti Azovskoho morya: dyss.dokt. heohr. nauk, Murmansk*, 1-467.
4. Derhachev, V. A. (1987) *Ekonomyko-heohrafycheskye problemy osvoenyya berehovoy zony morya*. Avtoref. dokt.dyss. Moscow, 1-36.
5. *Zakon Ukrayiny «Pro zatverdzhennyya Zahal'noderzhavnoyi prohramy okhorony ta vidtvorennyya dovkillya Azovs'koho i Chornoho moriv, Vidomosti Verkhovnoyi Rady (VVR) (2001)*. 28, 135.
6. *Zvit pro naukovu-doslidnu robotu "Skhema planuvannya terytoriyi uzberezhzhya Chornoho ta Azovs'koho moriv dlya zastosuvannya u Donets'kiy, Zaporiz'kiy, Khersons'kiy, Odes'kiy, Mykolayivs'kiy oblastiakh ta AR Krym"*. *Ukrayins'kyy derzhavnyy NDI proektuvannya mist "Dipromisto"*, 2006.
7. Zenkovych, V. P. (1962). *Osnovy uchenyya o razvytyy morskyykh berehov*. Moscow, 1-710.
8. Karamushka, V. I. (2009). *Prostorove planuvannya rozvytku pryberezhnoyi smuhy moriv Ukrayiny*. Odesa: Ukr-NTsEM, 1-55.
9. *Kompleksnoe upravlenye prybrezhnoy zonoy: ot teoryi k praktyke. Tsentri rehyonal'nykh yssldeovanyy*. (2008). Odesa: Ovydyopol', 1-8. Available at: <http://www.britishcouncil.org/uk/ukraine-science-seps-projects-2006.htm>
10. Lymarev, V. Y. (2000). *Berehovoie pryrodopol'zovanye: voprosy metodolohyy, teoryy, praktyky*. SPb., RHHMU, 1-168.
11. Mamykina, V. A., Khrustalev Yu. P. (1980). *Berehovaya zona Azovskoho morya*. Rostov-na-Donu, 1-176.
12. Matyshov, H. H., Denysov, V. V., Dzhenyuk, S. L. (2007). *Yntehryrovannoe upravlenye pryrodopol'zovanyem v shel'fovykh*. *Yzv.RAN. Ser. heohr.*, 3, 27-40.
13. Myl'kov, F. N. (1981). *Fyzycheskaya heohrafiya: sovremennoe sostoyanye, zakonomernosty, problem*. Voronezh, 1-400.
14. Burkynskoho, B.V., Stepanova, V. N. (2001). *Upravlenye morskym pryrodopol'zovanyem*. Red. Odessa: IPREED NAN Ukrayny, 1-278.
15. Khomych, L. V. (2000). *Pryntsypy i metody funktsional'no-terytorial'noy orhanizatsiyi berehovoyi zony Odes'koyi oblasti*. Avtoref. kand. diss. Odessa, 1-19.
16. Shvebs, H. Y. (1988). *Rayonyrovanye pryrodno-khozyaystvennykh system*. In: *Lymanno-ust'evye komplekсы Prychernomor'ya*. Lviv, 30-35.
17. Yatsentyuk, Yu. V. (2013). *Struktura ta iyerarkhiya antropohennykh parahenetychnykh landshafnykh system*. In: *Antropohenne landshaftoznavstvo: perspektyvy rozvytku*. Vinnytsya, 136-138.
18. Cicin-Sain, B., Knecht, R. W., and Fisk, G. (1997). *Growth in capacity in integrated coastal management since UNCED, Ocean and Coastal Management*.
19. Han, J. (2002). *Lindeboom Changes in Coastal Zone Ecosystems. Climate Development and History of the North Atlantic Realm*. 447-455.
20. Hillen, R, Smaal, A, Van Huijssteeden, E. J., Misdorp, R. (1994). *The Dutch Delta. aspects of coastal zone management, in Proceedings of the World Coast Conference 1993*. Netherlands: Coastal Zone Management Center Publication, 4.

21. Lawrence, P. Hildebrand (1997). *Participation of Local Authorities and Communities in Integrated Coastal Zone Management*. In: *Coastal Zone Management Imperative for Maritime Developing Nations*, 3. *Coastal Systems and Continental Margins*. Springer Science+Business Media Dordrecht, 394, 43-55. doi:10.1007/978-94-017-1066-4\_3
22. Robert, W. Knecht (1997). *Integrated Coastal Zone Management for Developing Maritime Countries*. In: *Coastal Zone Management Imperative for Maritime Developing Nations*, 3. *Coastal Systems and Continental Margins*. Springer Science+Business Media Dordrecht, 394, 29-43.
23. Syed, M. Haq (1997). *Ecology and Economics: Implications for Integrated Coastal Zone Management*. In: *Coastal Zone Management Imperative for Maritime Developing Nations*, 3. *Coastal Systems and Continental Margins*. Springer Science+Business Media Dordrecht, 394, 1-29.

UDC 911.3

\*N. V. Husieva, PhD (Geography),  
\*\*O. M. Zadiesientsev, Graduate student,  
\*V. N. Karazin Kharkiv National University,  
\*\*Luhansk Taras Shevchenko National University,  
e-mail: [gusewa3110@gmail.com](mailto:gusewa3110@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-3620-1213>,  
<https://orcid.org/0000-0001-7537-6000>

## DEMOGRAPHIC DEGRADATION OF SEVERODONETSK-LYSYCHANSK AGGLOMERATION IN THE POST-SOVIET PERIOD

**Formulation of the problem.** Today Severodonetsk-Lysychansk agglomeration is the main administrative, socio-economic, political center of Luhansk region, where 15.6 % of the region's population lives. This agglomeration is a conurbation and includes 3 city-cores (Severodonetsk, Lysychansk and Rubizhne) and 44 other settlements (5 cities, 10 urban-type settlements and 29 rural settlements). Such a complex structure determines the importance of studying internal differences in the dynamics of population in different settlements of agglomeration.

**The purpose of the article.** The article deals with the analysis of population dynamics and rates of its growth for Severodonetsk-Lysychansk agglomeration and its individual settlements in the post-Soviet period and justification of the agglomeration depression in terms of population loss.

**Results.** The post-Soviet period of agglomeration development is characterized by a negative dynamics of the population. For the period 1989–2015, the population of the agglomeration decreased by 22.2 %, in particular by 10.7 % for 1989–2001 and by 12.9 % for 2001–2015. Such extremely negative trends can be explained by its location, on the one hand, in old industrial area, and on the other hand, in the area of the antiterrorist operation. The loss of the population of almost all urban agglomerations is very significant (exceeding 5 % over a decade). According to the indicator of population decline (more than 10 % for the thirty year period) agglomeration is depressed. Among the 18 urban settlements of Severodonetsk-Lysychansk agglomeration, all settlements, except for urban-type settlements belonging to Severodonetsk City Council, are depressed in terms of population loss. This testifies to suburbanization processes in the suburban zone of Severodonetsk. The largest decrease in the population during the years of independence was in settlements in the influence zone of Lysychansk. Negative dynamics of the population in Severodonetsk-Lysychansk agglomeration in the post-Soviet period is primarily accounted for depopulation due to negative indicators of natural growth.

Given the extremely high rates of decline in the population of Severodonetsk-Lysychansk agglomeration over the past decades, aggravation of the demographic situation, negative balance of migration, location in the area of the antiterrorist operation, chronic nature of socio-economic problems, the agglomeration can be considered as crisis.

The geopolitical crisis in the east of Ukraine has both negative and positive impact on the development of agglomeration on the whole and the dynamics of the number of its population, in particular.

**Keywords:** number of population, population dynamics, population growth rate, dynamics of the population growth rate, demographic problems, depopulation, demographic degradation, depressiveness, old industrial area, area of the antiterrorist operation.

### References

1. Bakanov, S. A. (2003). *Demograficheskaya degradatsiya goroda kak indikator ego depressivnoy dinamiki [Demographic degradation of the city as an indicator of its depressive dynamics]*. Available at: <http://aik-sng.ru/text/krug/2003/342-370.pdf>

2. Bakanov, S. A. (2017). *Demograficheskaya degradatsiya gorodov v staropromyshlennykh rayonakh Urala (1959–2010)* [Demographic degradation of cities in the old industrial areas of the Urals (1959–2010)]. Available at: [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/47077/1/qv\\_1\\_2017\\_05.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/47077/1/qv_1_2017_05.pdf)
3. *Vsesoyuznaya perepis naseleniya 1989 g. Chislennost naseleniya soyuznykh respublik SSSR i ikh territorialnykh edynits po polu* [All-Union Population Census of 1989. The population of the Union republics of the USSR and their territorial units by sex]. Available at: [http://demoscope.ru/weekly/ssp/sng89\\_reg1.php](http://demoscope.ru/weekly/ssp/sng89_reg1.php)
4. Husyeva, N. V. & Zadyesyentsev, O. M. (2017). *Problemy rozvytku Syeverodonets'ko-Lysychans'koyi ahlomeratsiyi v novykh heopolitychnykh realiyakh* [Problems of the development of the Severodonetsk-Lysychansk agglomeration in new geopolitical situation]. *Scientific journal of Kherson State University. Series: Geographical sciences*, 7, 36–42.
5. Husyeva, N. V. & Zadyesyentsev, O. M. (2017). *Typolohichni oznaky Syeverodonets'ko-Lysychans'koyi ahlomeratsiyi* [Typological features of the Severodonetsk-Lysychansk agglomeration]. *Economic and Social Geography*, 77, 10–18.
6. Husyeva, N. V. & Zadyesyentsev, O. M. (2016). *Syeverodonets'ko-Lysychans'ka ahlomeratsiya: mezhi, sklad, struktura* [Severodonetsk-Lysychansk agglomeration: boundaries, structure]. *Region–2016: optimal development strategy (2016, November 10–11)*. Kharkiv, Ukraine : V. N. Karazin Kharkiv National University, 270–275.
7. Mel'nyk, I. H. (2017). *Dynamichni aspekty rozvytku velykykh mist Ukrayiny* [Dynamic aspects of development of Ukrainian big cities]. *Region-2017: optimal development strategy (2017, September 19–20)*. Kharkiv, Ukraine : V. N. Karazin Kharkiv National University, 106–108.
8. Mel'nyk, I. (2017). *Mis'ki poselennya Luhanshchyny: novi vyklyky na foni starykh problem* [Urban settlements of Lugansk region: new challenges against the background of old problems]. *Urban Ukraine. In the Epicenter of Spatial Changes*. Kiev, Ukraine: Phoenix, 121–142.
9. *Mihratsiya z okupovanykh terytoriy: kudy pryamuyut' pereselentsi* [Migration from Occupied Territories: where the migrants are heading]. *Word and deed. The main site about politicians*. Available at: <https://www.slovovidilo.ua/2017/02/13/infografika/suspilstvo/mihratsiya-z-okupovanykh-terytorij-kudy-pryamuyut-pereselenci>
10. *Pro kil'kist' ta sklad naselelnya Ukrayiny za pidsumkamy Vseukrayins'koho perepysu naselelnya 2001 roku* [On the Population of Ukraine and its composition as a result of the All-Ukrainian population census 2001]. Kyiv, Ukraine: State Statistics Service of Ukraine. Available at: <http://2001.ukrcensus.gov.ua/results/general/city/>
11. Proskurnina, A. A. (2014). *Statystychnyy analiz chysel'nosti ta struktury naselelnya krayiny* [Statistical analysis of the population and structure of the country's population]. *Development management*, 11, 153–156. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uproz\\_2014\\_11\\_56](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uproz_2014_11_56)
12. Piliyev, S. H. (2010). *Statystychnyy shchorichnyk Luhans'koyi oblasti za 2009 rik* [Statistical Yearbook of Lugansk Region for 2009]. Lugansk, Ukraine: Main Department of Statistics in Lugansk Region, 514.
13. Shabliyenko, I. V. (2014). *Statystychnyy shchorichnyk Luhans'koyi oblasti za 2013 rik* [Statistical Yearbook of Lugansk Region for 2013]. Lugansk, Ukraine: Main Department of Statistics in Lugansk Region, 479.
14. Protopopov, D. Ya. (2016). *Statystychnyy shchorichnyk Luhans'koyi oblasti za 2015 rik* [Statistical Yearbook of Lugansk Region for 2015]. Severodonetsk, Ukraine: Main Department of Statistics in Lugansk Region, 428.
15. Timonin, M. B. (2017). *Chysel'nist' nayavnoho naselelnya Ukrayiny na 1 sichnya 2016 roku* [The population of Ukraine for January 1, 2016]. Kyiv, Ukraine: State Statistics Service of Ukraine, 86. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
16. Rowland, R. H. (1980). *Declining and Stagnant Towns of the USSR*. *Soviet Geography : Rev. and Translation*, 21, 195–218.

UDC 911.3

*N. V. Husieva, PhD (Geography),  
G. O. Kucheriava, PhD (Geography), Assistant Professor,  
O. S. Suptelo, PhD student,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [gusewa3110@gmail.com](mailto:gusewa3110@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-3620-1213>,  
<https://orcid.org/0000-0002-1742-0605>,  
<https://orcid.org/0000-0003-2901-8565>*

## CONCEPT OF WORLD CITIES: HUMAN-GEOGRAPHICAL APPROACH

**Formulation of the problem.** The phenomenon of world (global) cities is of considerable interest and is the subject of research of specialists from different spheres. The study of world cities at the present stage of the society's development is complicated by a number of aspects, including complex and dynamic development of the geopolitical and geoeconomic world space, which explains rapid transformation of cities; the

complexity of a statistical base formation for the study of world cities, expressed in a large amount of diverse information and limited access to it; lack of a holistic and unique methodology for studying world cities.

**The purpose of the article.** The article studies the human-geographical approach to the formation and development of the concept of world (global) cities in the XX–XXI centuries.

**Results.** In modern scientific literature there are a number of terms describing the phenomenon of world cities, in particular, including «global city», «world center», «world financial center», «cosmopolis», «information city», «media city», «metropolis», «ecumenopolis», «global city region», «capitals of capital», «international city», «globalizing city» «megacity», «interactive city», etc. The variety of terms is an indicator that reflects the ambiguity and complexity of this phenomenon in modern science, as well as the diversity of approaches to its study. Definition of «world cities» concept is based on such aspects as economic development, political influence, social significance.

Formation of the world cities concept has a fairly long history. A significant contribution to its formation and development was made by P. Geddes, P. Hall, C. Doxiadis, F. Braudel, H. Reed, J. Friedmann, G. Wolff, N. Thrift, S. Sassen, M. Castells, C. Abbott, Y. Jao, A. E. Tschoegl, Y. Cassis, P. Taylor, A. Scott, P. Marcuse, R. Van Kempen, E. Isin, D. Clark, N. A. Slucka, S. McQuayer and others. In their research, the world city is, firstly, as a phenomenon unique and singular; secondly, the scope of its influence clearly has a planetary or, ultimately, macro-regional coverage; thirdly, the world city represents a special force concentrator, whether in the field of ideology, religion, military force, innovation economy, etc.; fourthly, it acts as a hegemon, functions as a governing and controlling element within the framework of another, «subordinate» territorial-social system; fifthly, the spatial organization of such a system has a clearly pronounced center-peripheral character; sixthly, the presence of the dominant one-, two-way links that support the system.

Several approaches to identifying the phenomenon of a world city based on different principles can be singled out: geoeconomic, geopolitical, socio-cultural, historical-geographic, geodemographic, information and communication, service, innovation. Human-geographical approach is important as it combines all of the above-mentioned and provides the most comprehensive study of the phenomenon of world cities.

**Keywords:** global city, world city, world center, world financial center, cosmopolis, information city, media city, metropolis, ecumenopolis, global city region, capital of capital, international city, globalizing city, megacity, interactive city, concept of world cities, human-geographical approach to the concept of world cities.

### **References**

1. Voronin, I. M. (2009). *Formuvannya hlobal'nykh mist yak rezul'tat vplyvu protsesiv hlobalizatsiyi y informatyzatsiyi na systemu rozselennya. [Formation of global cities as a result of the impact of globalization and informatization processes on the resettlement system]. Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: geography, 2/22 (61), 167–172. Available at: [http://sn-geography.crimea.edu/arhiv/2009/uch\\_22\\_2g/020\\_voron.pdf](http://sn-geography.crimea.edu/arhiv/2009/uch_22_2g/020_voron.pdf).*
2. Glasychev, B. L. (2008). *Urbanistika [Urbanism]. Moscow, Russia: Europe, 220.*
3. Sluka, N. A. (2007). *Global'nyj gorod: teorija i real'nost' [The Global City: Theory and Reality]. Moscow, Russia: Avanglion, 243.*
4. Dolgova, A. Ju. (2017). «Mezhdunarodnyj finansovyj centr» i «global'nyj gorod»: vzaimosvjaz' ponjatij [«International Financial Center» and «Global City»: Interconnection of Concepts]. *Bulletin of the Moscow State University, 1 (52), 162–172.*
5. Dronova, O. L. (2014) *Heourbanistyka [Geurbanistics]. Kyiv, Ukraine: Kyiv University, 419.*
6. *Institute of Geopolitics of Professor Dergachev: Network project. Available at: <http://dergachev.ru/latest-geopolitics/19.html#.WmV9RrgpqZk>*
7. Lappo, G. M. (1987). *Goroda na puti v budushhee [Cities on the Way to the Future]. Moscow, Russia: Misl, 257.*
8. McQuire, S. (2014). *Medijnyj gorod: media, arhitektura i gorodskoe prostranstvo [The Media City: Media, Architecture and Urban Space]. Moscow, Russia: StrelkaPress, 300.*
9. Matveeva, O. Ju. (2015). *Global'nye goroda – goroda, menjajushhie social'no-kul'turnoe prostranstvo [Global cities – cities that change the socio-cultural space]. Bulletin of Science in Siberia, 1 (16), 93–97.*
10. *Mikrourbanizm. Gorod v detaljah [Microurbanism. The city is in detail] (2014). Moscow, Russia: The New Literary Review, 352.*
11. Podlepina, P. O. (2017). *Hlobal'ni mista v mizhnarodnomu turyzmi [Global cities in international tourism]. Bulletin of Kharkiv National University. Series: International Relations. Economy. Country Studies. Tourism, 6, 198–205.*
12. *Ponjatje mirovyh gorodov. Kriterii mirovogo goroda [The concept of world cities. The criteria of the world]. Available at: <http://www.geograf-stud.ru/shpargalki-na-ekzamen-po-geografii/41-ovety-na-voprosy-po-geourbanistike/840-ponjatje-mirovyh-gorodov-kriterii-mirovogo-goroda.html>*
13. Rudenko, L. H. (2014). *Klasyfikaciya mizhnarodnykh funkcij mist ta yikh proyav v Ukraini [Classification of international functions of cities and their manifestation in Ukraine]. Ukrainian Geographical Journal, 438, 38–45.*
14. Sluka, N. A. (2008). *Geografija gorodov [Geography of cities]. Expert, 15 (604), 68–74.*

15. Sluka, N. A. (2005). *Jevoljucija koncepcii «mirovih gorodov» [Evolution of the Concept of World Cities]. Regional Studies, 1, 11–29.*
16. Suptelo, O. S. (2017). *Suspil'no-heohrafchni peredumovy vynykennya hlobal'nykh mist [Socio-geographical pre-conditions of the emergence of global cities]. Second Sumy Scientific Geographical Readings (Sumy, November 10–12, 2017), 42–45.*
17. Mezentsev, K. & Oliynyk, Ya. & Mezentseva, N. (2017). *Urbanistychna Ukrayina: v epitsentri prostorovykh zmin : monohrafiya [Urban Ukraine. In the Epicenter of Spatial Changes]. Kiev, Ukraine: Phoenix, 438.*
18. Chernova, H. V. & Kasyanchuk, Yu. V. (2014). *Hlobal'ni mista ta suchasni tendenciyi yikh rozvytku [Global cities and modern trends in their development]. Available at: [http://www.rusnauka.com/17\\_PMN\\_2014/Geographia/9\\_172066.doc.htm](http://www.rusnauka.com/17_PMN_2014/Geographia/9_172066.doc.htm)*
19. Beaverstock, J. V. & Taylor, P. G. & Smith, R. G. (1999). *A Roster of World Cities. Cities, 16(6), 445–458.*
20. Berube, A. & Frison, D. (2014). *Global Cities, Present and Future: 2014 Global Cities Index and Emerging Cities Outlook. AT Kearney, 2014. Available at: <http://www.atkearney.com/research-studies/global-cities-index/fullreport>*
21. Cassis, Y. (2010). *Capitals of Capital: The Rise and Fall of International Financial Centres. Cambridge University Press, 393.*
22. Castells, M. (2003). *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring, and the Urban Regional Process. Oxford, UK, Cambridge, MA: Blackwell, 1989.*
23. Clark, D. (2003). *Urban World / Global City. New York, 156.*
24. Doxiadis, C. (1968). *Ecumenopolis: Tomorrow's City Britannica. Book of the year, 34.*
25. Friedmann, J. (1986). *The World City Hypothesis. Development and Change, 4, 12–50.*
26. *Globalization and World Cities. Available at: <http://www.lboro.ac.uk/gawc/couro1.html>*
27. Geddes, P. (1915). *Cities in evolution an introduction to the town planning movement and to the study of civics. London, Williams & Norgate, 409.*
28. Hall, P. (1966). *World Cities. New York, McGraw-Hill, 256.*
29. Jao, Y. (1997). *Hong Kong as an International Financial Centre, Evolution, Prospects and Policies. Hong Kong City, University of Hong Kong Press, 170.*
30. Reed, H. (1989). *Financial centre hegemony, interest rates and the global political economy. London, International Banking and Financial Centres, 247–268.*
31. Sassen, S. (2005). *The Global City: Introducing a Concept. The Brown Journal of World Affairs, Winter/Spring, 9 (2), 27–43.*
32. Thrift, N. (1989). *The Geography of International Economic Disorder. Oxford A World in Crisis? Geographical Perspectives, 16–78.*
33. Tschoegl, A. E. (2000). *International Banking Centers, Geography, and Foreign Banks. Financial Markets, Institutions and Instruments, 9 (1), 1–32.*
34. *The World's Cities in 2016: Data Booklet. Available at: [http://www.un.org/en/development/ desa/population/publications/pdf/urbanization/the\\_worlds\\_cities\\_in\\_2016\\_data\\_booklet.pdf](http://www.un.org/en/development/ desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf)*
35. Taylor, P. (2004). *World City Network: A Global Urban Analysis. Routledge, 256.*

UDC 504.53.052

\*O. V. Dyedov, Doctor of Sciences (Agriculture),  
Senior Researcher,

\*\*V. I. Pasichnyak, Head,

\*\*M. I. Nahrybets'kyi, Head of Laboratory,

\*Vinnytsia Mykhailo Kotsyubynskyi State Pedagogical University,

\*\*Vinnytsia branch of the State Institution “Soils Protection Institute of Ukraine”,

phone: +380974198876, e-mail: [alexdedov1959@gmail.com](mailto:alexdedov1959@gmail.com),

<https://orcid.org/0000-0002-9158-6697>,

<https://orcid.org/0000-0002-4144-261X>,

<https://orcid.org/0000-0001-9675-8315>

## SOILS UNDER CONDITION OF CLIMATE CHANGES: ADAPTATION, PREADAPTATION, READAPTATION?

**Aim.** To cover the current humus state of Ukraine and Podillya, to prove the significance of improving it as a guarantee of increasing their resilience to contemporary and future climate change and productive use in conditions of increasing its extreme.

**Methods.** The basis of the study was statistical data and materials of special reports and scientific works, its methodological basis – the methods of structural-system analysis and forecasting.

**Results.** Analysis of statistical data indicates the continuation of dehumidification of soil cover and violation of scientifically grounded crop rotation structures. As a result of annual losses of humus in the coun-

try's soils with 1,07 t/ha and its negative balance of 0,44 t/ha, there is a significant increase of sowing of corn and industrial crops. During the period of 2000-2015, the area under it increased by three times, and sunflower by 1,76. Also, during this period, the area under rape increased by 3,2 times, reaching 2.53%. The sowing of crops of perennial grasses decreased by 2,9 times with a share in crop rotations of 3,8% (with the recommended crop structure in Polissya 5%, in other zones – 10 %).

A similar trend is observed in the Podillya region. The area under corn for the period 2010-2015 increased by 5,5%, sunflower – by 1,2%.

**Conclusions.** The key to increasing sustainability of soils in conditions of intensifying extreme weather phenomena and their productivity is an urgent application instead of adaptation strategy (gradual adaptation to new climatic conditions) of preventive actions - roar (the restoration of their important components and properties lost) and adaptation (improvement of their agroecological condition). In the current economic climate, this can be achieved by adhering to scientifically sound agricultural development (which is often ignored by land users) with a share of their perennial grasses not less than 10% and introduction of low-cost grain-herbal types that provide a deficit-free humus balance in the soil.

**Keywords:** climate warming, adaptation, reaptation, preadaptation, humus, crop rotation, cultivating and technical crops, perennial grasses.

### References

1. Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G. (2000). *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 599.
2. Stepanenko, S. M., Pol'ovyy, A. M., Shkol'nyy, Ye. P. etc. (2011). *Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy: monohrafiya [Assessment of the impact of climate change on the economy of Ukraine]*. Odesa: Ekolohiya, 696.
3. *Natsional'na dopovid' pro stan rodyuchosti gruntiv Ukrainy.(2010). [National report on soil fertility in Ukraine]*, Kyiv: TOV «VYK-PRYNT», 111.
4. *P'yate natsional'ne povidomlennya Ukrainy z pytan' zminy klimatu [Fifth National Communication of Ukraine on Climate Change]*. Available at: [https://www.google.com.ua/?gws\\_rd=ssl#q=p'yate+natsional'ne+povidomlennya+ukrainy+z+pytan'+zminy+klimatu%2C+2009\)+dlya+vyrishennya](https://www.google.com.ua/?gws_rd=ssl#q=p'yate+natsional'ne+povidomlennya+ukrainy+z+pytan'+zminy+klimatu%2C+2009)+dlya+vyrishennya)
5. Orlenko, S. L., Zhalilo, Ya. A., Trofymova I. V. (2010). *Protydiya hlobal'niy zmini klimatu v konteksti Kiot-s'kykh domovlenostey: ukrayins'kyy vymir [Countering global climate change in the context of Kyoto agreements: ukrainian dimension]*. Kyiv: NISD, 48.
6. Bozhko, L. Yu. (2013). *Otsinka vplyvu ekstremal'nykh yavlyshch na produktyvnist' sil's'kohospodars'kykh kul'tur: navchal'nyy posibnyk [Estimation of the impact of extreme events on the productivity of agricultural crops]*. MON Ukrainy; Odes. derzh. ekoloh. un-t. Odesa: Ekolohiya, 240.
7. Vozhhehova Rayisa. *Adaptatsiya zemlerobstva stepovoyi zony do umov pidvyshchennya posushlyvosti klimatu [Adaptation of the agriculture of the steppe zone to the conditions of increasing the dryness of the climate]*. Available at: <http://unt.org.ua/adaptats-ya-zemlerobstva-stepovo-zoni-do-umov-p-dvishchennya-posushlyvost-kl-matu>
8. Dem'yanenko, S., Butko, V. (2012) *Stratehiya adaptatsiy ahrarnykh pidpryyemstv Ukrainy do hlobal'nykh zmin klimatu [Strategy of adaptation of agrarian enterprises of Ukraine to global climate change]*. *Economy of Ukraine*, 6, 66-72.
9. Dem'janenko, S. I. (2014). *K voprosu o strategii razvitija agrarnogo sektora ekonomiki Ukrainy [To the question about strategy of development of agrarian sector of economy of Ukraine]*. *The Economy of Agro-Industrial Complex*, 1 (231), 14-19.
10. Ivashchenko, O. O., Rudnyk-Ivashchenko O. I. (2011). *Napryamy adaptatsiyi ahrarnoho vyrobnytstva do zmin klimatu [Directions of adaptation of agrarian production are to the changes of climate]*. *News of agrarian sciences*, 8, 10-12
11. Ivashchenko, O. O. (2008) *Shlyakhy adaptatsiyi zemlerobstva v umovakh zmin klimatu [The ways of agriculture adaptation in the conditions of changes of climate]*. *Collection of scientific works of the National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS". Special issue*, 15-21.
12. Kucher, A. (2017). *Adaptatsiya ahrarnoho zemlekorystuvannya do zmin klimatu [Adaptation of agrarian land use to climate change]*. *Agricultural and resource economics: international scientific e-journal*, 3(1), 119-138.
13. Mazur, H. A. (2008). *Prohnozuvannya zmin osnovnykh vlastyvostey gruntovoho pokryvu v umovakh kolyvan' klimatu [Forecasting of changes in the main properties of soil cover in conditions of climate fluctuations]*. *Collection of scientific works of the National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS", Special issue*, 27-32.
14. Sayko, V. F. (2008). *Naukovi osnovy zemlerobstva v konteksti zmin klimatu [Scientific basis agriculture in the context of changes of climate]*. *News of agrarian sciences*, 11, 5-10.
15. Stefanovs'ka, T. R., Pidlisnyuk, V. V. (2010). *Otsinka vrazlyvosti zmin klimatu sil's'koho hospodarstva Ukrainy [Assessment of the vulnerability of climate change in Ukraine's agriculture]*. *Ecological safety*, 1 (9), 62-66.
16. Hudz', V. P. ed., Prymak I. D., Bud'onnyy Yu. V. etc. (2010). *Zemlerobstvo: pidruchnyk [Agriculture: Tutorial]*, *Tsentr uchbovoi literatury*. Kyiv, *Tsentr uchbovoyi literatury*, 88-96.
17. Klapp, E. (1971). *Wiesen und Weiden. Eine Grunlandlehre. 4. Aufl. – Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey*, 620.

18. Prokopenko, O. M. ed. (2016). *Sil'ske hospodarstvo Ukrainy za 2015 r. [Agriculture of Ukraine for 2015]*. Kyiv: State Statistics Service of Ukraine, 66-96.
19. Prokopenko, O. M. ed. (2010) *Posivni ploshchi silskohospodarskykh kultur pid urozhai 2010 roku [Sowing areas of agricultural cultures are under the harvest of 2010]*, Kyiv, State Committee of Statistics of Ukraine, 53.
20. Prokopenko, O. M. ed. (2015). *Posivni ploshchi silskohospodarskykh kultur pid urozhai 2015 roku [Sowing areas of agricultural cultures are under the harvest of 2015]*. Kyiv, State Committee of Statistics of Ukraine, 53.

UDC 911.37(477.54)

**K. O. Kravchenko**, PhD student,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
phone: +380999130933, e-mail: [kravchenkokate28@gmail.com](mailto:kravchenkokate28@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0003-4654-3185>

## GEOINFORMATION SYSTEMS USE IN THE INVESTIGATION OF REGIONAL POPULATION GROWTH

**Formulation of the problem.** Use of GIS in socio-geographical studies determines their quality in our time. Due to the ability to display and analyze data, geographic information systems reveal the peculiarities of the spatial interaction of social and geographical objects. Use of GIS in the human geography to study population settlement systems allows us to establish patterns of formation and development in settlements and peculiarities of their distribution across the territory. The use of analytical capabilities of the GIS in the study of settlement systems helps to find out what determines the location of settlements and the link between them. The main stages of GIS analysis should be considered, such as questioning, evaluation of data, selection of the method of analysis, data processing and evaluation of the results.

**The purpose of the article.** The purpose of this study is to uncover methodical bases for the use of geoinformation systems in the study of resettlement systems of the population in the region on the example of Kharkiv region in such GIS platforms as Map Info, Arc View, Arc Gis.

**Methods.** The author's own achievements as well as the research results of domestic and foreign investigators made the methodical basis for the article.

**Results.** The article reveals the role of geoinformation systems in socio-geographical research, defines the main functions of geoinformation systems in the study of settlement systems, and presents an algorithm for conducting GIS analysis. Using geoinformation systems, the analysis of the resale structure of the region was carried out, advantages and disadvantages of methods of constructing population density maps of the region were identified, ways of constructing cartograms were presented. Features of constructing maps of demographic potential are presented in the article. The centographic method is used for mathematical description of the spatial distribution of the population in the region. The topological methods of centrometry are presented. The advantages of using GIS in the research of resale systems are determined.

**Scientific novelty and practical significance.** The article highlights the fact that when using GIS to construct cartographic images of the resettlement systems development, a combination of the spatial-temporal aspects of the research is important. One of the important advantages of the geoinformation approach in the study of resettlement systems is the operation of the attribute of objects, since a significant part of the derivatives of the geodemographic data given in the work (dynamics, density, percentages) were calculated by means of processing attributive information in GIS systems.

Thus, using the GIS systems in the research of resale systems is explained by the need to establish spatiotemporal interconnections between settlements, to identify the features of the impact of the developed settlements on less developed, to determine the prospects for their further development and evolution of the system as a whole.

**Keywords:** geographic information systems, GIS analysis, population settlement system, population density map, demographic potential map, isolation, spatial analysis.

### References

1. *ArcGIS 9.3 Desktop*. Available at: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/>
2. Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A management perspective [Geographic Information Systems: A management perspective]*. Ottawa: WDL Publications, 294.
3. Burrough, P. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems [Principles of Geographical Information Systems]*. Oxford: Oxford University Press, 291.
4. *ESRI Ukraine. ArcGIS platform*. Available at: <http://www.esri.ua/arcgis-platform>

5. Fujita M., Krugman P., Venables, A. (2001). *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade [The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade]*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 357.
6. Huisman, O. (2009). *Principles of Geographic Information Systems. An introductory textbook [Principles of Geographic Information Systems. An introductory textbook]*. The Netherlands, Enschede, 540.
7. Kostrikov, S., Segida, K. (2013). *Human geography with geographical information systems [Human geography with geographical information systems]*. *Human geography journal*, V.N. Karazin Kharkiv National University, 15 (2), 39-47.
8. Magure, D. J. (2005). *Towards a GIS Platform for Spatial Analysis and Modeling [Towards a GIS Platform for Spatial Analysis and Modeling]*. Redlands, California: ESRI Press, 19-40.
9. Ripley, B. (1981). *Spatial Statistics [Spatial Statistics]*. London, NY: John Wiley & Sons, 273.
10. Simmons, J. W., Bourne, L. S. (1978). *The organization of the urban system [The organization of the urban system]*. Oxford University Press, 61-69.
11. Tomlin, C. D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling [Geographic Information Systems and Cartographic Modeling]*. NY, Prentice-Hall, 198.
12. Antipova, E. A. (2007). *Oпыт ispol'zovaniya GIS-tehnologij v geografii naselenija [Experience in the use of GIS technologies in the geography of the population]*. *Bulletin of the Belarusian State University - scientific-theoretical journal of the Belarusian State University*, 3, 87-93.
13. Bondarenko, Ye. L., Shevchenko, V. O., Ostroukh, V. I. (2005). *Heoinformatsiyni osnovy ekolo-hoheografichnoho kartohrafuvannya [Geoinformation bases of eco-geographical mapping]*. Kyiv: Fitosotsiotsentr.
14. Holykov, A. P., Chervan'ov, I. H. (1986). *Matematychni metody v heografiji [Matematical methods in geography]*. Kharkiv: publishing at Kharkov University, 143.
15. Hrytsevych, V. S. (2003). *Tsentrohrafiya Ukrainy: istoriya i perspektyvy [Centralography of Ukraine: History and Prospects]*. *History of Ukrainian Geography. All-Ukrainian scientific and theoretical magazine*, 2 (8), 115-119.
16. DeMers, M. N. (1999). *Geograficheskie informacionnye sistemy [Geographic information systems. Basics]*. Moscow, Data+, 490.
17. Kostrikov, S. V., Chuyev, O. S. (2016). *Analiz dvorivnevnykh urboheosystem cherez zasoby GIS [Analysis of two-level urbogeosystems through GIS]*. *Announcer of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, 44, 98-109.
18. Medvedkov, Ju. V. (1968). *Topologicheskij analiz setej naselennykh mest [Topological analysis networks populated place]*. *Thought*, 167.
19. Mitchell, Je. (2000). *Rukovodstvo po GIS Analizu. Chast' I. Prostranstvennye Modeli i Vzaimosvjazi [Guidance for GIS Analysis. Part I: Spatial Models and Interconnections]*. Kyiv: ECOMM Co, 179.
20. Nyemets', K. A., Nyemets', L. M., Nyemets', O. K. (2009). *Doslidzhennya prostorovoyi vzayemodiyi suspil'no-heografichnykh ob'yektiv [Investigation of Spatial Interaction of Socio-Geographic Objects]*. *Social and economic geography magazine*. Kharkiv: V.N. Karazin Kharkiv National University, 6, 20-31.
21. *Official website of the Main Statistical Office in Kharkiv region*. Available at : <http://uprstat.kharkov.ukrtel.net>
22. Rudenko, L. H., Kozachenko, T. I., Lyashenko, D. O., Bochkovs'ka, A. I. (2011). *Heoinformatsiynne kartohrafuvannya v Ukraini: kontseptual'ni osnovy i napryamky rozvytku [Geoinformation mapping in Ukraine: conceptual framework and direction of development]*. Kyiv: Naukova dumka.
23. Svitlychnyy, O. O., Plotnyts'kyy, S. V. (2006). *Osnovy heoinformatyky. [Fundamentals of Geoinformatics]*. Sumy: Universytet-s'ka knyha, 295.
24. Sehida, K., Kostrikov, S. (2016). *Prostorovyy ekonometrychnyy analiz mayatnykovoyi trudovoyi mihratsiyi na regional'nomu rivni [Spatial econometric analysis of the regional commuting]*. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography*, 1 (64), 42-53.
25. Sehida, K. Ju. (2013). *Centrograficheskoe issledovanie rasselenija naselenija (na primere Har'kovskoj oblasti Ukrainy) [Centrographic study of the population distribution (by the example of the Kharkiv region of Ukraine)]*. *Mogilev chasopis. Mogilev*, 13, 1-2(20-21), 152.
26. Shipulin, V. D. (2010). *Osnovnye principy geoinformacionnykh system [Basic principles of geoinformation systems]*. Kharkiv: HNAGH, 337.

UDC 911.3

A. V. Mazurova, PhD student,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [a.v.mazurova@ukr.net](mailto:a.v.mazurova@ukr.net),  
<https://orcid.org/0000-0002-5203-3045>

## DEFINING OPTIMAL WAYS OF KHARKIV'S SOCIAL-ECONOMIC DEVELOPMENT BY COMPONENT ANALYSIS

**Formulation of the problem.** Due to active development of the Ukrainian cities a question arises as to the definition of problems and prospects of urban organization, ways of city space optimization. For Kharkiv



city, the second biggest city by population in Ukraine, leading industrial, scientific and cultural center of the country, definition of weaknesses and strengths of social-economic development is quite relevant.

**The purpose of the article** is to define optimal directions of social and economic development and the organization of Kharkiv`s city space on the basis of the component analysis.

**Methods.** Method of component analysis is used in this article to determine the optimal ways of Kharkiv sociogeosystem development. The essence of this method is the definition of projections in the development vector to multidimensional space with the detailed substantial analysis of their changes. This method allows to move from the general assessment of the conditions and level of SGS`s development in an integral form to the assessment of individual components (parameters).

**Main results.** During 2010-2015 development of Kharkiv SGS of the city was positively influenced by the following factors: an increase in the number of children at preschool and other educational institutions; volumes of the sold industrial output; number of officially registered enterprises; reduction in boiler and oven fuel use; reduction in heat power use.

The decline of population, reduction of educational institutions and students number at higher education institutions by III and III-IV levels; reduction in the number of workers engaged in scientific activity were negative factors for development of Kharkiv`s SGS. During all research time Shevchenkivskyi and Kyivskyi districts were the leaders by all indicators. Nemyshlianskyi and Kyivskyi districts were outsiders by dynamics of development. For Novobavarskyi, Slobidskyi, Kholodnohirskyi, Osnovianskyi and Nemyshlianskyi districts it is proposed to introduce programs for improving the demographic situation. For Shevchenkivskyi and Kyivskyi districts it is proposed to increase the number of schools and pre-schools or to renew educational institutions. For Nemyshlianskyi and Osnovianskyi districts it is proposed to support business development.

**Scientific novelty and practical significance.** By using the method of component analysis in this study, it was possible to identify the main problems of socio-economic and spatial development of the city, as well as to propose recommendations for its improvement.

**Keywords:** component analysis, socio-economic development, social geographical system, statistical indicators, organization of urban space, city, Kharkiv`s administrative districts.

#### References

1. Mezentsev, K. (2013). *Metody` doslidzhennya v suspil`nij geografiji: trady`ciyi i novaciyi. Ekonomichna ta social`na geografiya*, 1(66), 31-42.
2. Mamontova, O. (2011). *Misto Kharkiv u 2010 r. (staty`sty`chny`j shhorichny`k) [Kharkiv city in 2010 (statistical yearbook)]*. Kharkiv, 175.
3. Mamontova, O. (2012). *Misto Kharkiv u 2011 r. (staty`sty`chny`j shhorichny`k) [Kharkiv city in 2011 (statistical yearbook)]*. Kharkiv, 186.
4. Mamontova, O. (2013). *Misto Kharkiv u 2012 r. (staty`sty`chny`j shhorichny`k) [Kharkiv city in 2012 (statistical yearbook)]*. Kharkiv, 182.
5. Mamontova, O. (2014). *Misto Kharkiv u 2013 r. (staty`sty`chny`j shhorichny`k) [Kharkiv city in 2013 (statistical yearbook)]*. Kharkiv, 188.
6. Nyemecz, K., Nyemecz, O. (2008). *Metody`ka informacijnogo analizu social`no-ekonomichnogo rozvy`tku regioniv. Region – 2008: strategiya opty`mal`nogo rozvy`tku*, Kharkiv, 242–246.
7. Nyemecz, K., Nyemecz, L. (2013). *Prostorovy`j analiz u suspil`nij geografiji: novi pidxody`, metody`, modeli*. Kharkiv: KNU, 225.
8. Nyemecz, K., Segida, E. (2013). *Statisticheskie metody i obrabotka geoinformacii: uchebno-metodicheskoe posobie*. Kharkiv: KNU, 60.
9. Nyemecz, K., Nyemecz, L. (2014). *Teoriya i metodologiya geografichnoyi nauky`: metody` prostорового analizu. Navchal`no-metody`chny`j posibny`k*. Kharkiv: KhNU, 172.
10. *Staty`sty`chny`j shhorichny`k «Mista ta rajony` Kharkivs`koyi oblasti v 2010 roci» [Statistical yearbook "Cities and districts of Kharkiv region in 2010"]*. Available at: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2010-rotsi>
11. *Staty`sty`chny`j shhorichny`k «Mista ta rajony` Kharkivs`koyi oblasti v 2011 roci» [Statistical yearbook "Cities and districts of Kharkiv region in 2011"]*. Available at: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2011-rotsi>
12. *Staty`sty`chny`j shhorichny`k «Mista ta rajony` Kharkivs`koyi oblasti v 2012 roci» [Statistical yearbook "Cities and districts of Kharkiv region in 2012"]*. Available at: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2012-rotsi>
13. *Staty`sty`chny`j shhorichny`k «Mista ta rajony` Kharkivs`koyi oblasti v 2013 roci» [Statistical yearbook "Cities and districts of Kharkiv region in 2013"]*. Available at: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2013-rotsi>

14. *Staty`sty`chny`j shhorichny`k «Mista ta rajony` Kharkivs`koyi oblasti v 2015 roci» [Statistical yearbook "Cities and districts of Kharkiv region in 2014"]*. Available at: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2014-rotsi>
15. *Staty`sty`chny`j shhorichny`k «Mista ta rajony` Kharkivs`koyi oblasti v 2015 roci» [Statistical yearbook "Cities and districts of Kharkiv region in 2015"]*. Available at: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychnyi-shchorichnyk-mista-ta-raiony-kharkivskoi-oblasti-v-2015-rotsi>
16. *Staty`sty`chny`j shhorichny`k «Kharkivs`ka oblast` u 2015 roci» [Statistical Yearbook "Kharkiv region in 2015"]*. Available at: <http://kh.ukrstat.gov.ua>
17. Topchiev, O. (2005). *Suspil`no-geografichni doslidzhennya: metodologiya, metody`, metody`ka*. Odesa, 632.
18. Shabl'ij, O. (1994). *Matematy`chni metody` v social`no-ekonomichnij geografiyi: navch. vy`dannya*. Lviv: Svit, 304.
19. Shabl'ij, O. (2003). *Osnovy` zagal`noyi suspil`noyi geografiyi: pidruchny`k*. Lviv: Vy`davny`chy`j centr LNU im. Ivana Franka, 444.

UDC 332.1

*H. V. Mashika, PhD (Geography), Associate Professor,  
Mykachevo State University,  
e-mail: [mashika.g.v@i.ua](mailto:mashika.g.v@i.ua),  
<https://orcid.org/0000-0001-6063-5823>*

### **INNOVATIVE APPROACHES TO SOCIAL GEOGRAPHICAL RESEARCH AND EFFECTIVE USE OF ECONOMIC POTENTIAL OF THE CARPATHIAN REGION**

**The purpose of this article** is to clarify the innovative approaches to social geographical research and effective use of economic potential of the Carpathian region.

**Methodical** base while writing the article was shaped by general scientific methods such as analysis, synthesis, and generalization, deductive and systemic methods.

**Results.** In this article the innovative approaches to social geographical research and effective use of economic potential of the Carpathian region have been revealed. Among the main innovative approaches development of economic potential of the Carpathian region on the basis of energy and resource-saving, as well as development of "green economy" have been suggested. Comparative characteristics of "green economy", "green growth" and stable development have been brought on. The key principles of "green economy" have been formulated, among which are: harmonization in relations in the system "nature – human – production"; appropriate coherence of economic, social and environmental priorities; protection of both human and nature from the devastating impact of the production activity conducted by society; provision of favorable living conditions in the current and future periods; guaranteeing the growth of the economic potential of society and its socio-cultural development in the conditions of ecological safety. It has also been led upon terms of political provisions in Association Agreement between Ukraine and EU, which foresee establishment of stable economic development and mechanisms of "green" economy in accordance with the principles of strategy realization on stable development; this strategy was initiated at the UN Summit "Rio+20". The detailed analysis of "green" economy priorities by sectors of economy, such as energy, resourceful, food, social, regional economy, industrial, transport and financial has been carried out. Resource-saving factors of effective use of economic potential of the Carpathian region have been considered, which can be defined as the most popular priorities, leading to the increase in people's welfare and social justice with significant decrease in ecological risks and ecological deficits. The main directions of rational energy, resource and nature use as well as state strategy in rational nature use have been suggested.

**Scientific novelty** consists in the fact that the prospective ways to improve the market of resource-saving technologies have been suggested, among which are: products and services quality improvement, which are produced by enterprises with adaptation to nature protection requirements, as well as implementation of international standards of resource-saving, development and introduction of new products based on the use of resource-saving technologies, putting into the economy foreign investments on resource-saving production and facilitation of the development of institutions to promote and support resource-saving production.

**Practical significance** consists in the fact that innovative approaches to social geographical research and effective use of economic potential of the Carpathian region, suggested in this article, can be used in practice for efficient exploitation of economic potential of the Carpathian region.

**Keywords:** economic potential, energy saving, green economy, infrastructure, the Carpathian region, resource saving, social development.

## References

1. Bohachov, S. V. (2015). Otsinka popytu na resursooshchadne obladnannya u sferi teplopostachannya velykykh mist ta ahlomeratsiy (z urakhuvannyam uhody pro ZVT mizh Ukrayinoyu ta YeS) [Assessment of demand for resource-saving equipment in the field of heat supply of large cities and agglomerations (taking into account the FTA between Ukraine and the EU)]. *Economics and Law. Series: Economics*, 3, 77-84.
2. Volyak, L. R. (2013). Resursozberezhennya yak peredumova pidvyshchennya konkurentospromozhnosti pidpryyemstva [Resource saving as a prerequisite for increasing the competitiveness of the enterprise]. *Sustainable development of the economy*, 2, 115-119.
3. Derzhavna polityka staloho rozvytku na zasadakh «zelenoyi» ekonomiky». *Analitichna zapyska*. Available at: <http://www.niss.gov.ua/articles/1237/>
4. Enerhetychna stratehiya Ukrainy do 2030 roku (2006) [The Energy Strategy of Ukraine until 2030]. Kyiv, Ministry of Fuel and Energy of Ukraine. Available at: [www.aes-ukraine.com/documents/5390.html](http://www.aes-ukraine.com/documents/5390.html)
5. Yelisyeyeva, H. Yu. (2013). Statystychnye otsynuyvannya rozvytku zelenoyi ekonomiky v Ukraini [Statistical evaluation of the green economy in Ukraine]. *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Ser: Economics*, 21, 7(2), 128-133.
6. Zelena ekonomika – poryatunok lyudstva. Available at: <http://www.dossier.org.ua/zelena-ekonomika-poryatunok-lyudstva>
7. Kvach, Ya. P. (2015). «Zelena» ekonomika»: mozhlyvosti dlya Ukrainy [Green "economy": opportunities for Ukraine] Available at: <http://global-national.in.ua/archive/6-2015/12.pdf>
8. Kinash, I. A. (2016). Vtorynne resursokorystuvannya yak chynnyk efektyvnoyi resursooshchadnoyi diyal'nosti [Secondary resource use as a factor of effective resource-saving activity]. *Economic forum*, 1, 104-109.
9. Marchuk, L. P. (2014). «Zelena» ekonomika: superechnosti ta perspektyvy rozvytku ["Green" economy: contradictions and development prospects]. *Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region*, 1, 34-41.
10. Olabodi, O. V., Kalenska, V. S. (2016). Mizhnarodna ekonomika ta mizhnarodni ekonomichni vidnosyny: daidzhest [International Economics and International Economic Relations: Digest]. *Scientific and Technical Library of the National University of Food Technologies. Kiev: NTB NUKHT*, 19.
11. Pro zakhody shchodo zabezpechennya pidtrymky ta dal'shoho rozvytku pidpryyemnyts'koyi diyal'nosti: Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 15.07.2000 № 906/2000 Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/906/2000>
12. Prudchenko, A. A. (2013). Ekolohyzatsyya ekonomiky kak hlavnaya zadacha ustoychyvoho razvytyya obshchestva [Ecologization of the economy as the main objective of sustainable development of society]. *Scientific community of students of the XXI century. NATURAL SCIENCES: Sat. Art. by mat. IX Intern. stud. scientific-practical. Conf. No 9*. Available at: [sibac.info/archive/nature/StudNatur%2004.04.2013.pdf](http://sibac.info/archive/nature/StudNatur%2004.04.2013.pdf)
13. Soloshych, I. O. (2013). "Zelena ekonomika" v konteksti zabezpechennya perekhodu Ukrainy do staloho rozvytku ["Green economy" in the context of ensuring Ukraine's transition to sustainable development]. *Scientific reports of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine*, 6.
14. Stankevych, N. A. (2013). «Zeleni investytsiyi» yak skladova staloho rozvytku derzhavy ["Green Investments" as a component of sustainable development of the state] Available at: [eztur.ztu.edu.ua/6327/1/118.pdf](http://eztur.ztu.edu.ua/6327/1/118.pdf)
15. Tanchak, Ya. A. Stan i problemy investytsiynoho rozvytku Karpat's'koho rehionu Ukrainy [Status and problems of investment development of the Carpathian region of Ukraine]. Available at: [http://www.nbu.gov.ua/old\\_jrn/chem\\_biol/nvnltn/21\\_3/268\\_Tan.pdf](http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/chem_biol/nvnltn/21_3/268_Tan.pdf)
16. Terytorial'nyy rozvytok v Ukraini: rozvytok ahlomeratsiy ta subrehioniv. (2012). [Territorial development in Ukraine: development of agglomerations and subregions]. *USAID Project: Local Investments and National Competitiveness. Kyiv*, 183.
17. Khymynets', V. V. (2014). Mistse ta rol' kurortno-rekreatsijnoho klasteru v stalomu rozvytku Karpat's'koho rehionu [The place and role of the resort and recreation cluster in the sustainable development of the Carpathian region]. *Scientific herald of Uzhgorod University. Ser.: Economics*, 1, 240-247
18. Cherep, A. V. (2011). Osnovy formuvannya trudovoho potentsialu v derzhavi, regioni, na pidpryyemstvi [Fundamentals of the formation of labor potential in the state, region, at the enterprise]. *Bulletin of the Zaporizhzhya National University*, 1(9), 245-254.
19. Shevchuk, A. V. Ekolohyzatsyya ekonomiky: problemy u perspektyv [Ecologization of the economy: problems and prospects]. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologizatsiya-ekonomiki-problemy-i-perspektivy#ixzz4ODXCc8ol>
20. Shpenyk, T. K. (2013). Analiz sotsial'no-ekonomichnoho stanu Zakarpat's'koyi oblasti z tochky zoru rozvytku turystychnoyi haluzi [Analysis of the socio-economic status of the Transcarpathian region in terms of tourism development]. *Scientific herald of Uzhgorod University*, 2, 34-39.

## SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN KHARKIV REGION

**Relevance.** Agriculture of Kharkiv region is formed by the combination of factors: natural and geographical, economic, socio-demographic, as well as agroclimatic, land, and water resources. Socio-demographic factors are the main ones, with the level of agriculture development.

**The purpose of the article.** To identify the impact of socio-demographic factors on the development of agriculture in Kharkiv region, to analyze the current demographic situation in the region, the level of social infrastructure and to the ways to increase the level of agricultural development in the region.

**Results.** Demographic factors include the number and density of the population, its age and sex composition, labor resources, remoteness of settlements from the regional and district centers. The totality of these factors affects the provision of agriculture with labor, as well as the formation of agricultural specialization. In Kharkiv region there is a high proportion of the urban population, a large migration activity of the rural population, especially young people, a fairly large employment in the agrarian sector, the availability of skilled labor resources that could be used in agriculture, an efficient system of resettlement. A negative problem of the current demographic situation in the region is the rural population, since agriculture is an unprivileged area of rural employment. Social factors include the type of land relations, forms of ownership, the level of socio-cultural provision. A huge role in the production of agricultural produce belongs to the farm. A comprehensive socio-geographic analysis of these factors will make it possible to identify agricultural specialization in Kharkiv region, as well as to effectively use land resources.

**Scientific novelty.** In the article, the factors of agricultural development in Kharkiv region were analyzed for the first time. Socio-demographic factors are decisive, as they affect agricultural specialization, development of suburban forms of agricultural production. A comprehensive study of these factors will increase the economic efficiency of agriculture, solve existing problems in the agricultural sector of Kharkiv region.

**Keywords:** agriculture, socio-demographic factors, demographic situation, employment of the population, social infrastructure, specialization of agriculture.

### References

1. Hrekov, S. A. (2007). *Heohrafichni osoblyvosti sil's'kohospodars'koho vyrobnyctva v osobystykh seljans'kykh hospodarstvakh Chernivec'koyi oblasti* [Geographical features of agricultural production in personal peasant farms of the Chernivtsi region]. Chernivtsi, 19.
2. Dobrovol's'ka, N. V. (2016). *Formuvannja ekolohichno zbalansovanoho zemlerobstva Kharkivs'koyi oblasti: suspil'no-heohrafichnyj pidkhid* [Formation of ecologically balanced agriculture in the Kharkiv region: socio-geographical approach]. V. N. Karazin Kharkiv National University, 276.
3. Zajachuk, M. D. (2016). *Formuvannja ta heoprosorova orhanizaciya fermerstva Ukrainy (teorija ta praktyka suspil'no-heohrafichnoho doslidzhennya)* [Formation and geospatial organization of farming in Ukraine (theory and practice of socio-geographical research)]. Kyiv, 40.
4. *Land Code of Ukraine*. Available at : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2768>
5. Kozlovs'ka, N. A. (2015). *Rozvytok sil's'koho hospodarstva Kyjivs'koyi oblasti u konteksti vplyvu stolichnogo mista* [Development of agriculture in the Kyiv region in the context of the influence of the capital city]. *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 50-58.
6. Kobchenko, J. F. (2014). *Vplyv pohodnyx faktoriv na formuvannja urozhayu zernovyx kul'tur u Kharkivs'koyi oblasti* [Influence of weather factors on the formation of a crop of grain crops in the Kharkiv region]. *Bulletin of Kharkiv Karazin University, Series «Geology. Geography. Ecology»*, 40 (1098), 74-84.
7. Kryuchkov, V. G. (1978). *Terytorial'naja organyzaciya sel'skogo hozjajstva* [Territorial organization of agriculture], *Mysl'*, 268.
8. Kuljeshova, H. O. (2012). *Terytorial'ni osoblyvosti rozvytku fermers'koho hospodarstva v Kharkivs'koyi oblasti jak formy maloho pidpryjemnyctva* [Territorial features of the development of a farm in the Kharkov region as a form of small business]. *Journal of Human Geography*, 13 (2), 178-184.
9. Mamontova, O. H. (2017). *Mista ta rajony Kharkivs'koyi oblasti u 2016 roci : statisticheskiy sbornik* [Cities and districts of the Kharkiv region in 2016: statistical yearbook]. Kharkiv, 324.

10. Niemets, L. M. (2012). Terytorial'ni ta chasovi osoblyvosti rozvytku roslynnnyctva Kharkivs'koyi oblasti [Territorial and temporal features of the development of plant growing in the Kharkiv region]. *Journal of Human Geography*, 12 (1), 132–137.
11. Pan'kiv, Z. P. (2008). *Zemel'ni resursy: navchal'nyj posibnyk [Land resources]*, LNU Publishing Center Ivan Franko University, 272.
12. *Pro farmers'ke hospodarstvo. Zakon Ukrainy zi zminamy vid 31.03.2016* Available at : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/>
13. Rancja, I. I. (2005). Terytorial'na orhanizacija ahrobiznesu rehionu (na materialax L'vivs'koyi oblasti) [Territorial organization of agribusiness in the region (on the materials of the Lviv region)]. Lviv, 20.
14. Volovikova, K. P. (2016). Sil's'ke hospodarstvo Kharkivs'koyi oblasti u 2015 roci : Statisticheskiy sbornik [Agriculture of Kharkiv region in 2015: statistical yearbook]. Kharkiv, 153.
15. Slushchuk, A. M. (2011) Heohrafichni umovy ta faktory formuvannja i rozvytku ahrobiznesu Volyns'koyi oblasti [Geographical conditions and factors of formation and development of agribusiness in the Volyn region], *The Nature of Western Polessye and Adjacent Territories*, 8, 64-68.
16. Sosnyc'ka J. S. (2015). Suchasni transformacijni procesy sil's'kohospodars'koho vyrobnyctva (na prykladi Volyns'koyi oblasti) [Modern transformational processes of agricultural production (on the example of the Volyn region)]. Chernivtsi, 20.
17. *Strategy for the development of the Kharkiv region for the period until 2020*. Available at : <http://old.kharkivoda.gov.ua/documents/16203/1088.pdf>
18. Topchiyev, O. H. (2005). *Suspil'no-heohrafichni doslidzhennya: metodolohija, metody, metodyky [Human-geographical research: methodology, methods, techniques]*. Astroprint, 632.
19. *Kharkivs'ka oblast' u 2016 roci : statisticheskiy sbornik [Kharkiv region in 2016: a statistical yearbook]* Kharkiv, 535.

UDC 528.94:332.1

**N. V. Popovych**, Senior Lecturer,  
**V. A. Peresadko**, Doctor of Sciences (Geography), Full Professor,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [n.popovych@physgeo.com](mailto:n.popovych@physgeo.com),  
<https://orcid.org/0000-0003-4968-6296>,  
<https://orcid.org/0000-0002-2439-2788>

### **CARTOGRAPHIC SUPPORT FOR TERRITORIAL DEVELOPMENT STRATEGIES: ACTUALITY, PRESENT STATE AND PERSPECTIVES**

**Formulation of the problem.** The authors of the territorial development strategies actively use different means of data visualization (tables, graphs, diagrams, infographics), neglecting maps. For example, only 14 % of the national sustainable development strategies of European countries are provided with maps. The root of the problem is the lack of a basic concept as to creation of strategy maps.

**The purpose of the article** is to substantiate the relevance of cartographic support for the territorial development strategies, analyze its current state and define prospects.

**Main results.** Maps are not only vivid and comprehensive means of data visualization, but also material for spatial analysis of the quality in achieving objectives set in the strategies. We consider active use of maps in development strategies relevant for all countries with a high level of geographic literacy and rich cartographic traditions.

The analysis of modern development strategies of various territorial levels (145 documents have been analyzed) allowed us to highlight the following trends in their cartographic support: prevalence of survey maps over thematic ones; dominance of inventory and evaluation analytical maps; schematic character and aesthetic appeal of maps.

At different stages of strategic planning it is appropriate to use various types of maps: at preplanning stage - survey, physical-geographic, socio-economic, ecological maps; when defining goals and objectives - it is expedient to develop at least one map illustrating its contents for each of the objectives set; when choosing the optimal scenario for the territory development - it is recommended to develop forecast maps; at the stage of strategy implementation - it is necessary to reflect the dynamics of indicators set for the objectives.

**Conclusions.** Creating maps for territorial strategies is a new direction in thematic mapping. Its perspective development requires active involvement of cartographers into the formation of strategies, use of modern cartographic works, in particular web-atlases, and creation of mapping methodology.

**Keywords:** development strategy, territorial development, strategic planning, cartographic support, a map.

### References

1. Baranskij, N. N., Preobrazhenskij, A. I. (1962). *Jekonomicheskaja geografija [Economic geography]*. Moscow: Gosudarstvennoe izdatel'stvo geograficheskoy literatury, 283.
2. Batuev, A. R. (2006). *Atlasnaja informacionnaja sistema ustojchivogo razvitija regionov Sibiri [Atlas information system for sustainable development of the Siberian regions]*. *Interexpo Geo-Siberia*, 1(2), 179-188.
3. Batuev, A. R. (2013). *O sozdanii atlasa Aziatskoj Rossii [On the creation of the Atlas of Asian Russia]*. *Vestnik of the Orenburg State University*, 10(159), 285-288.
4. Berl'jant, A. M. (1986). *Obraz prostranstva: Karta i informacija [Space image: Map and information]*. Moscow: Mysl', 240.
5. *Naukovi zasady rozrobky stratehiji staloho rozvytku Ukrainy [Scientific principles of sustainable development strategy of Ukraine creating]* (2012). IPREED NAN Ukrainy, IH NAN Ukrainy, IPPE NAN Ukrainy. Odesa: IPREED NAN Ukrainy, 714.
6. Topchijev, O. H., Nudel'man, V. I., Rudenko, L. H. (2012). *Heohrafiya pered novitnimi vyklykamy i zapytamy (ukrayins'kyj aspekt) [Geography before new calls and queries (ukrainian aspect)]*. *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 3-10.
7. Peresad'ko, V. A., Popovych, N. V. (2016). *Ispol'zovanie kartograficheskogo metoda v issledovanii strategij ustojchivogo razvitija stran Evropy [Cartographic method use in studying of sustainable development strategies of European countries]*. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*, 4(1), 136-139.
8. *Planuvannya mistsevoho staloho rozvytku. Posibnyk z formulyuvannya stratehiji staloho mistsevoho rozvytku [Local sustainable planning. A guide to the formulation of a local sustainable development strategy]*. Available at: [http://msdp.undp.org.ua/data/publications/losd\\_manual\\_ukr.pdf](http://msdp.undp.org.ua/data/publications/losd_manual_ukr.pdf). – 03.11.2017.
9. Popovych, N. V. (2016). *Kartografichne zabezpechennya stratehij rozvytku oblastey Ukrainy na period do 2020 roku [Cartographic support of Ukrainian regions development strategies to 2020]*. *Proceedings of the 26th annual international scientific and practical conference of students and postgraduates dedicated to the memory of Professor G. Dubinsky «Geographical Research: History, Present, Prospects»*. Kharkiv (Ukraine), 136-138.
10. Rudenko, L. G. (1984). *Kartograficheskoe obosnovanie territorial'nogo planirovanija [Cartographic justification of spatial planning]*. Kyiv: Naukova Dumka, 168.
11. Rud'ko, H. I., Adamenko, O. M., Mishchenko, L. V. (2017). *Stratehichna ekolohichna otsinka ta prohnoz stanu dovkilliya Zakhidnoho rehionu Ukrainy [Strategic ecological assessment and environmental forecast of the Western region of Ukraine]*. Kyiv: Bukrek, 584.
12. *Svitovyy tsentr danykh z heoinformatyky ta staloho rozvytku [World data center for geoinformatics and sustainable development]*. Available at : <http://wdc.org.ua/uk>. – 02.11.2017.
13. *Stratehiya rozvytku Kharkivs'koyi oblasti do 2020 [Kharkiv region development strategy to 2020]*. Available at : <http://old.kharkivoda.gov.ua/documents/16203/1088.pdf>. – 15.11.2017.
14. Tikunov, V. S., Capuk, D. A. (1999). *Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-informacionnoe obespechenie [Sustainable development of territories: cartographic and geoinformation support]*. Moscow: SGU, 176.
15. Jakovleva, S. I. (2016). *Kartograficheskoe obespechenie zarubezhnyh regional'nyh strategij [Cartographic software of strategies of the foreign countries]*. *Pskov Journal for Regional Studies*, 1(25), 122-133.
16. Jakovleva, S. I. (2015). *Regional'nye karty strategicheskogo planirovanija [Regional maps of strategic planning]*. *Pskov Journal for Regional Studies*, 23, 98-106.
17. *Atlas of Global Development: A Visual Guide to the World's Greatest Challenges*. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6613>. – 15.11.2017.
18. *Atlas of Sustainable Development Goals 2017*. Available at : <http://datatopics.worldbank.org/sdgoalatlas/>. – 10.11.2017.
19. *Maps and Sustainable Development Goals*. Available at : <http://icaci.org/maps-and-sustainable-development-goals/>. – 10.11.2017.
20. *Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030*. Available at : [http://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/images-legacy/LV2030/LIAS\\_2030\\_en.pdf](http://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/images-legacy/LV2030/LIAS_2030_en.pdf). – 04.11.2017.

## METHOD OF MATHEMATICAL MODELING IN THE MELIORATIVE GEOGRAPHY AND RECREATION

**The actuality of the problem** is determined by dependence of agriculture on the natural factors, and in particular, on the weather-climate conditions. All components of natural-agromeliorative systems and in particular hydrometeorological factors take an active part in the formation of agricultural crops. When solving these questions, it is necessary to have an objective estimation of the influence of the different factors including weather and climate on the level of agricultural production. This will allow us to determine contribution of various indicators of agro-meteorological conditions in the estimation of cereal harvest more reasonably. In this connection, the research of the weather-climatic conditions influence on the vegetation of agricultural crops in general and in the conditions of grain farming development in Kharkiv region, in particular.

**The method** of mathematical modeling was chosen to study the problems formulated in the work. The study of the phenomena of nature and human activity without the use of mathematical methods is considered one-sided, because it does not take into account one of the important aspects of any study - the side of quantitative relationships and appropriateness.

**The result of the research** is an analysis of statistical indicators of agricultural crops harvest and hydrometeorological conditions in Kharkiv region during the period 1972-2016.

Having analyzed these indicators, we have determined that the quantitative dependence of the crop on the number of dry days is a complex nonlinear multi-parameter. At the same time, close connection between the harvest of corn and sugar beets with weather conditions was very significant, as indicated by the large correlation coefficient between them, which is equal to 0.87-0.90.

We have worked out a hypothesis about the form of functional dependence between these components. Using method of mathematical modeling to analyze the spatio-temporal structure of natural-anthropogenic phenomenon development allows us to unify the hydrometeorological characteristics, and it can be used in different fields of science, in particular, in recreational geography.

It is noted that recreational geography is the newest branch of knowledge, where mathematical methods occupy an important place in scientific research. The model of the natural-recreational system is proposed in the work. This allows us to introduce a complex study of interdisciplinary connections of investigated objects. The feature of the model is in the fact that it allows to cover all levels of the systems development from planning, designing and creating recreational systems, to estimation and forecast of their functioning.

**The scientific novelty** of the study lies in the fact that the extended concept of the natural-recreational system is formulated, and the principles and methods of research, in particular, the method of mathematical modeling, allow us to consider the system as a holistic natural-anthropology of formation. The methodical approach provides the interdisciplinary level of research of the natural-recreational system. It is possible to study the systemic nature of the system components connections.

**The practical value** of the work focuses on the agricultural sector. The discovery of quantitative estimation of crops harvest dependence on weather factors allows us to calculate crop yields in each particular case. This technique can form the basis for forecasting crop yields.

**Keywords:** meliorative geography, natural-agromeliorative systems, recreation, agriculture, weather, climate, hydrometeorological characteristics, mathematical methods, modeling.

### References

1. Anoshko, V. S. (1989). *Meliorativnaja geografija Belorussii*. Minsk: BGU, 387.
2. Armand, D. L. (1976). *Opit matematicheskogo analiza svyazi mezdu rastitelnostju s klimatom*. *Izv. VGO*, 82(1), 54-61.
3. Beydyk, O. O. (1997). *Slovnnyk-dovidnyk z heohrafiyi turyzmu, rekreatohiyi ta rekreatsiynoyi heohrafiyi*. Kyiv: Palitra, 130.
4. Goloyad, B. Ya., Rimarchuk, I. V. (2013). *Rekreatsiyno-turists'kyi napryam hospodaryuvannya - zastava dobrobutu krayan Prykarpattya*. Ivano-Frankivsk: Rukh, 32.
5. Zatavnij, F. D. (1994). *Geografiya Ukrainy. u 2-h knigah*. Lviv: Svit, 472.

6. Lipins'koho, V. M., Dyachuka, V. A., Babichenko, V. M. (2003). *Klimat Ukrainy*. Kyiv: Vid-vo Raevs'koho, 343.
7. Kobchenko, Yu. F. (2006). *Fitopogodnyy kompleks yak sistema*. Kharkiv: Visn. Khark. universytetu, seriya "Geolohiya-Geohrafiya-Ekolohiya", 753, 80-85.
8. Kobchenko, Yu. F., Klymenko, V. M., Protasov, O. I. (2002). *Ekoloho-melioratyvny monitorynh yak metod doslidzhennya skladnykh system*. Vestn. HISP, 75, 121-126.
9. Kobchenko Ju. F., Rezenenko V. A., Gvoz'd' N. A. (2003). *Primenenie statisticheskogo kriterija HI-kvadrat dlja anali-za gidrometeorologicheskoy informacii i prognozirovaniya rozvitija pogodnykh kompleksov*. Kharkov: Vestnik Har'kovskogo universiteta, seriya "Geolohiya-Geohrafiya-Ekolohiya", 610, 143-150.
10. Kobchenko, Ju. F., Rezenenko V. A. (2004). *Obrabotka gidrometeorologicheskoy jeksperimental'noj informacii metodom sistemy krivyh Pirsona*. Materialy konferencii «Karazinskie prirodovedcheskie studii». Kharkov: HNU, 287-290.
11. Kravtsiv, V. S., Yevdokymenko, V. K., Habrel', M. M. (2013). *Rekreaciyna polityka v Karpats'komu rehioni: pryncypy formuvannya, shlyakhy realizaciyi*. Chernivtsi: "Pрут", 72.
12. Maslyak, P. O. (2010). *Rekreaciyna heohrafiya*. Kyiv: Libra, 397.
13. Pavlov, V. I., Cherchyk, L. M. (2012). *Rekreatsiynny kompleks Volyni: teoriya, praktyka, perspektyvy*. Luts'k: "Nad-styr"ya", 122.
14. Palamarchuk, M. M., Danilishin, B. M., Doroguncov, S. I. (1999). *Pryrodno-resursnyy potentsial staloho rozvytku Ukrainy*. Kyiv: RVPS Ukrainy, 716.
15. Puzachenko, Ju. G. (2004). *Matematicheskie metody v ekologicheskikh i geograficheskikh issledovaniyah*. Moscow: Akademiya, 416.
16. Stafychuk, V. I. (2008). *Rekreatolohiya. Navchal'nyy posibnyk*. Kyiv: Al'terpres, 2, 264.
17. Fomenko, N. V. (2007). *Rekreaciyni resursy ta kurortolohiya. Navchal'nyy posibnyk*. Kyiv: Tsentр navchal'noi literatury, 312.
18. Ts'ohla, S. Yu. (2012). *Transformaciya rekreatsiynoyi diyal'nosti ta rozvytok regional'nykh rynkiv kurortno-rekreaciynykh posluh (metodologiya, analiz i shlyakhy vdoskonalennya): monografiya*. Simferopol': Tavriya, 352.
19. Chervanev, I. G., Golikov, A. P., Trofimov, A. M. (1986). *Matematicheskie metody v geografii*. Kharkov: KhGU, 348.
20. Shyshchenko, P. H. (2003). *Prykladna fizychna heohrafiya*. Kyiv: Lybid', 343.

UDC 338.483(477.54)

\*S. I. Reshetchenko, PhD (Geography), Associate Professor,  
\*N. I. Cherkashyna, Senior Lecturer,  
\*\*O. V. Babaieva, PhD (Geography), Associate Professor,  
\*V. N. Karazin Kharkiv National University,  
\*\*Kharkiv Institute of Trade and Economics,  
e-mail: [swet\\_res@meta.ua](mailto:swet_res@meta.ua),  
<https://orcid.org/0000-0003-0744-4272>,  
<https://orcid.org/0000-0002-4066-2530>,  
<https://orcid.org/0000-0002-6380-0676>

## PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL PRINCIPLES OF TOURIST CLUSTER'S FORMATION IN KHARKIV REGION

**Formulation of the problem.** The article considers the main physical and geographical factors (climate, water, forest, relief) forming a tourist cluster on the territory of Kharkiv region. The cluster approach allows us to determine priority directions for the development of tourism, to use natural conditions as much as possible and to carry out nature conservation measures.

**The purpose of the article.** The purpose of this article is to study natural-geographical criteria for the formation of the tourist cluster in Kharkiv region, their evaluation and generalization.

**Methods.** The study of climatic parameters has been carried out using a statistical method, analyzing time series of average monthly air temperature, precipitation and solar radiation for the period 2001-2015.

**Results.** Given the fact that Kharkiv region is in the northeast of Ukraine, it is characterized by a peripheral location. In general, its area is approaching a circle, determining equivalent relations between the regional center and the outskirts.

The relief of Kharkiv region is mostly undulated, it is a plain, cut by river valleys, valley floors and power ravines. The peculiarities of the terrain in the region are emphasized by burial mounds (graves) created by man in ancient times, which increases historical and cultural value of the region under study. Climatic resources of Kharkiv region are favorable for recreation, especially for summer types, such as beach, sports, cognitive recreation.

According to N. Fomenko's methodology of estimating the recreational territory, the climatic resources of the studied region correspond to the indicator "good", as well as to the parameters of optimal climatic



conditions for recreational purposes. The territory of Kharkiv region is located in two landscape zones - the forest-steppe (northern part of the region) and the steppe (southern part). Today steppe vegetation has almost disappeared, which is explained by excessive agricultural activity. Kharkiv region is one of the main centers of balneotherapy on the left bank of Ukraine.

**Scientific novelty and practical significance.** Today, the tourist cluster is considered an innovative form of the regional economic development, since tourism is one of the territory's socio-economic functioning factors. Tourist and recreational activities are also very important in international economic relations. The formation of the tourist cluster of the territory will make it possible to effectively use all available tourist and recreational resources of the territory. Thus, the main factors determining the organization of tourist and recreational activity on the territory of Kharkiv region are relief, climate, water and vegetation resources. The region under study has sufficient recreational and tourist resources and good potential for their development, primarily of cognitive, river recreational, green and ecological tourism.

**Keywords:** tourist cluster, tourist market, climatic resources, recreational resources, water resources, relief, physical and geographical factors, Kharkiv region.

#### References

1. Babayeva, O., Reshetchenko, S. (2016). *Ekolohichni problemy Kharkivs'koyi oblasti na foni hlobal'noho potep-linnya [Ecological problems of the Kharkiv region are on a background the global warming]. Formuvannya suchasnoho ekonomichnoho prostoru: perevahi, ryzyky, mekhanizmy realizatsiyi: Mat. konferentsiyi. Tbilisi: Riga: Baltija Publishing, 188 – 191.*
2. Bunakov, O. (2011). *Klasternyj podhod k pozicionirovaniju v turizme [Cluster approach positioning in tourism]. Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal, 4 (28). Available at: <http://uecs.mcnip.ru>.*
3. Honcharova, L. D. (2005). *Klimat i zahal'na tsyrkulyatsiya atmosfery [Climate and general circulation of atmosphere]. Kyiv: KNT, 351.*
4. Dyshlovyy, I. M. (2011). *Pitannya formuvannya ta funktsionuvannya klasteriv u rekreatsiyno-turistichnomu kompleksi rehionu [A question of forming and functioning of clusters is in the recreational-tourist complex of region]. Ekonomichni innovatsiyi, 44, 79-89.*
5. *Klimatologicheskie standartnye normy (1961 – 1990 gg.). (2002). [Climatological standard norms]. Kyiv, 446.*
6. Porter, M. E. (1993). *Mezhdunarodnaja konkurentcija: Konkurentnye preimushhestva stran [International competition: the Competitive edges of countries]. Moscow: Mezhdunarodnyie otnosheniya, 105.*
7. Reshetchenko, S., Babayeva O. (2013). *Zminy seredn'omisyachnoyi temperatury povitrya ta opadiv za period 1951-2010 rr. u Kharkovi [Changes of average monthly temperature of air and precipitations for period 1951-2010 in Kharkiv]. Problemy bezpererвної heohrafichnoyi osvity i kartohrafiyi: zb. nauk. prats. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina, 18, 142 -145.*
8. Reshetchenko, S. I, Khristosov, M. (2017). *Osoblyvosti dynamiky atmosferikh yavyshch na terytoriyi Kharkivs'koyi oblasti [Features of dynamics of the atmospheric phenomena are on territory of the Kharkiv region]. Problemy bezpererвної heohrafichnoyi osvity i kartohrafiyi: zb. nauk. prats. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina, 26, 61-66.*
9. Sokolenko, S. I. (2010). *Rozvytok ekonomiky rehioniv na osnovi innovatsiynih klasteriv [Development of economy of regions is on the basis of innovative clusters]. Investytsiyno-innovatsiynny rozvytok ekonomiky rehionu: Mat. IV z'yizdu Spilki ekon. Ukrainy. Kyiv.: Navchal'na knyha – Bohdan, 100-106.*
10. Stechenko, D. M. (2004). *Naukova sutnist' protsesu klasterizatsiyi v sferi turyzmu [Scientific essence of process of clusterization in the sphere of tourism]. Visnyk Khmel'nits'koho instytutu rehionalnoho upravlinnya ta prava, 1-2, 376-380.*
11. Tkachenko, T. I. (2009). *Stalyy rozvytok turyzmu: teoriya, metodolohiya, realiyi biznesu: monohrafiya [Steady development of tourism: theory, methodology, business realities: monograph]. Kyiv: KNTEU, 463.*
12. Trebukh, A., Bandura, N. (2010). *Turystychnyy klaster yak forma posylennya konkurentnykh perevah rehionu [Tourist cluster as form of strengthening of competitive edges of region]. Naukovyy visnyk NDTU Ukrainy, 265-270.*
13. Yakovchuk, O. (2017). *Turystychnyy klaster Kharkivshchyny: Monohrafiya. Kolektyv avtoriv. [Tourist cluster of Kharkiv Region. Monograph]. Kharkiv: RVV KhTEI KNTEU, 400.*
14. Fomenko, N. (2007). *Rekreatsiyni resursy ta kurortolohiya [Recreational resources and balneology]. Kyiv: Tsentr navchalnoyi literaturi, 312.*

**O. I. Sinna**, PhD (Geography), Associate Professor,  
**V. S. Popov**, Head of laboratory,  
**A. Yu. Utevsky**, PhD (Biology), Associate Professor,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [o.sinna@physgeo.com](mailto:o.sinna@physgeo.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-7693-7348>,  
<https://orcid.org/0000-0003-3516-7882>,  
<https://orcid.org/0000-0002-8336-1105>

## MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE BOTTOM RELIEF OF WATER AREAS USING GIS (ON THE EXAMPLE OF THE AREA IN THE UKRAINIAN ANTARCTIC STATION "ACADEMIC VERNADSKY")

**Formulation of the problem.** The research of the bottom relief of water areas is one of the measures of the State target scientific and technical program for conducting research in Antarctica for 2011-2020. It is advisable to analyze spatial distribution of benthic groups. Current experience of research on the bottom relief of the water areas on local sites mainly uses the results of acoustic surveys as a source of data, less often - the data of remote sensing of the Earth and available cartographic materials.

**The purpose of the article.** The purpose of this article is to highlight the methodological approaches to the morphometric analysis of the bottom of the water area by means of GIS (using ArcGIS software complex) tested on the example of the test site of the research. The article also presents the results of modeling and morphometric analysis of the water areas bottom around the Ukrainian Antarctic Station "Academic Vernadsky".

**Methods.** A digital model of the water area bottom relief was constructed according to the echo sound survey. The means of geographic information systems, in particular the ArcGIS software system, are used. Mostly in research we used ArcGIS 3D Analyst, ArcGIS Spatial Analyst, algebra maps tools and other modules.

**Results.** On the basis of DMR, a bathymetric map and three-dimensional models were constructed, transverse channel profiles were constructed, angles of the surface of the surface were calculated, and the depth of the bottom relief dissection was calculated, too. Assessment of the potential accumulation of sediments was carried out. The article is illustrated by the fragments of the results obtained within the test site of the research - Meek Channel Strait between islands Galindez, Grotto and Corner (Argentine Islands, Western Antarctica).

**Scientific novelty and practical significance.** According to inadequate study of the research territory, the detailed relief data of the water area near the Antarctic station "Academic Vernadsky" were obtained and analyzed with GIS for the first time. Results of the development can be used in perspective researches of geochemical links between land and water, for further study of benthic groups.

**Keywords:** relief, digital model of relief, morphometric analysis, geoinformation systems (GIS), Western Antarctica, Ukrainian Antarctic research.

### References

1. Avdeev, A. I., Belokopytov, V. N. (2011). *Morfometricheskie harakteristiki i raschlenennost' rel'efa dna severnoj chasti Chernogo morja [Morphometric characteristics and dismemberment of the relief of the northern part of the Black Sea bottom]*. *Morskoj gidrofizicheskij zhurnal*, 4, 43-63.
2. Blinkova, O. A. (2003). *Chysel'nyy analiz rel'yefu mors'koho dna (na prykladi Zakhidno-Chornomors'koyi dilyanky Chornoho morya) [The numerical analysis of the seabed relief (on the example of the Western Black Sea area of Black Sea) : the dissertation author's abstract of the candidate of geographical sciences]*. Kyiv: IH NAN Ukrayiny, 18.
3. Gozhik, P. F., Greku, R. H., Usenko, V. P. eds. (2002). *Karta rel'efa dna melkovodnoj zony arhipelaga Argentinskih ostrovov v rajone ukrainskoj antarkticheskoy stancii Akademik Vernadskij [The relief map of the bottom of the shallow zone of the Argentine Islands Archipelago near the Ukrainian Antarctic station Akademik Vernadsky]*. *Geologichnij zhurnal*, 1, 128-131.
4. Kurlovich, D. M. (2013). *Morfometricheskij GIS-analiz rel'efa Belarusi [Morphometric GIS-analysis of the relief of Belarus]*. *Zemlja Belarusi*, 4, 42-48.
5. Levchuk, Ju. (2011). *Morfologo-morfometrchnij analiz ozernih ulogovin [The morphological-morphometric analysis of lake basins]*. *Luts'k*, 33.
6. Lyashenko, D. O., Fedchuk, A. P. (2007). *Ukrayins'ki antarktychni doslidzhennya. Antarktychnyy pivostriv [karta] [Ukrainian Antarctic research. Antarctic Peninsula [map]]*. *Natsional'nyy atlas Ukrayiny*. Kyiv: DNVP «Kartohrafiya», 33.

7. Utyevs'kyi, A. Yu., Sinna, O. I. eds. (2014). *Otsinka stanu mors'kykh okhoronnykh rayoniv «Stella Creek» i «Skua Creek». Zakladannya novykh mors'kykh okhoronnykh rayoniv : zvit pro NDR (zakl.) [Assessment of the state of the marine protected areas "Stella Creek" and "Skua Creek". Establishment of New Marine Protected Areas: The report on research work (final)].* Kharkiv: KhNU im. V. N. Karazina, 36.
8. Sinna, O. I., Utyevs'kyi, A. Yu., Ostroverkh, Ye. A., Popov, V. S., Shrestkha, M. Yu. (2017). *Heoinformatsiynе modelyuvannya rel'yefu dna akvatoriy u rayoni o. Halindez (Arhetyns'ki ostrovy, Zakhidna Antarktyka) [GIS-modeling of the topography of the marine area near Galindez Island (Argeans, West Antarctica)].* Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya, 3 (87), 140-147.
9. Sinna, O. I., Utyevs'kyi, A. Yu., Popov, V. S. (2015). *Tsyfrove modelyuvannya rel'yefu dna akvatoriy u rayoni ukrayins'koyi antarktychnoyi stantsiyi «Akademik Vernads'kyi» [Digital simulation of the sea-bottom relief near the Ukrainian Antarctic Station «Academic Vernadsky»].* Problemy bezpererвної heohrafichnoyi osvity i kartohrafiyi. Zbirnyk naukovykh prats'. Kharkiv: KhNU im. V. N. Karazina, 21, 31-35.
10. Utyevs'kyi, A. Yu., Sinna, O. I. eds. (2015). *Stvorennya bioheohrafichnoho polihonu Penguin Point: model'nyy profil' ta yoho kharakterystyka : zvit pro NDR (zakl.) [Creating the biogeographic polygon Penguin Point: a model profile and its characteristics: The report on research work (final)].* Kharkiv: KhNU im. V. N. Karazina, 40.
11. Utyevs'kyi, A. Yu., Sinna, O. I. eds. (2016). *Tryvymirna model' o. Halindez: bioriznomanitnya ta seredovyshche : zvit pro NDR (zakl.) [Three-dimensional model of Galindez Island: biodiversity and environment: The report on research work (final)].* Kharkiv: KhNU im. V. N. Karazina, 72.
12. Utevs'kiy, A. Ju., Sennaja, E. I., Berjoz'kina, A. E., Popov, V. S. (2016). *Modelirovanie nazemnykh i podvodnykh biotopov o. Galindez (Argentinskie ostrova, Zapadnaja Antarktika) s ispol'zovaniem geoinformacionnykh sistem [Modeling of terrestrial and underwater biotopes of Galindez Island (Argentine Islands, West Antarctica) using a geographic information system].* Ukrayins'kyi antarktychnyy zhurnal, 15, 96-105.
13. Fedchuk, A. P. (2013). *Stan kartografichnogo zabezpechennya Antarktyky [The state of the Antarctic cartographic supply].* Chasopys kartografiyi, 6, 84-93.
14. Chervan'ov, I. H. (2012). *Doslidzhennya rel'yefu predstavnykamy kharkivs'koyi heomorfolohichnoyi shkoly [Relief researches by Kharkiv Geomorphologic Scientific School representatives].* Ukrayins'kyi heohrafichnyy zhurnal, 4, 3-7.
15. Shapar, A. H., Skrypnyk, O. S., Taranenko, D. D., Dubovyk, D. D. (2014). *Vyznachennya aktual'nykh ekolohichnykh parametriv Dniprovs'kykh vodoskhovyshch za dopomohoyu heoinformatsiynykh tekhnolohiy [Determination of relevant environmental parameters of the Dnipro reservoirs with the using of geoinformation technologies].* Ekolohiya i pryrodokorystuvannya, 18, 139-146.
16. Craig R. Smith et al (2006). *A synthesis of benthic-pelagic coupling on the Antarctic shelf: Food banks, ecosystem inertia and global climate change.* Deep-Sea Research II 53, 875–894.
17. Dutil, J., Proulx, S., Chouinard, P., Borcard, D., & Larocque, R. (2014). *Distribution and environmental relationships of three species of wolffish (anarhichas spp.) in the gulf of St. Lawrence.* Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 24(3), 351-368. doi:10.1002/aqc.2370
18. Murphy, E. J. et al (2012). *Developing integrated models of Southern Ocean food webs: Including ecological complexity, accounting for uncertainty and the importance of scale.* Progress in Oceanography, 102, 74–92.
19. Olivier Musard et al (2014). *Underwater Seascapes: From Geographical to Ecological Perspectives.* Springer, 293.
20. Picard, K., Brooke, B. P., Harris, P. T., Siwabessy, P. J. W., Coffin, M. F., Tran, M., Sullivan, J. (2017). *Malaysia airlines flight MH370 search data reveal geomorphology and seafloor processes in the remote southeast indian ocean.* Marine Geology, 395, 301-319. doi:10.1016/j.margeo.2017.10.014
21. Stefanie Kaiser et al (2011). *Is there a distinct continental slope fauna in the Antarctic?* Deep-Sea Research II 58, 91–104.
22. Utevsky, A. Yu., Kolesnykova, M. Yu., Shmyrov, D. V., Sinna, O. I. (2014). *Development of the Marine Protected Area Network in the Argentine Islands area (Akademik Vernadsky Station, Ukraine).* Ukrainian Antarctic journal, 13, 225-230.

UDC 551.589.6:551.515.7:551.50

**Ye. V. Samchuk**, Researcher,  
Ukrainian Hydrometeorological Institute,  
phone: +38 066 465-68-27, e-mail: [evhen.samchuk@gmail.com](mailto:evhen.samchuk@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-7325-9270>

## SPATIOTEMPORAL VARIABILITY OF ATMOSPHERIC BLOCKING WITHIN NORTHERN HEMISPHERE OF EURO-ATLANTIC SECTOR DURING 1976-2015

**Formulation of the problem.** The westerly jet and the eastward progression of baric systems are common states of atmosphere in Northern hemisphere's midlatitudes. But this persistence balance is frequently interrupted by long periods of atmospheric blocking, which is a large-scale quasi-stationary extratropical flow regime. As a specific state of circulation it causes major transformation of baric, thermal and wind in

the low and middle troposphere and also affects cyclonic activity in nearby regions. On the local scale blocking can be associated with extreme weather such as droughts in summer and severe cold spells in winter. Also, redistribution of heat and precipitation, caused by blocking events, allows us to consider blocking as a climate factor. However, even now, after decades of study, blocking onset and decay are not well understood, as well as basic blocking theory wasn't formulated either.

**The purpose of the article.** Complete study of the atmospheric blocking phenomena requires an objective criterion for blocking anticyclones identification. Such criterion is based on preceding identification and tracking of baric systems throughout low and middle troposphere, which allows us to take into account its vertical structure. This approach is far more direct than existing blocking indices which use indirect evidences of atmospheric blocking existence. Defined criterion takes into account anticyclone's lifetime duration, mean latitude and longitudinal displacement.

**Methods.** The author's own achievements made the methodical basis for the article.

**Results.** Using a defined criterion, a dataset of atmospheric blocking episodes, occurred during 1976-2015, was created. It contains both detailed and generic characteristics of 210 blocking anticyclones. For case study methods of baric system's parameters evaluating were developed. These parameters include such characteristics as blocking intensity, affected area and accumulated geopotential anomaly. Analysis of these characteristics shows stable regularity of blocking episode's spatiotemporal variability. Spatial analysis shows presence of three major cells of atmospheric blocking in Euro-Atlantic sector: Atlantic, Scandinavian and Caspian. Parameters of blocking anticyclones in each cell show different behavior, but common trend is decrease in blocking activity in the last ten years comparing to the rest of research period.

**Scientific novelty and practical significance.** New approach to the atmospheric blocking study was realized and regional features of spatial distribution of blocking episodes in Europe were discovered for the first time. These features will be used in detailed study of the atmospheric blocking's effect on regional weather regime and climate.

**Keywords:** atmospheric blocking, baric system, reanalysis, spatiotemporal variability, method, criteria, anticyclone, characteristics.

#### **References**

1. Rex, D. F. (1950). *Blocking Action in the Middle Troposphere and its Effect upon Regional Climate. II. The Climatology of Blocking Action.* *Tellus*, 2 (4), 275–301.
2. Lupo, A. R., Smith, P. J. (1995). *Climatological features of blocking anticyclones in the Northern Hemisphere.* *Tellus*, 49A, 439-456.
3. Pelly, J. L., Hoskins, B. J. (2003). *A New Perspective on Blocking.* *Journal of the Atmospheric Sciences*, 60 (5), 743–755.
4. Mokhov, I. I., Tikhonova, E. A., Lupo, A. R., Wiedenmann, J. M. (2001). *Atmospheric blocking characteristics in the Northern Hemisphere: Comparison of two climatologies.* In H. Ritchie (Ed.), *WMO TD-№ 1064. Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modeling.* Geneva, 2.20–2.21.
5. Tyrlis, E., Hoskins, B. J. (2008). *Aspects of a Northern Hemisphere Atmospheric Blocking Climatology.* *Journal Of The Atmospheric Sciences*, 65, 1638–1652.
6. Mendes, M. C. D., Cavalcanti, I. F. A., Herdies, D. L. (2012). *Southern Hemisphere Atmospheric Blocking Diagnostic By ECMWF and NCEP/NCAR Data.* *Revista Brasileira de Meteorologia*, 27, (3), 263–271.
7. Mendes, M. C. D., Trigo, R. M., Cavalcanti, I. F. A., Dacamara, C. C. (2008). *Blocking Episodes in the Southern Hemisphere: Impact on the Climate of Adjacent Continental Areas.* *Pure and Applied Geophysics*, 165, 1941–1962, doi: 10.1007/s00024-008-0409-4.
8. Davini, P., D'Andrea, F. (2016). *Northern Hemisphere Atmospheric Blocking Representation in Global Climate Models: Twenty Years of Improvements?* *Journal Of Climate*, 29, 8823–8840.
9. Marques, R. F. C., Rao, V. B. (2000). *Interannual variations of blockings in the Southern Hemisphere and their energetics.* *Journal of Geophysical Research*, 105, 4625–4636.
10. Croci-Maspoli, M., Schwierz, C., Davies, H. C. (2007). *A Multifaceted Climatology of Atmospheric Blocking and Its Recent Linear Trend.* *Journal Of Climate*, 20, 633–649.
11. Sillmann, J., Croci-Maspoli, M. (2009). *Present and future atmospheric blocking and its impact on European mean and extreme climate.* *Geophysical Research Letters*, 36 (10), L10702.
12. Cheung, H. N., Zhou, W., Shao, Y., Chen, W., Mok, H. Y., Wu, M. C. (2013). *Observational climatology and characteristics of wintertime atmospheric blocking over Ural–Siberia.* *Climate Dynamics*, 41 (1), 63–79, doi:10.1007/s00382-012-1587-6.
13. Barriopedro, D., García-Herrera, R., Lupo A. R., Hernández, E. A. (2006). *A Climatology of Northern Hemisphere Blocking.* *Journal Of Climate*, 19, 1042–1063.
14. Tyshchenko, V. A., Khan, V. M., Vyl'fand, R. M., Rozhet, E. (2013). *Yssledovanye razvytyya atmosfernykh protsessov blokyrovaniya y kvazystatsyonyrovaniya antytsyklonov v Atlantyko-Evropeyskom sektore.* *Meteorolohyya y hydrolohyya*, 7, 15–30.

15. Voskresenskaya, E. N., Kovalenko, O. Yu. (2016). Blokyruyushchye antytsyklony v Evropeyskom rehyone y ykh yzmenchyvost' v svyazy s sobytyyamy El'-Nyn'o. *Yzv. Ros. akad. nauk. Seryya heohrafycheskaya*, 1, 49–57.
16. Cheung, H. N., Wen, Z., Mok, H. Y., Wu, M. C., & Shao, Y. (2013). Revisiting the Climatology of Atmospheric Blocking in the Northern Hemisphere. *Advances in Atmospheric Sciences*, 30 (2), 397–410.
17. Wiedenmann, J. M., Lupo, A. R., Mokhov, I. I., Tikhonova, E. A. (2002). The Climatology of Blocking Anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: Block Intensity as a Diagnostic. *Journal Of Climate*, 15, 3459–3473.
18. Lupo, A. R., Oglesby, R. J., Mokhov, I. I. (1997). Climatological features of blocking anticyclones: a study of Northern Hemisphere CCM1 model blocking events in present-day and double CO2 concentration atmospheres. *Climate Dynamics*, 13 (3), 181–195.
19. Mokhov, I. I., Timazhev, A. V., Lupo A. R. (2014). Changes in atmospheric blocking characteristics within Euro-Atlantic region and Northern Hemisphere as a whole in the 21st century from model simulations using RCP anthropogenic scenarios. *Global and Planetary Change*, 122, 265–270.
20. Samchuk, Ye. V. (2017). Prostorovo-chasova identyfikatsiya barychnykh utvoren' u nyzhniy ta seredniy troposferi. *Ukr. hidrometeorol. zhurn.*, 19, 41–47.
21. Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Wang, J. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77 (3), 437–470.

UDC 004.9+911.3

**O. S. Chuiev**, PhD student,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
phone: +380663429520, e-mail: [chuevalexy93@gmail.com](mailto:chuevalexy93@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-9381-6708>

### SOLVING THE PROBLEM OF SEARCH FOR A SUITABLE CITY AREA USING SPATIAL ANALYSIS

**Formulation of the problem.** The article focuses on the algorithm for solving a typical problem to find a suitable area within the city area for a new facility (individual components of the infrastructure). The main tool for achieving the goal is the concept of spatial analysis, which includes modeling of phenomena and processes. It is known that there are some reasons why modern research does not always correspond to the needs of society. This is, first of all, difficulties in collecting primary data. The researchers couldn't use standard sources of primary data, such as statistical collections, since cities do not have a single register of such information. Accordingly, they have to look for alternatives. One of these may be electronic reference books, such as 2GIS. If researchers find ways to properly collect valuable information about the infrastructural features of cities, they will be able to make their work more useful and practical for the society.

**The purpose of the article.** Consideration of one of the options for solving a typical problem of finding an optimal location for a new object based on a set of factors in the GIS environment (for example, finding a suitable site for building a new school near parks, playgrounds and at a distance from other schools, cemeteries).

**Methods.** Some parts of the ArcGIS platform and the ArcToolBox toolbar functionality have been used to perform spatial analysis (the Spatial Analyst module in particular). These are Euclidean distance, Reclassifying, Raster calculator and other tools of the Spatial Analyst module.

**Results.** The algorithm for solving a spatial analytic problem, consisting of five steps (setting the problem, dividing it into separate components, studying the initial data, performing the analysis and verifying the results) has been considered. Special attention is paid to the layout and combination of operations, performed to complicate the logic of the research. The raster calculator provides the ability to compare numerical absolute and relative indicators with indication of weights and specific algebra of maps. As a result, we find an optimal location for a new school within the city of Kharkiv. The remoteness of other schools, cemeteries, the proximity of park areas and playgrounds were taken as weighty factors. For each of the criteria, models of Euclidean distances were constructed in order to rank the territory for 10 categories of proximity/remoteness of objects. This is a practical example of using reclassification to combine the objects proximity/remoteness.

**Scientific novelty and practical significance.** It has been found out that scientists can do their research more practical, using modern geoprocessing tools and electronic reference books. There has been a typical algorithm for solving the spatial analytic problem, which is relevant for large cities. The instruments themselves are not new, but the conceptual algorithm which uses specific primary information about the infrastructure of the settlement and the functionality of the ArcGIS, has not been previously described.

**Keywords:** spatial analysis, search for a suitable area, urban research, anthropogenic infrastructure, GIS, ArcGIS, modeling phenomena and processes, the infrastructure of Kharkiv.

### References

1. Bitjukova, V. R. (2004). *Social'no-jecologicheskie problemy razvitiya gorodov Rossii [Socio-ecological problems of urban development in Russia]*. Moscow: Editorial URSS, 448.
2. Zejler, M. (2004) *Modelyrovanye Nasheho Myra. Posobyе ESRI po proektyrovanyyu baz heodannikh [Modeling Our World. ESRI's Guide to the Design of Geodatabases]*. Kyiv: ECOMM, 254.
3. Kostrikov, S. V. (2014). *Heoinformatsiynе modelyuvannya pryrodno-antropohennoho dovkillya. Naukova monohrafiya [Geoinformation modeling of natural and man-made environment. Scientific monograph]*. Kharkiv: Vud-vo HNU, 484.
4. Kostrikov, S. V., Chuev O. S. (2015). *Dvorivneva GIS-model' dlya analizu urboheosystem [Two-level GIS model for analysis of urboheosystems]*. *Region – 2015: Strategy of optimal development. Annual International Conference*. Kharkiv, 20-22.
5. Kostrikov, S. V. (2014). *Prohramne zabezpechennya GIS dlya LiDAR-technolohiyi dystantsiynoho zonduvannya v tsilyakh analizu urboheosystem [GIS software for LiDAR-technology for remote sensing for the purpose of analysis of urboheosystems]*. *Problemy bezperervnoyi heohrafichnoyi osvity i kartohrafiyi*. 19, 45-52.
6. Lihacheva, Je. A. etc. (1996). *Gorod – ekosistema [City-Ecosystem]*. Moscow: IGRAN, 336.
7. Myezentsev, K. V. (2012). *Urbanizovani terytoriyi Ukrainy: prychny i naslidky transformatsiyi u postradyans'kyy period [Urbanized Territories of Ukraine: Causes and Consequences of Transformation in the Post-Soviet Period]*. *Sotsial'no-heohrafichni vyklyky u Skhidno-Tsentral'niy Yevropi na pochatku XXI stolittya, Berehove*, 310-317.
8. *Official site of the electronic directory of 2GIS*. Available at: <https://2gis.ua>
9. Tikunov, V. S. (2005). *Modelirovanie v sotsyal'no-jekonomicheskoy geografii [Modeling in socio-economic geography. Tutorial]*. *Uchebnoe posobie*. Moscow: Izd-vo MHU, 280.
10. Chuyev, O. S. (2017). *Vykorystannya elektronnoho dovidnyka 2GIS ta GIS-platforny ArcGIS dlya doslidzhennya infrastruktury mista [Using the electronic directory of ArcGIS 2GIS and the GIS platform to explore the city's infrastructure]*. *Vistnyk Kherson's'koho derzhavnoho universyteu, seriya «Geohrafichni nauky»*. Kherson: Vydavnytstvo KhDU, 7, 52-62.
11. Chuyev, O. S., Kostrikov, S. V. (2015). *Otsinka cherez GIS-zasobu prostorovoi differentisatsii blagoustroyu mista yak funktsii urbogeosystemu (na prykladi mista Kharkiv) [GIS estimation of spatial differentiation of the city's improvement as a function of the urban geosystem (for example, the city of Kharkiv)]*. *Chasopys social'noekonomichnoyi heohrafiyi*. Kharkiv, 18 (1), 52-62.
12. Bailey, T., Fotheringham, S. (1994). *A Review of Statistical Spatial Analysis in Geographical Information Systems. Spatial Analysis and GIS*. London: Taylor & Francis, 13-44.
13. Berkowitz, A. R., Nilon, C. H., Hollweg, K. S. edc. (2005). *Understanding Urban Ecosystems: A New Frontier for Science and Education*. New York: Springer-Verlag, 523.
14. Bourne, L. S. (1997). *Polarities of Structure and Change in Urban Systems: A Canadian Example*. 43, 339 -349.
15. Bourne, L. S., Simmons, J. W. (Editors). (1978). *Systems of Cities: Readings on Structure, Growth, and Policy*. Oxford: Oxford University Press, 565.
16. Boyce, D., Williams, H. (2015). *Forecasting Urban Travel: Past, Present and Future Cheltenham – Northampton: EE Publishing*, 639.
17. Coffey, W. J. Shearmur, R. G. (1998). *Factors and Correlates of Employment Growth in the Canadian Urban System, 1971-1991. Growth and Change*. 29, 44-66.
18. Goodchild, M. F., Yuan, M., Cova, T. J. (2007). *Towards a general theory of geographic representation in GIS. International Journal of Geographical Information Science*. 21 (3), 239–260.
19. Kostrikov, S., Sehida, K. (2013). *Human geography with geographical information systems. Human Geography journal*. 15 (2), 39-47.
20. Maquire, D. GIS, Batty M., Goodchild M. (2005). *Spatial Analysis and Modeling*. Redlands: ESRI Press, 478.
21. Perencsik, A., Woo, S., Booth, B. (2014). *ArcGIS: Building a Geodatabase*. Redlands: ESRI Press, 355.
22. Simmons, J. W. (1978). *The organization of the urban system*. In: Bourne L.S., Simmons J.W. edc. *Systems of Cities: Readings on Structure, Growth, and Policy*. Oxford: Oxford University Press, 61-69.
23. Wong, C., Baker, M., Webb, B., Hincks., S, Schulze-Baing., A. (2015). *Mapping policies and programmes: The use of GIS to communicate spatial relationships in England. Environment and Planning B: Planning & Design*. 42 (6), 1020-1039.

## ECOLOGY

---

UDC 911.52:528.92

**O. V. Bodnia**, PhD (Geography), Assistant Professor,  
**A. Ju. Ovcharenko**, Graduate student,  
**I. G. Chervanuov**, Doctor of Sciences (Technics), Full Professor,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [o.bodnia@physgeo.com](mailto:o.bodnia@physgeo.com),  
<https://orcid.org/0000-0003-4195-9114>,  
<https://orcid.org/0000-0002-8500-4152>,  
<https://orcid.org/0000-0001-7818-8558>

### GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF SHORT-TERM TRENDS CHANGES IN THE STRUCTURE OF NPP "SLOBOZHANSKIY" TERRITORY BASED ON SATELLITE IMAGERY PLANETSCOPE

**Formulation of the problem.** The article analyses changes in landscape structure of the territory of National Nature Park "Slobozhanskiy" using satellite imagery for obtaining the actual material of plant communities, work in the field examining facies' contours on the basis of GIS-technology. The research comprises the territory of unique wetlands.

**The purpose of the article** is to show the results of a single physical-geographical process manifestations on the objects of the protected area through changes observation (monitoring) that can be fixed by decoding remote sensing data.

**Methods.** The main methods of research are the analysis of remote sensing data and control field landscape surveys, including the innovative online use of portable mobile devices (smartphones) to trace contours and create databases using mobile GIS.

**Results.** The authors reveal the possibility of using satellite imagery data for landscape monitoring. The study presented the choice of satellite images, methods of their processing. The paper highlights the possibility to use ArcGIS tools for decrypting the data of PlanetScope imagery and further overlay analysis based on the data of topography, geological structure, soil cover and vegetation. The authors substantiate the need for large-scale mapping of the study area.

**Scientific novelty and practical significance** is in the choice of classification and postclassification methods, processing thematic imageries of vegetation. For the study area, the best results were obtained using satellite imageries PlanetScope with a spatial resolution of 3 meters. These processes affect changes in the plant structure, and, consequently, in landscape structure in general. In the study we have found that there are not only seasonal fluctuations but also a gradual decrease in the water surface and swamping. Landscape monitoring using GIS technologies allows you to quickly update information and predict future changes based on the collected data.

**Keywords:** PlanetScope, landscape monitoring, national park, wetlands.

#### References

1. Bahrov, M. V., Rudenko, L. H., Chervan'ov, I. H. (2011). *Modelyuvannya vplyvu mistsevoho zemel'noho menezhmentu na pryrodookhoronni ob'yekty* [Modeling the influence of local land management on nature conservation objects]. *Stratehiya realizatsiyi zemel'noyi reformy: mater. mizhnar. konf. 29.04.11*, 29-36.
2. Bayrak, H. R., Mukha, B. P. (2010). *Dystantsiyini doslidzhennya Zemli* [Remote Earth Research]. Lviv: Vydavnychyy tsestr LNU imeni Ivana Franka, 712.
3. Bodnya, O. V., Oliynykov, I. A., Ovcharenko, A. Yu. (2015). *Vykorystannya GIS-tekhnologiy v landshaftnykh doslidzhennyakh* [Use of GIS technologies in landscape research]. *Materialy III nauchno-metodicheskogo seminaru «GIS i zapovednye territorii» (30 maja - 01 iyunja 2015 g., Har'kovskaja obl., Krasnokutskij r-n, s. Vladimirovka)*. Kharkiv, 25-29.
4. Bodnya, O. V. (2014). *Orhanizatsiya terytoriyi ob'yektiv pryrodno-zapovidnoho fondu dolyny richky Oskil zasobamy heoinformatsiynykh tekhnologiy* [Organization of the territory of the objects of the natural reserve fund of the Oskil valley by means of geoinformation technologies]. Kharkiv: KhNU im. V.N.Karazina, 20.
5. Bokov, V. A., Peresad'ko, V. A., Chervanev, I. G. (2004). *Jekologicheskoe kartografirovanie: jelektronnoe uchebnoe posobie* [Ecological mapping]. Simferopol': TNU imeni V.I.Vernadskogo, 227.

6. Davydchuk, V., Sorokina, L., Rodina, V. (2004). *Metody landshaftnoho kartohrafovannya z vykorystanniam GIS ta inshykh komp'yuternykh tekhnolohiy [Landscape mapping methods using GIS and other computer technologies]. Visnyk L'vivskoho natsional'noho universytetu. Lviv, 31, 263-270.*
7. Zahul's'ka, O. (2004). *Landshaftno-dystantsiyni doslidzhennya: perevahy, zdobutky, perspektyvy [Landscape-distance studies: benefits, achievements, perspectives]. Visnyk L'vivskoho natsional'noho universytetu. Lviv, 31, 277-284.*
8. Kochurov, B. I. (2005). *Gejekologicheskoe prognozirovanie [Geoecological forecasting]. Krayeznavstvo. Heohrafiya. Turyzm, 23-24, 11.*
9. Sinna, O. I., Klimov, O. V. (2013). *Karta pryrodno-terytorial'nykh kompleksiv NPP «Slobozhans'kyy» [Map of the natural-teritory complex of the Slobozhansky NPP]. Kharkiv: UkrNDI ekolohichnykh problem.*
10. Ovcharenko, A. Yu. (2015). *Kartohrafovannya landshaftiv natsional'noho pryrodnoho parku «Slobozhans'kyy» z metoyu yikh zberezhennya [Mapping the landscapes of the Slobozhansky National Natural Park in order to preserve them]. Ekolohiya, neoekolohiya, okhorona navkolyshn'oho seredovishcha ta zbalansovane pryrodokorystuvannya: materialy IV Mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsiyi molodykh vchenykh (03 – 04 hrudnya 2015 r.). Kharkiv: KhNU im. V. N. Karazina, 127-128.*
11. Oliynykov, I., Sinna, O., Bodnya, O. (2017). *Dosvid uprovadzheniya veb-tekhnolohiy u kartohrafovannya zapovidnykh terytoriy [Experience in implementing web technologies in mapping protected areas]. Problemy bezperervnoyi heohrafichnoyi osvity ta kartohrafiyi: Zbirnyk naukovykh prats'. Kharkiv: KhNU im. V.N.Karazina, 26, 38-42.*
12. *Polozhennya pro Proekt orhanizatsiyi terytoriyi natsional'noho pryrodnoho parku, okhorony, vidtvorennya ta rekreatsinyoho vykorystannya yoho pryrodnykh kompleksiv ta ob'yektiv [Regulations on the project of organization of the territory of the national natural park, protection, reproduction and recreational use of its natural complexes and objects]. (2005). Ministerstvo okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovishcha Ukrainy.*
13. Tokars'kyy, V.A. ed. (2011). *Pryrodno-zapovidna spadshchyna Kharkivs'koyi oblasti [Natural-protected heritage of the Kharkiv region]. Kharkiv: KhNU im. V. N. Karazina, 216.*
14. Chervanev, I. G., Bokov, V. A., Timchenko, I. E. (2014). *Geosistemnye osnovy upravleniya prirodnoy sredoy [Geosystemic fundamentals of environmental management]. Kharkiv: KhNU imeni V.N.Karazina, 184.*
15. Udovychenko, V. V. (2003). *Ekolohichnyy monitorynh. Kyiv. Kyyiv. nats. un-t im. T.H. Shevchenka, 22.*
16. Chevanyov, I., Burdun, J. (2014). *Experiens of geoecological Monitoring of dangerous territory by remout sensing using data “LANDSAT-5”. Science and Education in Australia, America and Eurasia. Melbourne: LADCES Press, 213-219.*
17. Tretyakov, O. S., Bodnya, O. V., Balynska, M. O., Biatov, A. P., Volkovaia, O. O., Khoroshun, T. S., Oliynykov, I. A., Bila, K. A., Ovcharenko, A. Yu., Aksonov, K. Yu., Pylynenko, A. Yu., Khazova, N. V., Korh, O. M. (2015). *Features of interpretation of plant association of national natural park “Slobozhanskiy” using Landsat 8 satellite data. Problemy bezperervnoyi heohrafichnoyi osvity ta kartohrafiyi: Zbirnyk naukovykh prats'. Kharkiv: KhNU im. V.N.Karazina, 21, 73-79.*
18. Zenger A, Gibbons P, Jones S. (2016). *Spatially modelling native vegetation condition. Ecological Management & Restoration, 537–544.*
19. *National natural park “Slobozhanskiy” Available at: <http://slobozhansky.livejournal.com>*
20. *Satellite Imaging Corporation. Available at: <http://www.satimagingcorp.com>*

UDC 556.33.047(477.54/.61)

A. V. Kononenko, PhD student,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [kononenko\\_alina01@ukr.net](mailto:kononenko_alina01@ukr.net),  
<https://orcid.org/0000-0003-0382-3910>

## **GEOLOGICAL AND ECOLOGICAL PRECONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROGEOLOGICAL "WINDOWS" (BY EXAMPLE OF CRETACEOUS WATER INTAKES IN EASTERN UKRAINE)**

**Formulation of the problem.** The article describes geological and ecological preconditions for the development of hydrogeological "windows" in the waterproof strata of the marl-chalk aquifer. Hydrogeological "windows", in some cases, can serve as conductors of pollutants in groundwater. This particular feature is one of the main factors that impair the quality of drinking groundwater. The task of hydrogeologists is to determine the location of hydrogeological "windows", establishing the geological preconditions for their development.

**The purpose of the article is to** define and characterize geological and ecological preconditions of hydrogeological "windows" development in the waterproof strata of the marl-chalk aquifer in cretaceous water intakes in Eastern Ukraine.



**Methods.** The studies presented in this article were carried out in accordance with the methodology of ecological and hydrogeological study of the territories conditions and the methodology for assessing the ecological status of the territories.

**Results.** Investigation of geological and ecological preconditions in hydrogeological "windows" development is shown on the example of some of the largest cretaceous water intakes in Eastern Ukraine – Svitlychansky, Zhytlyvsky and on the complex of marl-chalk water intakes in Kharkiv region. The article analyzes geological, hydrogeological, tectonic, geomorphological and paleogeographic features in the structure of the study area. On the basis of these data, geological preconditions of hydrogeological "windows" development on the investigated territory have been established: crossing the river valleys of tectonic structures; presence of local increase sites of groundwater mineralization near zones of tectonic disturbances; development of tectonic disturbances zones with their operating fracture zones; exit of cretaceous to the daytime surface.

**Scientific novelty and practical significance.** The conditions for hydrogeological "windows" formation are given and grounded. Systematic signs of hydrogeological "windows" existence and practical classification of hydrogeological "windows" is proposed. The environmental consequences of their existence are presented.

**Keywords:** hydrogeological "window", marl-chalk aquifer, Cretaceous water intakes, undergroundwater protection, waterproof strata, zone of fracture, outcrop, eluvium, river terraces.

#### References

1. Bochever, F. M., Lapshin, N. N., Oradovskaja, A. E. (1979). *Zashhita podzemnyh vod ot zagryaznenija [Protection of groundwater against pollution]*. Moscow: Nedra, 254.
2. Buzinov, S. N., Umrihin, I. D. (1973). *Gidrodinamicheskie metody issledovanija skvazhin i plastov [Hydrodynamic methods of investigation of wells and seams]*. Moscow: Nauka, 246.
3. Verigin, N. N., Sarkisjan, V. S. (1975). *O prognoze kachestva vody v beregovykh vodozaborah [On the forecast of water quality in shore water intakes]*. *Water resources*, 192–198.
4. Gol'dberg, V. M., Gazda, S. (1984). *Gidrogeologicheskie osnovy ohranyi podzemnyh vod ot zagryazneniya [Hydrogeological basis of protection of groundwater from pollution]*. Moscow: Nedra, 262.
5. Gol'dberg, V. M. (1983). *Prirodnye i tehno-gennye faktory zashhishhennosti gruntovyh vod [Natural and technogenic factors of groundwater protection]*. *Bull. MOIP*, 2, 103–110.
6. Dmitriev, N. I. (1934). *Geomorfologicheskoe raschlenenie Ukrainy [Geomorphological dismemberment of Ukraine]*. "Ed. Gos. Geographical Society", 66, 9–25.
7. Elohina, S. N., Srodnyh, Je. M. (1983). *Ispol'zovanie kompleksnoj harakteristiki vodoupora dlja prognoza gidrogeologicheskikh okon [Using a complex waterproofing characteristic for predicting hydrogeological windows]*. *The use of surface and groundwater in the Urals and the problem of managing them*. Sverdlovsk, 60–66.
8. Koshlyakov, O. Ye, Dynyak, O. V., Koshlyakova, I. Ye. (2014). *Do pytannya vrazlyvosti pytnykh pidzemnykh vod v mezhakh Kyivys'koyi mis'koyi ahlomeratsyi z urahuvannyam pryrodnoyi zahyschenosti [To the issue of vulnerability of drinking groundwater within the Kyiv city agglomeration taking into account the natural security]*. *Bulletin of Odessa National University. Series: Geographical and geological sciences*, 3 (22), 269–273.
9. Kristea, N. (1961). *Podzemnaja gidravlika [Underground hydraulics]*. Moscow: Gostoptehizdat, 1, 343.
10. Kryzhanovskaja, G. I. (1971). *Paleogidrogeologicheskaja harakteristika Dneprovsko-Donetskogo artezijskogo bassejna [Paleohydrogeological characteristic of the Dnipro-Donets Artesian Basin]*. *Tr. Vsesojuz. n.-i. in-ta gidrogeologii i inzh. geologii*, 38, 114–129.
11. Martynov, A. A., Hnykin, V. N. (1963). *Tektonika Dneprovsko-Donckoj vpadiny i Donbassa [Tectonics of the Dnipro-Donets Basin and Donbass]*. *Tr. UkrNIGRI*, 3, 35–64.
12. Minkin, E. L. (1965). *Vlijanie podsasyvanija podzemnyh vod na kachestvo vody infil'tracionnyh beregovykh vodozaborov [Influence of underground water absorption on water quality of infiltration coastal water intakes]*. *Exploration and conservation of mineral resources*, 12, 41–46.
13. Nemeč, K. A. (1982). *Vlijanie rečnoj seti na razvitie pronicaemosti melo-mergel'nyh porod [Influence of the river network on the development of permeability of chalk-marly rocks]*. *Bulletin of Kharkov University. Vestnik Har'kovskogo universiteta. Materialy po geologii, gidrogeologii i geografii Levoberezhnoj Ukrainy*, 228, 24–27.
14. Osokina, N. P. (2016). *Vlijanie razryvnoj tektoniki na estestvennuju zashhishhennost' podzemnyh vod na primere Kievskoj oblasti (Ukraine) [Influence of rupture tectonics on natural protection of underground waters on an example of the Kiev region (Ukraine)]*. *Poshukova ta ekologichna geohimija*, 1(17), 9–12.
15. Ostroukh, O. A. (2013). *YakIsna otsinka pryrodnoyi zahyschenosti pidzemnykh vod zasobami GIS [Qualitative assessment of the natural protection of groundwater by means of GIS]*. *Visnyk Khark. nats. un-tu imeni V. N. Karazina. Seriya Heolohiya-Heohrafiya-Ekolohiya*, 1049(38), 34–38.
16. Pilatovskij, B. P. (1966). *Osnovy gidromehaniki tonkogo plasta [Fundamentals of thin layer hydromechanics]*. Moscow: Nedra, 316.
17. Plotnikov, N., Kraevskij, S. (1983). *Gidrogeologicheskie aspekty ohrany okruzhajuschej sredy [Hydrogeological aspects of environmental protection]*. Moscow: Nedra, 74.

18. Reshetov, I. K., Chomko, F. V., Chomko, D. F. (1999). *Ocenka struktury jekspluatatsionnyih zapasov podzemnyh vod dejstvujushhijh vodozaborov po gidrohimičeskim kriterijam* [Assessment of the structure of the operational groundwater resources of existing water intakes based on hydrochemical criteria]. *Materialy jubilejnoi naučnoi konferencii kafedry gidrogeologii, inženernoi geologii i geojekologii Voronezhskogo gosuniversiteta*. Voronezh: Publisher VSU, 49–56.
19. Suncov, M. A. (1978). *Ob ocenke peretekanija vo vzaimodejstvujushhijh vodonosnyh gorizontah* [On the assessment of overflow in interacting aquifers]. *Trudy Vsesojuzn. zaočnogo politehničeskogo instituta*, 120, 38–43.
20. Sujarko, A. V. (1969). *K voprosu o razgruzke vod glubokih gorizontov Ukraїnskoj chasti Bol'shogo Donbassa* [To the question of unloading the waters of the deep horizons of the Ukrainian part of the Great Donbass]. 2-ja geol. konf. «Stepanovskie čtenija», Artemovsk, 209–212.
21. Tumenko, N. R. (1972). *Prognoz himiçeskogo sostava vody, postupajuscej v vodozabor pri ih jekspluatácii* [Forecast of the chemical composition of water entering the water intake during their operation]. V kn.: *Voprosy gidrogeologičeskijh prognozov v svjazi s irrigaciej zemel' i vo-dosnabzheniem*. Dnepropetrovsk, 4, 94–118.
22. Udalov, I. V., Okun' A. O. (2014). *The method of covering low-level radiation waste*. Patent of Ukraine for utility models No. 88199.
23. *Foto Ukrainy*. Available at : <https://www.photoukraine.com/russian/articles?id=3>
24. Chomko, D. F. (2000). *Vyznachennja hidroheolohičnijh vikon za hidrohimičnijmi kriterijami* [Determination of hydrogeological windows by hydrochemical criteria]. *Heolohičnij žurnal*. Kyiv, 4, 20–24.
25. Shestakov, V. M. (1961). *Smeshenie stočnyh vod v rekah* [Mixing wastewater in rivers]. *Vodosnabzhenie i sanitarija tehniky*, 7, 15–18.
26. Shestopalov, V. M., Boguslavskij, A. S., Bubljas, V. N. (2007). *Ocenka zaschishhennosti i ujazvimosti podzemnyh vod s učetom zon bystroj migracii* [Assessment of groundwater vulnerability and vulnerability in view of rapid migration zones]. Kyiv: Scientific and engineering center of radiohydrogeological polygon studies. Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 120.
27. Shestopalov, V. M., Klimchuk, A. B., Tokarev, C. B., Amelichev, G. N. (2009). *Ocenka ujazvimosti podzemnyh vod rajonov otkrytogo karsta (na primere massiva Aj-Petri, Krym)* [Assessment of vulnerability of groundwater in open karst areas (on the example of the Ai-Petri massif, Crimea)]. *Speleologija i karstologija*. Simferopol', 2, 11–29.
28. Yakovev, V. V. (2016). *Sposib oprisnennja kolodyaznoyi vody* [Method of desalination of well water]. Patent of Ukraine for useful model No.104259

UDC 556.3

**S. M. Levoniuk**, Engineer,  
Ukrainian Research Institute for Natural Gases,  
phone: +380950811708, e-mail: [sergii.levonyuk@gmail.com](mailto:sergii.levonyuk@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-4073-8152>

## HYDROGEOLOGICAL PROTECTION OF THE BUCHAK-KANIV AQUIFER COMPLEX IN THE CENTRAL PART OF DNIPRO-DONETSK ARTESIAN BASIN FROM POSSIBLE TECHNOLOGICAL CONTAMINATION

**Formulation of the problem.** Every year, the problem of studying the ecological state of drinking groundwater becomes more and more acute, as the reserves of ecologically clean groundwater is becoming more and more depleted. At the same time, at the time of significant influence of technogenic factors on the quality of drinking groundwater, there is an urgent need for a more detailed assessment of the protection index of aquifer complexes promising for water use purposes.

**The purpose of the article.** The main purpose of the research is to show the degree of modern hydrogeological protection of one of the strategic reserves of drinking underground water in the region – Buchak-Kaniv aquifer complex – in the area of its greatest distribution and use – the central part of Dnipro-Donetsk artesian basin from possible contamination of water that lie above. Corresponding trends in protection changes during the long period of time (55 years) within the territory of work were also traced.

**Methods.** Taking into account the hydrogeological and lithological features of aquifer complexes and waterproof rocks in the interior of the subsoil, as well as on the basis of previous research by scientists, a multi-factor, adapted to these conditions, methodology for carrying out the research was developed. The methodology includes the definition of both static and dynamic components of the protection index. Calculations and graphic constructions were made for 2 periods of time – 1960 and 2015.

**Results.** The peculiarities of the hydrogeological protection of the aquifer complex within the territory of works during these periods were analyzed and relevant trends in changes in the indicator over the 55-year period have been traced. It has been determined that the territories of areas with unprotected and conditionally protected underground water expanded, and protected areas – on the contrary, decreased. The largest

changes occurred in the areas affected by water intakes of large cities in the region. The reasons for these processes are presented, the main of which is an anthropogenic factor.

**Scientific novelty and practical significance.** This methodology in assessing the protection in this region has been used for the first time. The obtained results of the research should be used to develop recommendations for the ecological protection of drinking groundwater in the region. This method of work can be used to determine a hydrogeological protection index of other pressure aquifer complexes in similar conditions.

**Keywords:** hydrogeological protection, Buchak-Kaniv aquifer complex, contaminated water, surface pollution, water intake, water table regime, separation layer, ascending stream zones.

#### References

1. Levonyuk, S. M. (2017). *Zminy pokaznyku zahyshhenosti pidzemnykh vod buchats'ko-kanivs'koho vodonosnoho kompleksu tsentral'noyi chastyny DDAB / Tezy dopovidi na IV Naukoviy konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu «Hidroheolohiya: nauka, osvita, praktyka»*. Kharkiv, 54-57.
2. Gol'dberg, V. M. (1987). *Vzaimosv'яз' zagryaznenija podzemnykh vod i prirodnoj sredy*. Leningrad, 248.
3. Shestopalov, V. M., Boguslavskij, A. S., Bubljak, V. N. (2007). *Otsenka zashishennosti i uiazvimosti podzemnykh vod s uchetom zon bystroj migratsii*. Kyiv, 120.
4. Mikitchuk, L. A. *otv. isp. Karta estestvennoj zashishennosti podzemnykh vod Poltavskoj oblasti m-ba 1:200 000 (otchet o rabotah, vypolnennykh Kremenchugskoj GRJe v 1980-1982 gg.)* (1982). Dnipropetrovsk: Kremenchugskaja GRJe tresta «Ukrjuzhgeologija», 169.
5. Mikitchuk, L. A., Terentjeva, A. E. *otv. isp. (1987). Karta estestvennoj zashishennosti podzemnykh vod Ukrainy, m-b 1:200000, 1987 g. Poltavskaja oblast'. Novaia Galeshhina: Kremenchugskaja GRJe tresta «Ukrjuzhgeologija», 28.*
6. Kamenskaia, I. N., Chopyk, B. N. (1983). *Otchet o rezultatah rabot po sostavleniyu karty uslovij zashishennosti podzemnykh vod po Har'kovskoj i Sumskoj oblastjam USSR za 1979-1982 gg.* Kharkov: Harkovskaja GRJe tresta «Ukrjuzhgeologija», 242.
7. Chopyk, B. N. (1988). *Karta estestvennoj zashishennosti podzemnykh vod USSR m-ba 1:200000. Har'kovskaja oblast'. Kharkov: Har'kovskaja GRJe tresta «Ukrjuzhgeologija», 35.*
8. Ostroukh, O. A. (2016). *Zakonomirnosti zmin khimichnoho skladu gruntovykh vod Chop-Mukachivs'koho baseynu. HNU im. V.N. Karazina*. Kharkiv, 20.
9. Marchenko, G. P., Kutashenko, L. E., Aleinikova, L. N. *edc. (1965). Podzemnye vody SSSR. Obzor podzemnykh vod Poltavskoj oblasti. V 3-eh tomah. Moscow, 950.*
10. Kostjuchenko-Pavlova, M. M., Jandola, S. P., Belogorskaja Je. G. *edc. (1968). Podzemnye vody SSSR. Obzor podzemnykh vod Har'kovskoj oblasti. V 3-eh tomah. Moscow, 900.*
11. Pedan, V. V. (2002). *Vedennya AIS DVK, derzhoblik ta vyvchennya rezhymu pidzemnykh vod u zonakh vplyvu vodozaboriv na terytoriyi Sums'koi, Kharkivs'koi ta Poltavs'koi oblasti, 1996-2000 rr.* Kharkiv: Kharkivs'ka KHP KP «Pivdenukrheolohiya», 150.
12. Lega, V. I. (2003). *Zvit pro rezul'taty robit po otsintsi stanu prohnoznykh resursiv ta ekspluatatsiynykh zapasiv pytnykh ta tekhnichnykh pidzemnykh vod na terytoriyi Poltavs'koi oblasti v 2000-2003 rr.* Dnipropetrovs'k: Kremenchuts'ka HRE KP «Pivdenukrheolohiya», 140.
13. Berezna, K. I. (2006). *Vedennya AIS DVK, derzhavnoho obliku vykorystannya pidzemnykh vod, monitorynhu resursiv ta zapasiv pidzemnykh vod na terytoriyi Sums'koi, Kharkivs'koi ta Poltavs'koi oblastey, 2001-2005 rr.* Kharkiv: Kharkivs'ka KHP KP «Pivdenukrheolohiya», 135.
14. Barabanova, N. V. (2007). *Otsinka stanu prognoznykh resursiv ta ekspluatatsiynykh zapasiv pytnykh ta tekhnichnykh pidzemnykh vod na terytoriyi Sums'koi, Kharkivs'koi ta Poltavs'koi oblastey.* Kharkiv: Kharkivska KHP KP «Pivdenukrheolohiya», 145.
15. Panikars'ka, I. S. (2016). *Uzahal'nennya materialiv AIS DVK, derzhavnoho obliku vykorystannya pidzemnykh vod ta kadastru poshukovo-rozvidual'nykh i ekspluatatsiynykh sverdlodyn na vodu v mezhakh terytoriyi diyal'nosti pidpryyemstva: zvit z NDR (zakl.) Dnipropetrovs'k: KP «Pivdenukrheolohiya», 170.*
16. Maksimov, V. M. *ed. (1979). Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa. Leningrad, 1, 512.*
17. Shvyd, N. T., Terentiev, Ju. A. (1983). *Detal'naja razvedka podzemnykh vod uchastkov vodozaborov № 6 i № 7 dlia vodosnabzheniia g. Poltavy v 1980-1983 gg.* Dnepropetrovsk: Kremenchugskaja GRJe tresta «Ukrjuzhgeologija», 250.
18. Kamzist, Zh. S. (2009). *Hidroheolohiya Ukrainy: navch. posibnyk*. Kyiv: INKOS, 614.
19. Rudenko, F. A. (1971). *Gidrogeologia SSSR, 614.*
20. Klimentov, P., Kononov, V. (1985). *Dinamika podzemnykh vod. Moscow: Vysshaja shkola, 200.*

## ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL POLLUTION SOURCES INFLUENCE ON UNDERGROUND WATER ON THE TERRITORY OF KHARKIV REGION

**Formulation of the problem.** To date, a large number of environmental problems remain unsolved. Moreover, their number increases year after year. First of all, this is due to the impact of man on a balanced nature, the expansion of industrial and agricultural production. Kharkiv region, whose industry plays a significant role in Ukraine's production and gives a tenth of all industrial production in the country, was investigated in the article to assess the impact of technogenic sources of groundwater contamination. There are more than 1200 industrial enterprises located here, indicating an extremely high level of industrialization, which results in the formation of significant volumes of industrial waste and negatively affects the environment. Powerful heavy industry enterprises on the territory of Kharkiv region, which have worn-out and technically outdated workshops and production in their structure, produce large volumes of industrial waste, which, in turn, causes an unfavorable environmental condition in the cities of the region, such as chemical pollution of air, soils, groundwater.

**The purpose** of the article is to assess the impact of technogenic sources of groundwater pollution on the territory of Kharkiv region.

**Presenting main material.** The article gives a description of the influence of the most significant objects of Kharkiv region, which pose a possible threat to groundwater, and therefore to the water intakes they operate. The sources of concentrated groundwater contamination in the investigated area are mainly large industrial enterprises, which, by their nature, use water in significant volumes and, as a result, have large amounts of waste water. Such sites are on the territory involved in the production cycle. These are septic tanks, sludges, heat exchangers, quarries, access platforms, warehouses, burial sites of various wastes, etc.

**Conclusions.** Several significant sites are located on the territory of Kharkiv region, which pose a possible threat to underground waters, and therefore to water intakes that operate them. These are, first of all, Zmiiv heat-station, Pervomaisky "Khimprom", Balakliya cement-slate intergated works, "Shebelinka gas-extraction", the point of radioactive waste disposal in the village of Dergachi, Dergachi District Solid Waste Management and some other active industrial enterprises. Based on the data of groundwater aquifers' chemical composition in the zone of influence of technogenic sources for the long period of observations, appropriate conclusions were drawn regarding pollution.

**Keywords:** man-made sources, pollution, underground waters, Kharkiv region, water intake, ecological problems, environment, geological monitoring.

### References

1. Alekseenko, V. A. (2000). *Jekologicheskaja geohimija*. Moscow: Logos, 627.
2. Borevskij, B. V., Voznjakovskij, I. G., Strepetov, V. P., Jazvin, L. C. (2004). *Pit'evye podzemnye vody strategicheskij prirodnyj resurs XXI veka. Kruglyj stol V Sverossijskogo s"ezda geologov. Otechestvennaja geologija*, 1, 82-83.
3. Vyzhva, S. A., Vynnychenko, O. B., Kendzera, O. V. (2008). *Vplyv pryrodnykh i tekhnohennykh protsesiv na potentsiyno nebezpechni ob"yekty. Monohrafiya*. Kyiv: Kyiv. un-t, 239.
4. Voznjakovskaja, I. G. (2003). *Raboty po gidrogeologicheskim issledovaniyam, monitoringu i ohrane geologicheskoy sredy. Mineral'nye resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie*, 1-2, 27.
5. Honcharuk, V. (2009). *Khimiya vody i problemy pytnoho vodopostachannya. Svitohlyad*, 4, 18-27.
6. Hryshchenko, S. V., Nahornyy, I. M., Svestun, R. S. (2009). *Terytorial'ni zakonomirnosti tekhnohennoho zabrudnennya navkolysn'oho seredovyshcha v Ukrayini. Vestnikhigieny i jepidemiologii*, 13(2), 243 - 248.
7. Dimakova, N. A., Sharapov, A. P. (2013). *Problemy zagryaznenija podzemnyh vod. Sovremennye naukoemkie tehnologii*, 2, 79-82.
8. Ivanov, Ju. V., Bocharov, V. L. (1998). *Matematicheskoe modelirovanie pri ocenke jekologicheskoy opasnosti tehnogennogo zagryaznenija. Voronezh*, 63-71.
9. Izrajel', Ju. A. (1984). *Jekologija i kontrol' sostojanija prirodnoj sredy. Moscow: Gidrometeoizdat*, 560.
10. Kobylans'kyy, V. Ya. (2009). *Kontrol' yakosti pytnoy vody v KhKhI stolitti. Vodopostachannya ta vodovidvedennya*, 2, 19-21.
11. Korolev, V. A. (1995). *Monitoring geologicheskoy sredy. Moscow: izd-vo MGU*, 272.
12. Shestopalov, V. M., Boguslavskij, A. S., Bubljas', V. N. (2007). *Ocenka zashhishhennosti i ujazvimosti podzemnyh vod s uchetom zon bystroj migracii. Kyiv*, 120.

13. Pashkovskij, I. S. (2002). *Principy ocenki zashhishhennosti podzemnyh vod ot zagrjaznenija. Sovremennye problemy gidrogeologii i gidromehaniki. St. Petersburg: Izd-vo SPbGU, 131.*
14. Pribylova, V. N. (2016). *Izmenenie kachestva podzemnyh vod i osobennosti nakoplenija zagrjaznitelej v zone tehnogenogo vozdejstvija Zmievskej TJeS (Har'kovskaja oblast'). Kazan': Molodoj uchenyj, 5(109), 15-23.*
15. Prybylova, V. M. (2016). *Stratehiya vykorystannya pidzemnykh vodnykh resursiv Kharkivs'koyi oblasti Rehion – 2016 : Stratehiya optimal'noho rozvytku : mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya. Kharkiv, lystopad 2016 r. Kharkiv, 297-300.*
16. Prybylova, V. M. (2015). *Pidzemni vodni resursy Kharkivs'koyi oblasti ta stratehiya yikh vykorystannya dlya vodopostachannya naselelnya. Visnyk kharkivs'koho natsional'noho universytetu im. V. N. Karazina : Seriya «Ekolohiya», 1157, 37-44.*
17. Prybylova, V. M. (2015). *Otsinka yakisnoho skladu pytnykh pidzemnykh vod vodonosnoho senoman-nyzhn'o-kreydyanoho vodonosnoho horyzontu na terytoriyi Kharkivs'koyi oblasti. Visnyk KhNU imeni V. N. Karazina : Seriya «Heolohiya-Heohrafiya-Ekolohiya», 43, 75-82.*
18. Semin, V. A. (2001). *Osnovy racional'nogo vodopol'zovanija i ohrany vodnoj sredy : Ucheb. Posobie. Moscow: Vysshaja shk., 320.*
19. Stavys'kyy, E. A., Rud'ko, H. I., Yakovlyev, Ye. O. (2011). *Stratehiya vykorystannya resursiv pytnykh pidzemnykh vod dlya vodopostachannya. Chernivtsi: Bukrek, 1, 348.*
20. Stavys'kyy, E. A., Rud'ko, H. I., Yakovlyev, Ye. O. (2011). *Stratehiya vykorystannya resursiv pytnykh pidzemnykh vod dlya vodopostachannya. Chernivtsi: Bukrek, 2, 500.*

UDC 624.131.1

V. A. Sokolov, PhD (Technics),  
I. V. Udalov, PhD (Technics), Associate Professor,  
V. N. Karazin Kharkiv National University  
e-mail: [v.sokolov@gmail.com](mailto:v.sokolov@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-6697-6087>,  
<https://orcid.org/0000-0003-3844-6481>

## AUTHENTIC INFORMATION ON THE NATURAL-TECHNOGENIC GEOLOGICAL ENVIRONMENT AS A FACTOR OF REDUCING ENVIRONMENTAL RISKS

**Formulation of the problem.** An important component of environmental safety is the state of protection of the natural and man-made geological environment (ESGE) from the influence of dangerous natural and technogenic geological processes.

At present, there are 327 cities in Ukraine that need protection from certain dangerous geological processes (groundwater underflooding, landslide displacement, subsidence of base soils, etc.). [1-4] One consequence of this is the deformations and accidents of housing and utility buildings and industrial structures. Obviously, engineering and technical security of housing, along with other parameters of life safety is the basic human need. The safety of construction, reconstruction, operation of structures, territories protection from hazardous natural and man-caused processes, assessment of the impact of construction and reconstruction facilities on the environment, risk assessment should be based on complete and reliable data on the state and dynamics of ESGE, which is the subject of engineering research [ 14]. At the same time, there is a group of factors systematically adversely affecting the receipt of reliable information in this area.

This article is devoted to a detailed consideration of this problem.

**History of the research of the problem.** Problems of engineering geology and hydrogeology of urban areas, changes in the geological environment under the influence of human activity are revealed in the works of F. Kotlova, V. Krutova, V. Osipova, E. Yakovlev and others. A significant specificity of the research of the natural and man-made environment (engineering and technical surveys) is indicated by P. Konovalov, V. Ulitsky, M. Solodukhin, G. Strizhelchik, etc. Problems of engineering research and protection of historical buildings in the construction of new and reconstruction of the existing buildings remain relevant even now, especially for such large cities as Kyiv, Kharkiv, Dnipro, Donetsk, etc.

The purpose of the article is to substantiate the need for a reliable assessment of the state and dynamics of changes in the natural and technical geological environment. Classification of existing factors systematically adversely affecting the receipt of reliable information and determining ways to solve the problem is aimed at reducing geotechnical and environmental risks.

All large cities in Ukraine need protection from the manifestation of certain dangerous geological processes (underflooding by underground waters, landslide displacement, subsidence of base soils, etc.). The safety of construction and operation of facilities, assessment of the level of environmental hazard should be based on reliable information on the state and dynamics of the natural and man-made geological environ-

ment. To determine the severity of the environmental situation, the degree of deviation of an object or environment from a certain norm is usually used. It is important to know how far the object approached the level of destruction of its structure. The criterion for assessment can be the resource of the stability of the geological environment, determined by the permissible impact impulses (water inflow, application of static and dynamic loads, temperature effects, etc.).

Today in Ukraine there is a group of factors systematically adversely affecting the receipt of reliable information on the conditions of construction sites. This can lead to plant accidents or to significant unnecessary security costs, up to and including the abandonment of construction. These factors include:

1. Construction in all free areas with complex engineering and geological conditions in the central parts of cities, with maximum use of underground space;

2. Increasing the weight of reconstruction of existing buildings in the total volume of construction. It should be kept in mind that engineering surveys for reconstruction, having specific features, make them more complex than surveys for new construction sites;

3. A complex of administrative, economic and social factors associated with the systems of attestation of specialists, quality control, work in a market economy, etc.

To create objective conditions that reduce the degree of geotechnical and environmental risks, it is necessary to implement a set of measures at the state level.

**Keywords:** natural and technogenic geological environment, ecological risk, resource of stability, engineering and technical surveys.

### **References**

1. Shestopalov, E. F., Jakovlev, E. A., eds. (1993). *Jekologicheskaja geologija Ukrainy. Spravochnoe posobie (In-t geologicheskikh nauk, NAN Ukrainy)*. Kyiv: Naukova dumka, 407
2. Strizhel'nik, G. G. (1988). *Osobennosti inzhenerno-geologicheskikh i gidrogeologicheskikh uslovij urbanizirovannykh territorij Levoberezhnoj Ukrainy. Problemy inzhenernoj geologii, gidrogeologii i geokriologii rajonov intensivnoj inzhenernoj nagruzki i ohrana geologicheskoy sredy*. Kiev: Naukova dumka, 4, 149-151.
3. Tabota, V. G., Strizhel'nik, G. G. (1983). *Neblagoprijatnye inzhenerno-geologicheskie processy i osobennosti gradostroitel'stva na territorii Levoberezhnoj Ukrainy. Problemy inzhenernoj geologii gorodov*. Moscow: Nauka, 12-16.
4. Korzhenevskij, E. A., Peschanaja A. P. (1988). *Vlijanie proizvodstvennoj dejatel'nosti na gidrogeologicheskie usloviya razlichnykh regionov Ukrainskoj SSR. Problemy inzhenernoj geologii, gidrogeologii i geokriologii rajonov intensivnoj inzhenernoj nagruzki i ohrana geologicheskoy sredy*. Kyiv: Naukova dumka, 3, 151-153.
5. Kotlov, F. V. (1978). *Izmenenie geologicheskoy sredy pod vlijaniem dejatel'nosti cheloveka*. Moscow: Nedra, 263.
6. Kotlov, F. V., Akin'fiev, S. A., Koff, G. L., eds. (1987) *Sovremennye problemy inzhenerno-geologicheskikh issledovanij urbanizirovannykh territorij. Sovremennye problemy inzhenernoj geologii i gidrogeologii territorij gorodov i gorodskikh aglomeracij*. Moscow: Nauka, 5-7.
7. Lomtadze, V. D. (1983). *Inzhenerno-geologicheskie issledovaniya dlja obosnovaniya prognoza izmenenij geologicheskoy sredy v rajone goroda. Problemy inzhenernoj geologii gorodov*. Moscow: Nauka, 45-47.
8. Ulickij, V. M., Lisjuk, M. B. (2003). *Ocenka riska i obespechenie bezopasnosti v stroitel'stve. Rekonstrukcija gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*, 5, 160-166. Available at : <http://www.georec.spb.ru/mag/2002n5>
9. Soloduhin, M. A. (2000). *Nekotorye problemy inzhenerno-geologicheskikh izyskanij dlja promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva. Geotekhnicheskie normy. Rekonstrukcija gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*, 3. Available at : <http://www.georec.spb.ru/mag2000n3>
10. Ragozina, A. L. (2002). *Rekomendacii po ocenke geologicheskogo riska na territorii g. Moskva. Moskomarhitektura*. Moscow: GUP «NIAC», 49.
11. Brand, L. (2006). *The civil and geotechnical engineer in society – ethical and philosophical thoughts, challenges and recommendations. Rol' geotekhniki v obshhestve*, 10, 17. Available at : <http://www.georec.spb.ru>
12. Clayton, C. R. I. (2001). *Managing geotechnical risk (Thomas Telford Publishing. London)*. Available at : <http://www/georec.spb.ru>
13. Dunnycliff, I. (2000). *Ratings War. Ground Engineering*, 33(3). Available at : <http://www.georec.spb.ru>
14. Nichols, R. W. (2000). *Risk. New York Academy of Sciences*. Available at : <http://www.georec.spb.ru>
15. Bokov, V. A., Lushhik, A. V. (1998). *Osnovy jekologicheskoy bezopasnosti. Simferopol': SONAT*, 224.
16. Strizhel'chik, G. G. (1987). *Problemy inzhenernoj geologii gorodov i vozmozhnye puti ih reshenija. Inzhenernaja geologija*. 2, 3-12.
17. DBN A.2.1-1-2008. *Inzhenerni vishukuvannja dlja budivnictva*. Kyiv: Ukrarhbuildinform, 76.
18. Sokolov, V. A. (2006). *Snizhenie geotekhnicheskogo i ehkologicheskogo riskov cherez povyszenie kachestva inzhenernykh izyskanij. Ekolohiya dovkillya ta bezpeka zhyttediyal'nosti*, 4, 28-32.
19. Sokolov, V. A. (2008). *Ocenka sostoyaniya prirodno-tekhnogennoj geologicheskoy sredy dlja obespechenija jekologicheskoy bezopasnosti ob"ektov rekonstrukcii. Nauchnyj vestnik stroitel'stva. Kharkiv, Har'kovskij gos. tekhn. un-t stroit. i arhit.*, 49, 318-323.

20. Sokolov, V. A. (2007). *Analiz faktorov, opredelajushhijh specifiku, vidy i ob"emy inzhenerno-geologicheskijh izyskanij dlja rekonstrukcii. Vestnik KhNU im. V.N.Karazina*, 753, 30-34.
21. Sokolov, V. A., Strizhel'chik, G. G. (2008) *Inzhenernye izyskanija v Ukraine. Inzhenernaja geologija. Moscow: PNIIS*, 32-33.

UDC 553.04

\***D. F. Chomko**, PhD (Geology), Associate Professor,  
\***M. V. Reva**, PhD student,  
\*\***F. V. Chomko**, Associate Professor,  
\*Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
\*\***V. N. Karasin** Kharkiv National University,  
e-mail: [reva\\_max@ukr.net](mailto:reva_max@ukr.net),  
<https://orcid.org/0000-0001-8454-5531>,  
<https://orcid.org/0000-0003-1141-093X>,  
<https://orcid.org/0000-0002-6302-8372>

## ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF BY-PASS WATER DEPOSITS USE IN THE EASTERN OIL REGION OF UKRAINE

**Formulation of the problem.** Oil deposits in the eastern region of Ukraine are confined to the upper zone of the lower hydrogeological floor (zone of stagnant regime). This zone lies at depths from 1.5 to 5.5 km, including most of the Paleozoic deposits, is characterized by the development of primary pore sandy-aleuric and cavernous-fractured carbonate reservoirs with high porosity and permeability in which broaching systems of formation, massive-reservoir and massive reservoirs are filled with sedimentogenic brines.

Most of the deposits are depleted or are being developed in the final stages, in which, along with oil, there is also by-pass water in the extracted fluid.

Factors affecting the environment during oil production are considered. The schemes of by-pass water impact on the environment are given.

**Results.** In the article we show the urgency of stratal water use as hydromineral materials. Bromine, iodine, lithium are the main chemical components whose content defines water as a valuable raw material. Practical use of stratal water in Ukraine will increase the mineral resource base and reduce the impact on the environment.

The authors analyze stages of the field development in terms of the extracted fluid water content. The water coefficient in produced fluid extracted on the oil field is the main element that increases the cost of oil. In the article the theory using stratal water is presented, which allows the transfer of these waters expenditure component in revenue.

The authors describe theoretically "perfect" conditions in which the oil companies developing oil fields will work with profit. There are basic parameters that influence the overall profit of the company in terms of water production formation and considers in detail the income and expense components.

**Scientific novelty and practical significance.** The article compares profitable work of the oil company without implementing related-field water as raw hydromineral. The authors graphically expressed how oil companies can increase their profits by using stratal water and keeping on development period. The paper determines that concentration of chemical components in water is the main indicator showing possible industrial development and building price on hydro- raw materials.

**Keywords:** eastern region of Ukraine, oil deposit, mining enterprise, oil, by-pass water, coefficient of watering, production cost, expenditure and income components, hydromineral raw materials, realization, profit of an enterprise.

### References

1. Burakov, Ju. G. (2014). *Sovmestnoe osvoenie uglerodnogo i gidrotermal'nogo sir'ja na mestoroshdenijah nefti i gaza. Problemy razrabotki gazovyh, gazokondensatnyh i nftekondensatnyh mestoroshdenij*. 4 (20), 59-68.
2. Vasil'ev, A. N., Zhuravel' N. E., Klochko P. V. (1999). *Prognoz technogenogo zasoltnija pochv na neftepromislah severo-vostoka Ukrainy v ramkah OVOS. Kharkiv: Ekograf*, 86.
3. *Vodnyy kodeks Ukrainy*. (1995). Verhovna Rada Ukrainy. Kodeks vid 06.06.1995, 213/95-VR.
4. Hayko, H. I., Bilets'kyj, V. S. (2013). *Istoriya hirnyctva. Pidruchnyk. Kyiv-Alchevs'k: Vydavn. dim «Kyievo-Mohylianska akademiia», vyd-vo «LADO» DonDTU*, 542.
5. Zhuravel', N. E., Klochko, P. V., Samonova, L. S. (1996). *Problemy ohrany podztnnyh vod v rajone nefytagazovyh*

- mestorozhdenij na konechney stadii razrabotki (na primere Kachanovskogo mestorozhdenija). Jekologicheskie aspekty zagrjaznenija okružhajushej sredy. Kyiv, 2, 91–92.
6. Ivanyuta, M. M. (1998). Atlas rodovishch nafty i hazu Ukrayiny. Lviv: «Tsentr Evropi», I-III.
  7. Krjuchenko, N. O., Zhovinskij, Je. Ja., Kuhar, M. V., Dmitrenko K. Je. (2013). Bromidy podzemnykh vod neftegazonosnykh rajonov Dniprovsko-Donckoj vpadiny. Heotehnična mehanika. 112, 163-172.
  8. Kuchmanych, N. (2009). Perspektyva vydobutku yodu z plastovykh vod naftohazovykh rodovishch Borislavs'koho naftopromyslovoho rayonu. Visn. Lviv. un-tu. SerIya geografichna, 37, 76-84.
  9. Mehtiev, U. Sh., Gadzhiev, F. M. (2005). Vody neftegazovykh mestorozhdenij Apsheronskogo poluostrova kak syr'e dlja poluchenija cennykh komponentov. Fundamental'nye problemy neftegazovoj gidrogeologii: Mat-ly mezhdunarod. konf., posvjashh. 80- letiju A. A. Karceva. Moscow: GEOS, 309–312.
  10. Podatkovyy kodeks Ukrayiny (2010). Verkhovna Rada Ukrayiny. Kodeks vid 02.12.2010 № 2755-VR.
  11. Reva, M. V. (2015). Vplyv vydobutoyi plastovoyi vody na ekolohichnu bezpeku vodonosnykh horizontiv na naftovykh rodovishchakh. Mat. II nauk. konf. «Aktual'ni problemy hidroheolohiyi». KhNU imeni V. N. Karazina. Kharkiv, 110–112.
  12. Reva, M. V., Koshlyakova I. Ye. (2016). Novi pidkhody do vykorystannya suputn'o-plastovykh vod. Materialy VI Vseukrayns'koyi naukovoyi konferentsiyi-shkoly «Suchasni problemy heolohichnykh nauk». Kyiv, 83–86.
  13. Reva, M. V. (2016). Suputn'o-plastovi vody v Skhidnomu naftohazovomu rehioni Ukrayiny yak dzherelo nebezpeky abo tsinnyy resurs. Kyiv: Visn. Kyyivs'koho nats. un-tu imeni Tarasa Shevchenka, Heolohiya, 72, 81–85.
  14. Reva, M. V., Chomko, D. F. (2017). Poputno-plastovye vody nefjtjanykh mestorozhdenij kak gidromineral'noe syr'ye. Materiali konferenci «Geograficheskie aspekty ustojchivogo razvitija regionov». Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. Gomel', 259–265.
  15. Suyarko, V. G., Havrilyuk, O. V. (2014). Pro dzherela nadkhodzheniya ta mihratsiyu bromu u pidzemnykh vodakh (na prykladi Dniprovs'ko-Donets'koho avlakohenu). Visn. Khark. nats. un-tu imeni V. N. Karazina. Seriya Heolohiya – Heohrafiya – Ekolohiya. Kharkiv, 1128(41), 70–75.
  16. Tereschhenko, V. O. (2015). Brom i yod v rozsolakh Pryp'yat's'ko-Dniprovs'ko-Donets'koho ryftohenu. Mat. II nauk. konf. «Aktual'ni problemy hidroheolohiyi». KhNU imeni V. N. Karazina. Kharkiv, 25–28.
  17. Tereschhenko V. O. (2015) Hidroheolohichni umovy hazonakopychennya v Dniprovs'ko-Donets'kiy zapadyni. monohrafiya. Kharkiv: KhNU imeni V. N. Karazina, 244
  18. Troyanova, H. I. (2016). hchodo vstanovlennya henezysu suputn'oyi vody pry rozrobtci pokladiv hlybynnoyi zony na prykladi sverdlovyny 491 Kysivs'koho rodovyshcha. Mat III nauk. konf. «Hidroheolohiya: nauka, osvita, praktyka». Kharkiv: KhNU imeni V. N. Karazina, 84–87.
  19. Chomko, D. F., Klochko, P. V., Zhuravel' M. Yu. (2000). Osoblyvosti zabrudnennya pryrodnykh vod v rayonakh naftovydobutku u Prykarpatti. Ivano-Frankivs'k: Derzhavnyy mizhvidomchyy naukovu-tehničnyy zbirnyk «Rozvidka i rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch», 37(1), 96–101.
  20. Chomko, D. F., Reshetov, I. K., Chomko, F. V., Chomko, T. V. (2004) Poputno-promyslovyje vody nefjtjanykh mestorozhdenij – istochnik zagrjaznenija buchaksko-kanevskogo vodonosnogo gorizonta. Kyiv: Visn. Ukr. budinku ekon. ta nauk.-tehn. znan', 53-57.
  21. Chomko, D. F., Reva, M. V., Dynyak, O. V. (2016). Suputn'o-plastova voda naftovykh rodovyshch yak hidromineral'na syrovyna. Kyiv: Visn. Kyyiv. nats. un-tu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiya, 4 (75), 77–81.
  22. Jushkov, I. R., Hizhnjak, G. P., Iljushin, P. Ju. (2013). Razrabotka i jekspluatacija nefjtjanykh i gazovykh mestorozhdenij. Perm': Perm. nac. issled. politehn. un-t, 177.



## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО «ВІСНИКА ХАРКІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

До „Вісника Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна”, серія „Геологія. Географія. Екологія”, приймаються наукові статті обсягом від 10 до 30 друкованих сторінок, присвячені дослідженням у галузях геології, геохімії, гідрогеології, географії, економічної та соціальної географії, екології, а також суміжних дисциплін. Матеріали можуть бути представлені українською, російською або англійською мовами. Перевага надається англійським статтям. Рішення про публікацію приймається редакційною колегією „Вісника”, при цьому кожна стаття рецензується двома вченими зі складу колегії.

Матеріали подаються у друкованому і в електронному вигляді та надсилаються на електронну пошту [geoco-series@karazin.ua](mailto:geoco-series@karazin.ua). Електронна версія оформляється у форматі Microsoft Word, шрифт Times New Roman, розмір 14, міжрядковий інтервал 1,5, всі поля по 2 см. **Жирним** шрифтом виділяються підзаголовки у статті; *курсив* допускається лише у виняткових випадках. Ілюстрації, включаючи графіки і схеми, мають бути розміщені безпосередньо в тексті. Ілюстрації подаються чорно-білими. Скрізь, де можливо, доцільніше використовувати графіки, а не таблиці. Орієнтація сторінок – книжкова. Вирівнювання слід робити по ширині сторінки. Відступ для абзацу – 0,75 см.

Згідно вимогам ДАК України оригінальна стаття у фаховому виданні має складатися з таких розділів:

1. **Постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

2. **Аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких започатковано розв'язання порушеної проблеми, на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття.

3. **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми**, яким присвячується стаття;

4. **Формулювання мети статті** (постановка завдання).

5. **Виклад основного матеріалу дослідження** з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

6. **Висновки** з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

Для статей необхідно вказати УДК, подати назву (до 10 слів), анотацію (близько 150 слів) та ключові слова (8-10) українською й російською мовами.

На окремому аркуші надається інформація про авторів (прізвище, ім'я та по-батькові, повна назва організації, посада, вчений ступінь і звання, поштова адреса, телефон, e-mail, ORCID) українською, російською й англійською мовами. Кількість авторів не повинна перевищувати 3 (як виключення – до 5). Перелік посилань оформлюється згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. До переліку обов'язково повинна бути включена література за останні п'ять років, а сам перелік повинен містити не менше ніж 20 посилань.

Також є необхідним розгорнутий реферат англійською мовою, оформлений згідно міжнародних вимог до наукових видань. Реферат повинен мати:

– обсяг близько 300 слів,

– інформативність (не містити загальних слів),

– оригінальність (не бути калькою російської або української анотації),

– змістовність (відображати головний зміст статті та результати досліджень),

– структурованість (наявність обов'язкових елементів: *мета, методика, результати, наукова новизна, практична значимість, ключові слова*).

Після реферату необхідно навести **References** – переведений в латиницю список використаних джерел (транслітерований або перекладений англійською – за наявності англійської версії джерела), який має бути оформлений згідно міжнародного стандарту APA (American Psychological Association). До списків використаної літератури у статтях необхідно додавати DOI джерел (за наявності).

Рукописи, не оформлені належним чином, не приймаються до публікації.

Редакція залишає за собою право проводити редакційну правку рукопису.

У разі переробки статті авторами датою надходження рукопису статті в редакцію приймається дата її повторного надсилання. За відмови у публікації роботи рукописи статей авторам не повертаються.

При підтвердженні позитивного рішення на публікацію статті, автор має оформити та надіслати згоду на публікацію та оприлюднення персональних даних.

Зразок оформлення статті :

УДК 551.14:550.42:552.3

**В. С. Лутков**, д.г.-м.н., ст.н.с.,  
**В. В. Андреев**, к.г.-м.н., доцент,  
**А. В. Чуенко**, н.с.,

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

**МАНТИЙНЫЕ ПЛЮМЫ КАК ВЕРОЯТНЫЕ ИСТОЧНИКИ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА**

*Приведены результаты изучения геохимии редких и рудных элементов мантийных пород и комплексных месторождений ряда регионов. Мантийные плюмы являются вероятными источниками рудного вещества крупнейших месторождений подвижных поясов и платформ. ...*

**Ключевые слова:** мантийные плюмы, литофильные и халькофильные элементы, рудные месторождения, ...

**В. С. Лутков, В. В. Андреев, О. В. Чуенко. МАНТИЙНІ ПЛЮМИ ЯК ВІРОГІДНІ ДЖЕРЕЛА РУДНОЇ РЕЧОВИНИ.**

*Наведено результати вивчення геохімії рідкісних та рудних елементів мантийних порід та комплексних родовищ низки регіонів. Мантийні плюми є вірогідними джерелами рудної речовини найбільших родовищ рухомих поясів та платформ. ...*

**Ключові слова:** мантийні плюми, літофільні та халькофільні елементи, рудні родовища, ...

**Актуальность.** Одна из важнейших фундаментальных и прикладных проблем рудогенеза – выявление источников рудного вещества. Мощность континентальной коры составляет в среднем 40 км, тогда как нижняя граница мантии находится на глубине 2900 км. В последние десятилетия доказана реальность процессов метасоматоза (высокофлюидного магматизма) в верхней мантии (ВМ), существенно влияющего на распределение рудных и редких элементов (РЭ) [18, 26 и др.]. Возникла новая область металлогении, т.н. «нелинейная металлогения», изучающая закономерности формирования в коре мантийных месторождений [24]. ...

**Литература**

1. Андреев В. В. Новый тип благородно-редкометально-полиметаллического оруденения [Текст] / В. В. Андреев, В. Н. Воеводин // *Наук. Вісник НГА України. – Дніпропетровськ, 2000. – №3. – С. 8-9.*
2. Андреев В. В. Комплексное медно-золоторудное месторождение Куру-Тегерек и поисково-оценочные критерии месторождений аналогичного типа [Текст] : автореферат канд. дисс. / В. В. Андреев [ЦНИГРИ]. – М., 1974. – С. 1–24. ...

UDC 551.14:550.42:552.3

**V. S. Lutkov**, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy),  
Senior Researcher,  
**V. V. Andreyev**, PhD (Geology and Mineralogy), Associate Professor,  
**A. V. Chuyenko**, Researcher,  
V. N. Karazin Kharkiv National University,  
phone: +380577075459, e-mail: [chuenko@hotmail.ru](mailto:chuenko@hotmail.ru)

**MANTLE PLUMES AS POTENTIAL SOURCES OF ORE**

The results of the study of the geochemistry of rare, precious, and ore elements of the mantle and complex deposits in several regions are reported.

The behaviour and occurrence forms of rare elements in mantle xenoliths and alkali-picritoids basites of Pamir and Tien Shan region have been studied. The problems of genesis of mobile belts and platforms (Tien Shan, Pamir, Ukraine, the Chukchi Peninsula) related to ultrabasites, mafic rocks, alkaline-ultrabasic rocks, their differentiates and products of hydrothermal-metasomatic processing have been considered. ...

**Keywords:** mantle plumes, lithophile and chalcophile elements, mantle and mantle coronal field.

**References**

1. Andreev, V. V., Voevodin V. N. (2000). *Novyj tip blagorodno-redkometal'no-polimetallicheskoj orudnenenija. Nauk. Visnik NGA Ukraini. Dnipropetrovs'k*, 3, 8-9.
2. Andreev, V. V. (1974). *Kompleksnoe medno-zolotorudnoe mestorozhdenie Kuru-Tegerek i poiskovo-ocenochnye kriterii mestorozhdenij analogichnogo tipa. Avtoreferat kand. diss. CNIGRI, M., 1–24. ...*

## EDITORIAL BOARD

of "Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University,  
series "Geology. Geography. Ecology"

**Niemets Konstantin Arkadiyovych** – Chairman of the Editorial Board, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Chair of Social and Economic Geography and Area Studies, School of Geology, Geography, Recreation and Tourism (SGGRT), V. N. Karazin Kharkiv National University (V. N. Karazin KNU).

**Chuenko Oleksandr Volodymyrovych** – Executive Secretary, Head of interdepartmental training laboratory for the study of rocks, minerals and fossil organisms, SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Vysochansky Ilarion Volodymyrovych** – Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Professor of the Chair of Geology SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Golikov Arthur Pavlovych** – Doctor of Geography, Professor, Professor of the Chair of International Economic Relations, School of International Economic Relations and Tourist business, V. N. Karazin KNU.

**Kostrikov Sergiy Vasyliovych** – Doctor of Geography, Professor, Professor of the Chair of Social and Economic Geography and Area Studies, SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Kraynyukov Oleksiy Mykolayovich** – Doctor of Geography, Professor, Professor of the Chair of Environmental Safety and Environmental Education, School of Ecology, V. N. Karazin KNU.

**Lurye Anatoly Yonovych** – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Professor of the Chair of Hydrogeology, SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Nekos Alla Naumivna** – Doctor of Geography, Professor, Head of the Chair of Ecological Safety and Ecological Education, School of Ecology, V. N. Karazin KNU.

**Niemets Lyudmyla Mykolaivna** – Doctor of Geography, Professor, Head of the Chair of Social and Economic Geography and Area Studies, SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Peresadko Vilina Anatoliyivna** – Doctor of Geography, Professor, Dean of SGGRT, Head of the Chair of Physical Geography and Cartography, V. N. Karazin KNU.

**Suyarko Vasil' Grygorovych** – Doctor of Geological and Mineralogical sciences, Professor, Professor of the Chair of Mineralogy, Petrography and Minerals, SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Fyk Ilyia Mykhailovych** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair of Mineralogy, Petrography and Minerals, SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Chervaniov Igor Grygorovych** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Chair of Physical Geography and Cartography, SGGRT, V. N. Karazin KNU.

**Biletsky Volodymyr Stefanovych** – Doctor of Technical Sciences, Professor (Yuri Kondratyuk Poltava National Technical University).

**Zhovinsky Eduard Yakovich** – Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Corresponding member of the National Academy of Sciences of Ukraine (M. P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the NAS of Ukraine).

**Zagnitko Vasil' Mykolayovich** – Doctor of Geology and Mineralogy, Professor (Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv).

**Kovalenko Grygory Dmytrovych** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Research institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems", Kharkiv).

## INTERNATIONAL COUNCIL

**Wolodtschenko Alexander** – Doctor of Geography, Professor, Institute for Cartography, Dresden University of Technology (Germany).

**Kornilov Andriy Gennadiyovych** – Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geography, Geo-ecology and Life safety, Belgorod State National Research University (Russia).

**Petin Oleksandr Mykolayovych** – Doctor of Geography, Professor, Dean of the Faculty of Mining and Natural Resources, Belgorod State National Research University (Russia).

**Ahmet Sasmaz** – Doctor of Geology, Professor, Head of Geology Department, Firat University (Turkey).

**Stanaitis Saulius** – Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geography and Tourism, Faculty of Science and Technology, Lithuanian University of Educational Sciences (Lithuania).

**Adel Ali Abd Allah Awadien Hegab** – Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Assiut University (Egypt).

**Michal Cehlár** – Professor, Dean of Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnology, Technical University of Košice (Slovakia).

Наукове видання

**ВІСНИК**  
**ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**імені В. Н. КАРАЗІНА**

серія  
**«ГЕОЛОГІЯ. ГЕОГРАФІЯ. ЕКОЛОГІЯ»**

**Випуск 47**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Українською, російською та англійською мовами

Редактор К. А. Немець  
Технічний редактор О. В. Чуєнко  
Комп'ютерне верстання О. В. Чуєнко  
Відповідальний за випуск К. А. Немець

Підписано до друку 28.11.2017 р. Формат 60x84/8. Папір офсетний.  
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 24,8. Обл.–вид. арк. 28,7.  
Наклад 100 пр. Зам. № 1229/8–15. Ціна договірна.

61022, Харків, майдан Свободи, 4  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Видавництво.

---

Надруковано з готового оригінал–макету у друкарні ФОП Петров В. В.  
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб–підприємців  
Запис № 2480000000106167 від 08.01.2009 р.  
61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, кв. 137  
тел. (057) 781-71-37