



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 Karazin Kharkiv National University” 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 lectures.

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 7 від 01.07.2015 р.).

**Редакційна колегія:** д.геогр.н., проф. *К. А. Немець* (голова редколегії), *О. В. Чуєнко* (відп. секретар), д.геол.-мін.н., проф. *І. В. Височанський*, д.геогр.н., проф. *А. П. Голіков*, д.геол.-мін.н., проф. *П. В. Зарицький*, д.геогр.н., проф. *С. В. Костріков*, 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.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., завідувач кафедри географії, геоєкології 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. географії, проф., завідувач кафедри географії і туризму *С. А. Станайтіс* (Литовський університет освітніх наук, Литва).

“Вісник” 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*.

**Адреса редакційної колегії:** Україна, 61022, Харків, майдан Свободи, 4, ХНУ імені В. Н. Каразіна, факультет геології, географії, рекреації і туризму, тел. (057) 707-54-59;  
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 KB № 11825-696 ПР від 04.10.2006.

## З М І С Т

## ГЕОЛОГІЯ

|   |    |
|---|----|
| <i>Абелєнцев В.М., Сусяк Т.Я.</i><br>УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ЗАЦЕМЛЕНИХ ГАЗОВИХ СКУПЧЕНЬ<br>В ПРОЦЕСІ ВИБІРКОВОГО ОБВОДНЕННЯ ПОКЛАДІВ .....  | 7  |
| <i>Анфимова Г.В.</i><br>СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ<br>ИССЛЕДОВАНИЯ СТРАТОТИПОВ ЮРЫ ГОРНОГО КРЫМА .....  | 11 |
| <i>Кривошея В.А.</i><br>ГЕОФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА<br>ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ – СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ .....   | 20 |
| <i>Кривошея В.О.</i><br>ВІДКРИТТЯ НОВИХ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ<br>ПОКЛАДІВ НА ВЕСНЯНСЬКОМУ НГКР .....   | 23 |
| <i>Лур'є А.Й., Абелєнцев В.М., Міщенко Л.О.</i><br>ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БАГАТО ПЛАСТОВИХ РОДОВИЩ<br>ВУГЛЕВОДНІВ ЯК ОСНОВА ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ЇХ ДОРОЗВІДКИ .....  | 27 |
| <i>Матвеев А.В.</i><br>ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ<br>ИЗВЕСТКОВОГО НАНОПЛАНКТОНА В ПОЗДНЕМ МЕЛУ ЮГА УКРАИНЫ .....  | 31 |
| <i>Прибилова В.М.</i><br>ПІДЗЕМНІ ВОДНІ РЕСУРСИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА<br>СТРАТЕГІЯ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ .....  | 37 |
| <i>Самойлов В.В.</i><br>ГЕОТЕРМОБАРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БОРИСІВСЬКОГО РОДОВИЩА<br>ТА ЇХ ВРАХУВАННЯ ПРИ ПІДРАХУНКУ ЗАПАСІВ ГАЗУ .....  | 45 |
| <i>Svyatenko G.E., Petlica, V.V., Spichakova U.M.</i><br>GEOLOGIC STRUCTURE AND NEW STRATIGRAPHIC COMPLEXES<br>HYDROCARBON-BEARING PERSPECTIVES OF EASTERN POLTAVA FIELD .....                                | 50 |
| <i>Стебельська Г.Я.</i><br>ГЕОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВІДКИ ТА РОЗРОБКИ<br>ПОКЛАДІВ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ НАФТ ТА ПРИРОДНИХ БІТУМІВ .....   | 53 |
| <i>Стефанский В.Л.</i><br>ТАФНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАНДРЫКОВСКИХ<br>СЛОЕВ ВЕРХНЕГО ЭОЦЕНА (г. ДНЕПРОПЕТРОВСК, УКРАИНА) .....  | 58 |
| <i>Суярко В.Г., Сухов В.В.</i><br>КОНЦЕПТУАЛЬНА СИНЕРГЕТИЧНА ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНА<br>МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ СУФОЗІЇ ТА КАРСТУ У КАРБОНАТНИХ<br>ПОРОДАХ НА ТЕРИТОРІЇ СВЯТОГІРСЬКОГО МОНАСТІРЯ .....                | 63 |
| <i>Suyarko V.G., Yakymenko Ju.V., Ishenko L.V.</i><br>FEATURES OF GEOLOGICAL STRUCTURE AND PROSPECTS<br>OF GAS CONTENT IN ZMIV BASEMENT LEDGE .....   | 69 |
| <i>Трохименко Г.Л., Височанський І.В., Святенко Г.Є.</i><br>МЕЗОЗОЙ ДДЗ: ПЕРСПЕКТИВИ, МЕТОДИ<br>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ .....   | 72 |
| <i>Хроль В.В.</i><br>ВИЯВЛЕННЯ ПЛАСТІВ-КОЛЕКТОРІВ ЗА ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ<br>ДОСЛІДЖЕННЯМИ В МАЛОПОТУЖНИХ ПІСКОВИКАХ НА ПРИКЛАДІ РОДОВИЩ<br>ПІВДЕННОЇ ПРИБОРТОВОЇ ЗОНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ ..... | 81 |
| <i>Chornenkyi R.V.</i><br>CLARIFICATION INDICATORS OF DEVELOPMENT OF VILHIVSKYI'S<br>CONDENSATE FIELD BY FALLING RESERVOIR PRESSURE .....   | 84 |

## ГЕОГРАФІЯ

*Kobchenko Yu.F., Kobchenko O.Yu.*

SPACE-TIME TENDENCIES OF AIR TEMPERATURE CHANGE  
IN CLIMATE WARMING PERIOD IN THE TERRITORY OF UKRAINE ..... 88

*Niemets K.A., Mazurova A.V.*

ENVIRONMENT AS A FACTOR OF THE SPATIAL ORGANIZATIONS  
OF THE BIG CITY (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KHARKIV) ..... 95

*Овчарук В.А., Прокофьев О.М., Тодорова Е.И.*

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАВОДКОВ  
ТЕПЛОГО ПЕРИОДА НА РЕКАХ ГОРНОГО КРЫМА ..... 99

*Chervanyov I.G., Karasiov O.O.*

THE INTANGIBLE NATURAL RESOURCES (INR) ON ASPECTS OF NATURAL  
CAPITAL OF NEW-GEOGRAPHY: SOME PERSPECTIVES FOR UKRAINE ..... 106

## ЕКОЛОГІЯ

*Амджади Азиз, Чомко Ф.В., Носик Д.Ю.*

ПРИМЕНЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО  
ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ВОДЫ ГРУНТОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА  
ХОРРАМАБАДСКОЙ И ШИРАЗСКОЙ МЕЖГОРНЫХ ВПАДИН ..... 111

*Брикс А.Л., Гаврилюк Р.Б.*

ТРАНСФОРМАЦІЯ СКУПЧЕНЬ ЛЕГКИХ НАФТОПРОДУКТІВ,  
ЗАБРУДНЮЮЧИХ ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ..... 116

*Касимов А.М. Удалов И.В., Кононенко А.В.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ЦЕННЫХ  
КОМПОНЕНТОВ ИЗ КРУПНОТОННАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ..... 124

*Кошлякова Т.О.*

ОЦІНКА УРАЗЛИВОСТІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД  
СЕНОМАН-КЕЛОВЕЙСЬКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСУ  
В м. КИСВІ ЗА ІЗОТОПНО-РАДІОХІМІЧНИМИ ДАНИМИ ..... 130

*Chervanyov I.G., Burdun I.K.*

GEOECOLOGICAL MONITORING OF DANGEROUS LOCAL  
GEOCHEMICAL OBJECTS IN URBAN ENVIRONMENT BY REMOTE SENSING ..... 134

*Chervanyov I.G., Varyvoda Ye.O.*

APPLICATION OF GEOECOLOGICAL VULNERABILITY  
ASSESSMENT TO PREVENTION OF EMERGENCIES ..... 138

## ХРОНІКА

ПАМ'ЯТИ ПРОФЕССОРА Г. В. КАРПОВОЙ ..... 143

ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ РЕМИЗОВ (К столетию со дня рождения) ..... 145

ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ МАКРІДІН (До століття з дня народження) ..... 147

РЕФЕРАТИ ..... 149

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ,  
ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО «ВІСНИКА ХАРКІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ» ..... 172



## C O N T E N T

### GEOLOGY

|   |   |    |
|---|---|----|
| <i>Abelencev V.M., Susyak T.Ya.</i>                       | CONDITIONS OF TRAPPED GAS ACCUMULATIONS<br>IN THE COURSE OF SELECTIVE FLOODING OF DEPOSITS .....  | 7  |
| <i>Anfimova G.V.</i>                                      | THE STATE OF KNOWLEDGE AND RESEARCH PROBLEMS<br>OF THE MOUNT CRIMEA JURASSIC STRATOTYPES .....  | 11 |
| <i>Krivosheja V.O.</i>                                    | GEOFLUIDODYNAMIC SYSTEM OF<br>THE DNIEPER-DONETS BASIN – FORMATION AND DEVELOPMENT .....  | 20 |
| <i>Krivosheja V.O.</i>                                    | DISCOVERY OF NEW GAZ AND CONDENSATE BEDS ON VESNYNSK DEPOSIT .....  | 23 |
| <i>Lurye A.I., Abelentsev V.M., Mishchenko L.O.</i>       | GEOLOGIC FEATURES OF MULTILAYER HYDROCARBON FIELDS<br>AS BASIC DEFINITION OF CRITERIA FOR ADDITIONAL EXPLORATION .....  | 27 |
| <i>Matveyev A.V.</i>                                      | PALEO GEOGRAPHIC ANALYSIS OF CALCAREOUS NANNOPLANKTON<br>DISTRIBUTION IN LATE CRETACEOUS OF SOUTHERN UKRAINE .....  | 31 |
| <i>Pribilova V.N.</i>                                     | UNDERGROUND WATER RESOURCES OF KHARKIV REGION AND<br>STRATEGY OF THEIR USE FOR WATER SUPPLY OF THE POPULATION .....   | 37 |
| <i>Samoylov V.V.</i>                                      | GEOTHERMOBARIC FEATURES OF BORYSIVSKY FIELD<br>AND THEIR CONSIDERATION IN GAS RESERVES CALCULATION .....  | 45 |
| <i>Svyatenko G.E., Petlica, V.V., Spichakova U.M.</i>     | GEOLOGIC STRUCTURE AND NEW STRATIGRAPHIC COMPLEXES<br>HYDROCARBON-BEARING PERSPECTIVES OF EASTERN POLTAVA FIELD .....   | 50 |
| <i>Stebelska H.Ya.</i>                                    | GEOLOGIC CONDITIONS OF PROSPECTING AND<br>DEVELOPMENT OF HIGH VISCOCITY OILS AND NATURAL BITUMEN .....  | 53 |
| <i>Stefanskyi V.L.</i>                                    | TAPHONOMICAL FEATURES OF THE UPPER EOCENIAN FAUNAL<br>COMPLEX FROM MANDRYKIVKA BEDS (DNIPROPETROVSK, UKRAINE) .....   | 58 |
| <i>Suyarko V.G., Sukhov V.V.</i>                          | CONCEPTUAL SYNERGETIC GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL MODEL<br>OF SUFFUSION AND KARST DEVELOPMENT IN CARBONATE ROCKS<br>ON THE TERRITORY OF SVYATOGIRSK MONASTERY .....              | 63 |
| <i>Suyarko V.G., Yakymenko Ju.V., Ishenko L.V.</i>        | FEATURES OF GEOLOGICAL STRUCTURE AND PROSPECTS<br>OF GAS CONTENT IN ZMIIV BASEMENT LEDGE .....  | 69 |
| <i>Trokhymenko G.L., Vysochansky I.V., Svyatenko G.E.</i> | MESOZOIC SYSTEM OF DDD: PERSPECTIVES, EXPLORATION<br>AND OIL AND GAS BEARING ESTIMATION METHODS .....   | 72 |
| <i>Khrol V.V.</i>   | IDENTIFYING RESERVOIRS FOR GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL<br>RESEARCH IN THE THIN SANDSTONES ON THE EXAMPLE OF<br>THE SOUTHERN ZONE DEPOSITS IN THE BORDER DNIEPER-DONETS BASIN ..... | 81 |
| <i>Chornenkyi R.V.</i>                                    | CLARIFICATION OF VILHIVSKYI'S CONDENSATE FIELD DEVELOPMENT<br>INDICATORS BY THE METHOD OF RESERVOIR PRESSURE DROP .....   | 84 |

## GEOGRAPHY

|  |     |
|--|-----|
| <i>Kobchenko Yu.F., Kobchenko O.Yu.</i><br>SPACE-TIME TENDENCIES OF AIR TEMPERATURE CHANGE<br>IN CLIMATE WARMING PERIOD IN THE TERRITORY OF UKRAINE .....              | 88  |
| <i>Niemets K.A., Mazurova A.V.</i><br>ENVIRONMENT AS A FACTOR OF THE SPATIAL ORGANIZATIONS<br>OF THE BIG CITY (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KHARKIV) .....            | 95  |
| <i>Ovcharuk V.A., Prokofiev O.M., Todorova E.I.</i><br>FORMATION FEATURES OF WARM PERIOD<br>FLOODS ON THE RIVERS OF MOUNTAIN CRIMEA .....                              | 99  |
| <i>Chervanyov I.G., Karasiov O.O.</i><br>THE INTANGIBLE NATURAL RESOURCES (INR) ON ASPECTS OF NATURAL<br>CAPITAL OF NEW-GEOGRAPHY: SOME PERSPECTIVES FOR UKRAINE ..... | 106 |

## ECOLOGY

|   |     |
|---|-----|
| <i>Amjadi Aziz, Tchomko F.V., Nosik D.Yu.</i><br>USE OF STOCHASTIC MODEL FOR A LONG-TERM FORECAST<br>OF WATER QUALITY FROM GROUNDWATER AQUIFER<br>OF KHORRAMABAD AND SHIRAZ INTERMOUNTAIN BASINS .....                | 111 |
| <i>Bricks A.L., Havryliuk R.B.</i><br>TRANSFORMATION OF LIGHT HYDROCARBON ACCUMULATIONS<br>THAT POLLUTE THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT .....  | 116 |
| <i>Kasimov A.M., Udalov I.V., Kononenko A.V.</i><br>TECHNICAL AND ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PERFORMANCE<br>OF ADVANCED TECHNOLOGIES UTILIZATION OF VALUABLE<br>COMPONENTS FROM LARGE-CAPACITY INDUSTRIAL WASTE ..... | 124 |
| <i>Koshliakova T.A.</i><br>ESTIMATION OF CENOMANIAN-CALLOVIAN GROUNDWATER<br>COMPLEX OF POTABLE WATER VULNERABILITY IN KYIV<br>BASED ON ISOTOPE-RADIOCHEMICAL DATA .....  | 130 |
| <i>Chervanyov I.G., Burdun I.K.</i><br>GEOECOLOGICAL MONITORING OF DANGEROUS LOCAL<br>GEOCHEMICAL OBJECTS IN URBAN ENVIRONMENT BY REMOTE SENSING .....  | 134 |
| <i>Chervanyov I.G., Varyvoda Ye.O.</i><br>APPLICATION OF GEOECOLOGICAL VULNERABILITY<br>ASSESSMENT TO PREVENTION OF EMERGENCIES .....   | 138 |

## CHRONICLE

|  |     |
|--|-----|
| IN MEMORY OF PROFESSOR G. V. KARPOVA .....                         | 143 |
| IGOR NIKOLAYEVICH REMIZOV (to the centenary of his birth) .....    | 145 |
| VOLODYMYR PETROVICH MAKRIDIN (to the centenary of his birth) ..... | 147 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| ABSTRACTS ..... | 149 |
|-----------------|-----|

|  |     |
|--|-----|
| REQUIREMENTS TO THE MATERIALS SUBMITTED TO<br>THE “VISNYK OF V.N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY” ..... | 172 |
|--|-----|

# ГЕОЛОГІЯ

УДК 622.279.23/4

\*В.М. Абеленцев, к.геол.н., зав. сектором,

\*Т.Я. Сусяк, інженер-технолог I кат.,

\*Український науково-дослідний інститут природних газів

## УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ЗАЩЕМЛЕНИХ ГАЗОВИХ СКУПЧЕНЬ В ПРОЦЕСІ ВИБІРКОВОГО ОБВОДНЕННЯ ПОКЛАДІВ

В даній статті авторами проаналізовано механізм защемлення пластового газу в обводнених ділянках покладів в умовах прояву водонапірного режиму при надходженні пластової води у газонасичені порові об'єми. Встановлено, що механізм защемлення скупчень газу за рахунок підйому рівня газоводяного контакту та за вибірковою обводненням принципово відрізняються об'ємами заблокованого газу, швидкостями утворення та підходом до його вилучення. Зроблено висновок, що саме при вибіркового впровадженні пластової води розповсюджене негативне явище защемлення скупчень газу, які за об'ємом можуть бути рівнозначними промисловим покладам.

Запропоновано заблоковані об'єми газу, утворені за рахунок вибіркового обводнення, називати гідродинамічно-защемленими скупченнями газу. Досліджено умови їх формування на базі вивчення процесів вибіркового обводнення покладів Тимофіївського, Котелевського, Березівського та інших родовищ. Виходячи з особливостей утворення гідродинамічно-защемлених скупчень газу за рахунок вибіркового обводнення, пропонується в кожному окремому випадку по розрізу покладів визначити необхідні газонасичені інтервали та випробувати їх з метою подальшого вилучення безводного газу.

**Ключові слова:** защемлений газ, вибіркоче обводнення, поклади вуглеводнів.

**В.М. Абеленцев, Т.Я. Сусяк. УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАЩЕМЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ СКОПЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ОБВОДНЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ.** В данной статье авторами проанализирован механизм защемления пластового газа в обводненных участках залежей в условиях проявления водонапорного режима при поступлении пластовой воды в газонасыщенные поровые объемы. Установлено, что механизм защемления скоплений газа за счет подъема уровня газоводяного контакта и избирательным обводнением принципиально отличаются объемами заблокированного газа, скоростями образования и подходом к его изъятию. Сделан вывод, что именно при избирательном внедрении пластовой воды распространено негативное явление защемления скоплений газа, которые по объему могут быть равнозначными промышленным залежам.

Предложено, заблокированные объемы газа, образованные за счет избирательного обводнения, называть гидродинамически-защемленными скоплениями газа. Исследованы условия их формирования на базе изучения процессов избирательного обводнения залежей Тимофеевского, Котелевского, Березовского и других месторождений. Исходя из особенностей образования гидродинамически-защемленных скоплений газа за счет избирательного обводнения, предлагается в каждом конкретном случае по разрезу залежей определять необходимые газонасыщенные интервалы опробовать их с целью последующего извлечения безводного газа.

**Ключевые слова:** защемленный газ, избирательное обводнение, залежи углеводородов.

При розробці покладів ВВ в умовах прояву водонапірного режиму при надходженні (впровадженні) пластової води у газонасичені порові об'єми виникає явище защемлення пластового газу в обводнених ділянках. Наслідком даного ефекту є втрата значних об'ємів дренажних запасів, які не приймають участь в розробці покладу, тобто при певних пластових умовах стають невидобувними. Тому проблема встановлення механізму виникнення защемлених газових скупчень та локалізація їх об'ємів у покладі викликає значний практичний інтерес.

Ефективні газонасичені порові об'єми покладів вуглеводнів завжди є незрівнянно меншими відносно порового об'єму водоносного комплексу, який вміщує поклади. В процесі розробки покладів, видобутку певних об'ємів вуглеводнів, з часом відбувається поступове зниження пластових тисків у покладах, що призводить до порушення природної гідродинамічної рівноваги в системі водоносний комплекс-поклад. Відповідно, вагомий енергетичний потенціал водоносного комплексу з початковими

пластовими тисками (гідростатичними або аномально високими) починає реагувати, з різною ступенню інтенсивності, на зниження тисків у покладах. За рахунок перепадів пластових тисків у водоносному комплексі (початковий тиск) та у покладі, що перебуває у розробці (поточний тиск), пластова вода починає надходити в поклад і замінювати частину раніше газонасиченого порового об'єму. Тому, є природною причиною поява пластової води в покладах за механізмом фронтального підйому флюїдо-розділів ГВК, конусоутворення та вибіркового, того що випереджує підйом контакту, обводнення по найбільш проникних прошарках малої, як правило, товщини [3].

При будь-якому механізмі надходження пластової води в поклади природним є утворення в обводнених зонах ділянок з певними об'ємами защемленого газу.

**Класичне уявлення про механізм защемлення газових скупчень.**

В обводненій зоні покладу розрізняють [1,2] мікро- та макрозащемлений газ. Мікроза-

щемлений газ знаходиться в поровому середовищі у диспергованому стані, у вигляді окремих роз'єднаних бульбашок. Мікрозащемлення газу відбувається через неповне витіснення газу водою через неоднорідну структуру порового простору.

Макрозащемлений газ [1] знаходиться в поровому середовищі у вигляді «ціликів» в окремих низькопроникних і слабкодренованих ділянках пласта з початковою газонасиченістю, які вода обійшла внаслідок неоднорідної будови продуктивних відкладів і нерівномірного розміщення видобувних свердловин.

Об'єми защемленого газу характеризуються коефіцієнтом залишкової газонасиченості в обводненій зоні. Відсоток защемленого газу залежить від ряду геологічних факторів (в першу чергу пористість, проникність, неоднорідність пласта), а також від темпу і рівномірності відбору газу за площею. На механізм защемлення газу впливають в основному два процеси: на мікрорівні – защемлення газу в окремих порах (при цьому ключову роль відіграє геометрія пор і капілярні сили) і защемлення газу на макрорівні.

З аналізу літературних джерел [1, 2], в яких розглянуто як природні, так і лабораторні дослідження заміщення газонасичених порових об'ємів водонасиченими, слідує, що механізм утворення защемлених скупчень газу характеризується наступними основними фізико-літологічними закономірностями:

- при різних тисках, температурах і швидкостях закачування води, коефіцієнт залишкової газонасиченості для різних типів порід змінюється від 0,16 до 0,5 ;

- швидкість підйому ГВК практично не впливає на коефіцієнт залишкової газонасиченості;

- коефіцієнт залишкової газонасиченості суттєво залежить від початкової газонасиченості порового середовища;

- коефіцієнт залишкової газонасиченості зменшується із ростом відношення коефіцієнту динамічної в'язкості пластової води та газу;

- чим менша абсолютна проникність порового середовища, чим менше значення початкової газонасиченості, тим більший коефіцієнт залишкової газонасиченості;

- не виявлено залежності коефіцієнта залишкової газонасиченості від температури;

- залежності коефіцієнтів витіснення газу водою і залишкової газонасиченості від тиску (в дослідженому діапазоні його зміни від 0 до 200 кгс/см<sup>2</sup>) не встановлені;

- експериментальні дані з витіснення газу водою свідчать про відсутність універсальних

кореляційних залежностей між коефіцієнтом залишкової газонасиченості і петрофізичними характеристиками гірських порід: коефіцієнтами пористості і проникності і середнім радіусом порових каналів;

- результати досліджень з витіснення газу водою з гідрофільних пористих середовищ дозволяють зробити висновок про незалежність коефіцієнта газовіддачі від швидкості витіснення для всіх можливих на практиці меж її зміни.

З проведеного аналізу літературних джерел щодо механізму утворення скупчень защемленого газу, можна зробити наступний висновок: дослідниками розглядалися лише процеси фронтального поршневого витіснення газу пластовою водою за рахунок підйому рівня ГВК. Аналогічні умови імітувались і при лабораторних дослідженнях.

Згідно досліджень механізму надходження пластової води у свердловини та поклади основних родовищ ДДз [3, 4], встановлено, що найбільш розповсюдженим та найнебезпечнішим в процесі розробки родовища є обводнення продуктивних горизонтів за вибірковим механізмом.

#### **Умови виникнення гідродинамічно-защемлених газових скупчень в процесі вибіркового обводнення покладів.**

Авторами проведено дослідження обводнення покладів ВВ за вибірковим механізмом багатьох родовищ ДДз, на підставі яких зроблено висновок, що саме при вибіркового впровадженні пластової води розповсюджене негативне явище защемлення скупчень газу, які за об'ємом можуть бути рівнозначними промисловим покладам. Підкреслимо, що у літературі в основному досліджено процес защемлення «ціликів» газу при фронтальному підйомі ГВК, але ми розглянемо саме защемлення газу вибірковими водними потоками.

Умови виникнення защемлених газових скупчень обумовлені наступними особливостями механізму вибіркового обводнення покладів:

- вибірковий потік пластової води рухається по малопотужних (1-5 м) прошарках і займає 5-10 % ефективної товщини пласта, які при цьому характеризуються максимальними значеннями коефіцієнтів пористості та проникності;

- підйом газоводяних контактів (ГВК) покладів, що знаходяться в розробці 10-20 років, не перевищує 10-30 м при висоті покладів 100-150 м, а вибірковий потік пластової води може досягнути стовбурів експлуатаційних свердловин, навіть присклепінних;

- швидкість руху вибіркових потоків пластової води у глибину покладів дуже висока і

складає у середньому 10-20 метрів на місяць, при тому, що швидкість руху пластової води в зоні ГВК коливається в межах 0,2-0,6 м/міс;

- за рахунок особливостей прояву механізму вибіркового надходження пластової води в обводнених ділянках покладу встановлено ефект диференціації пластових флюїдів в об'ємі покладу, який полягає в тому, що поточний ефективний газонасичений поровий об'єм складає 80-95% і лише 5-20% об'єму середовища зайнято пластовою водою;

- при вибіркового механізмі обводнення об'єми пластової води, що впроваджується в ефективний газонасичений поровий об'єм незначні, порівняно з підйомом ГВК, але при цьому площа обводнених ділянок покладу в рази більша;

- обводнення покладів контролюється змочувальними властивостями порового середовища – гідрофобні або частково гідрофобізовані порові середовища мають природну схильність до обводнення за вибірковим механізмом.

Вищеперелічені особливості прояву вибіркового обводнення покладів створюють умови для блокування значних об'ємів газу. Вже на початкових стадіях розробки при зниженні пластового тиску по малопотужних високопроникних прошарках по розрізу та площі покладів впроваджуються вибіркові водні потоки. Вони розсікають початковий газонасичений поровий об'єм на декілька, в різній степені гідродинамічно-ізолюваних, об'ємів. Тобто створюється гідродинамічна макронеоднорідність мегаоб'ємів покладу, яка полягає в тому, що поточний ефективний газонасичений поровий об'єм складає 80-95% і лише 5-20% об'єму середовища зайнято пластовою водою. За рахунок шаруватості (мінливості) порового середовища в певних зонах пласта-колектора спостерігаються «літологічні вікна» (непроникні прошарки виклинюються), внаслідок цього вище- та нижчезалягаючі по розрізу вибіркові водні потоки з'єднуються і виникає ефект відсікання та блокування значних об'ємів газу пластовою водою. Об'єми дренажних свердловинами запасів газу покладів різко зменшується, що знаходить своє відображення на залежностях приведених пластових тисків (стрибокподібне зниження) від видобутку газу. Наслідком даного ефекту є втрата значних об'ємів дренажних запасів, які не приймають участь в розробці покладу, тобто при певних пластових тисках стають невидобувними (див. рис. 1).

На відміну від класичного механізму утворення «ціликів» газу за рахунок підйому ГВК, за механізмом защемлення вільного газу при вибіркового обводненні утворюються значні

об'єми, що рівноцінні промисловим покладам.

Пропонуємо заблоковані недреновані об'єми газу, утворені за рахунок вибіркового обводнення, називати гідродинамічно-защемленими скупченнями газу. Такі защемлені об'єми газу перебувають у вільному газоподібному стані та гідродинамічно зв'язані, що має вагоме практичне значення.

Умови формування значних гідродинамічно-защемлених газових скупчень встановлювались на базі дослідження процесів вибіркового обводнення покладів ВВ Тимофіївського, Котелевського, Березівського та інших родовищ. Зроблено висновок, що механізм утворення значних защемлених газових скупчень на даних родовищах приблизно ідентичний.

За результатами промислових ГДС-К по площі покладів зафіксовано від чотирьох (гор. С-5 Березівського ГКР) до дванадцяти (гор. Т-1 Тимофіївського та гор. С-5 Котелевського родовища) ділянок, обводнених вибірковими водними потоками. За рахунок шаруватості (мінливості) порового середовища встановлені «літологічні вікна»: у гор. Т-1 Тимофіївського НГКР в районах св. 73, 75, 90 та св. 82, 92, 93; у гор. С-5 Котелевського ГКР – в районах св. 85, 97, 101 та св. 20, 168, 172; у гор. С-5 Березівського родовища – в районах св. 106, 107.

Проведене оцінювання об'ємів гідродинамічно-защемлених скупчень газу свідчить, що в покладі гор. Т-1 Тимофіївського НГКР заблоковано близько 2,5 млрд м<sup>3</sup>; в покладі гор. С-5 Котелевського ГКР – 1,5 млрд м<sup>3</sup>; в покладі гор. С-5 Березівського ГКР – 0,7 млрд м<sup>3</sup>. Такі об'єми складають до 25-40% від загальних залишкових запасів покладів, що свідчить про доцільність проведення заходів по вилученню гідродинамічно-защемлених скупчень газу.

Класичним напрямком видобування макрозащемленого газу є буріння додаткових свердловин та пониження тиску в сусідніх обводнених ділянках пласта. В основу способу вторинного видобутку газу з обводнених пластів покладено припущення, що при зниженні тиску весь розширений газ набуває рухомості, мігрує у верхню частину структури та вилучається через склепінні свердловини. Тому основним способом вилучення ВВ на завершальній стадії розробки родовищ з водонапірним режимом пропонувалось застосування форсованого відбору газу та води шляхом експлуатації обводнених свердловин [1]. Однак дослідники вказують, що для буріння додаткових свердловин необхідно встановити розміщення защемлених газонасичених зон, що не завжди можливо, а також необхідні значні матеріальні витрати.

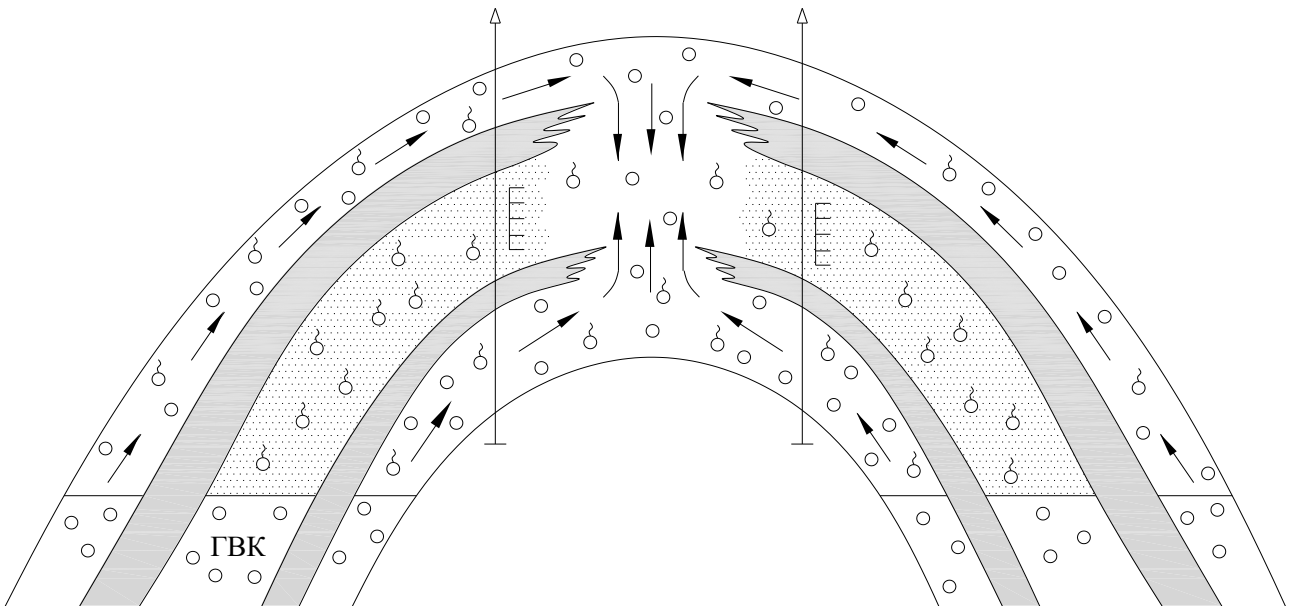
Як вказано раніше, за вибірковим механіз-

мом обводнюються лише окремі малопотужні високопроникні прошарки пластів-колеторів, при цьому більша частина продуктивного розрізу залишається газонасиченою, але відсіченою водними потоками від зони дренування. Виходячи з особливостей утворення гідродинамічно-защемлених скупчень газу за рахунок вибіркового обводнення, пропонується застосовувати інший підхід для їх вилучення.

Проведені авторами дослідження дії механізму вибіркового обводнення на багатьох родовищах ДДз [3,4,5] дозволяє оконтурити обводнені вибірково водними потоками ділянки покладу по площі і розрізу та встановити в них об'єми гідродинамічно-защемлених скупчень газу. Пропонується в кожному окремому

випадку визначити необхідні газонасичені інтервали та випробувати їх з метою подальшого вилучення безводного газу. Тобто немає необхідності буріння додаткових свердловин, а максимально ефективно використовувати діючий фонд.

З проведеного аналізу авторами зроблено висновок, що механізм защемлення скупчень газу за рахунок підйому рівня ГВК та за вибірково механізмом принципово відрізняються об'ємами, швидкостями утворення та підходом до їх вилучення. Тому в кожному конкретному покладі необхідно визначити механізм защемлення газу і відповідно обирати способи його розробки.



Умовні позначення:

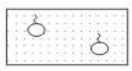
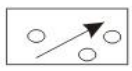

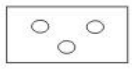

-  - гідродинамічно-защемлені скупчення газу
-  - інтервали обводнені вибірково водними потоками
-  - ущільнені прошарки
-  - водонасичені прошарки
-  - рекомендовані інтервали перфорації

Рис. 1. Схематичне зображення виникнення гідродинамічно-защемлених скупчень газу в процесі вибіркового обводнення покладів.

## Література

1. Кондрат, Р.М. Газоконденсатоотдача пластов. [Текст] / Р. М. Кондрат. – М. : Недра, 1992. – 255 с.
2. Ефремов, А.А. Явление зацементации пластового газа в обводняющихся газонасыщенных интервалах. [Текст] / А.А. Ефремов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ, 2014. – №1(103), выпуск 1. – Тюмень. – С. 11-19.
3. Абеленцев, В.М. Геологічні умови вилучення залишкових запасів і дорозвідки родовищ вуглеводнів північної приобтової зони Дніпровсько-Донецької западини [Текст] : монографія / В.М. Абеленцев, А.Й. Лур'є, Л.О. Міщенко. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 192 с. – Бібліогр.: с. 183–190. – ISBN 978-966-285-098-7.
4. Абеленцев, В.М. Щодо причин зародження та дії механізму вибіркового обводнення газоконденсатних покладів [Текст] / В.М. Абеленцев // Зб. наук. пр. Питання розв. газової пром-ті України. – Харків : УкрНДГаз, 2004. – Вип. 37. – С. 199-202.
5. Абеленцев, В.М. Особливості обводнення газоконденсатних та нафтових покладів родовищ Дніпровсько-Донецької западини [Текст] / В.М. Абеленцев, А.Й. Лур'є, М.Ю. Несстеренко // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «геологія-географія-екологія». – Харків, 2013. – № 1084, випуск 39. – С. 9-14.

УДК 551.76

**Г.В. Анфімова, м.н.с.,**  
 Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины

### СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРАТОТИПОВ ЮРЫ ГОРНОГО КРЫМА

На основе данных опубликованной литературы и производственных отчетов проведен анализ состояния изученности эталонных разрезов местных стратиграфических подразделений – свит, выделенных в юрских отложениях Горного Крыма. Прослежена история стратиграфического расчленения юрских отложений Горного Крыма. На многочисленных примерах стратиграфических исследований в Горном Крыму показано, что отсутствие ссылок на первичный конкретный разрез, выступающий в роли эталона вводимого подразделения, приводит к неоднозначности в трактовке местоположения разреза, а в некоторых случаях – объема и содержания стратона. Выделены четыре этапа в изучении стратотипов свит рассматриваемой территории. Для каждого этапа отмечены достижения и проблемы в исследовании эталонных разрезов. Представлены сводный стратиграфический разрез юрских отложений и схема размещения стратотипов юры Горного Крыма.

**Ключевые слова:** стратотип, свита, Горный Крым, юра, региональная стратиграфическая схема.

**Г.В. Анфімова. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТА ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТОТИПІВ ЮРИ ГІРСЬКОГО КРИМУ.** На основі даних опублікованої літератури і виробничих звітів проведено аналіз стану вивченості еталонних розрізів місцевих стратиграфічних підрозділів - свит, що виділені в юрських відкладах Гірського Криму. Простежено історію стратиграфічного поділу юрських відкладів Гірського Криму. На численних прикладах стратиграфічних досліджень в Гірському Криму показано, що відсутність посилань на первинний конкретний розріз, який виступає в ролі еталона підрозділу, що вводиться, призводить до неоднозначності у трактуванні місця розташування розрізу, а в деяких випадках – обсягу і змісту стратону. Виділено чотири етапи у вивченні стратотипів свит території, що розглядається. Для кожного етапу зазначені досягнення і проблеми в дослідженні еталонних розрізів. Представлено зведений стратиграфічний розріз юрських відкладів та схему розміщення стратотипів юри Гірського Криму.

**Ключові слова:** стратотип, свита, Гірський Крим, юра, регіональна стратиграфічна схема.

Стратотип – конкретний разрез, который выбран, описан и принят за эталон данного стратона. Данные, полученные в результате исследования эталонных разрезов, кладутся в основу построения местных и региональных стратиграфических схем, используются при составлении легенды геологических карт среднего и крупного масштабов. Кроме научно-практического значения, стратотипы играют важную дидактическую роль в процессе познания истории геологического развития территории и нередко входят в состав учебных полигонов геологических практик студентов. Стратотипы могут выступать также и в качестве объектов геологического туризма. Исходя из особых научного, познавательного и культурного (разрезы выделены и описаны исследователями) значений эталонных разрезов, представля-

ется правомерным их отнесение к объектам геологического наследия (ОГН).

В рамках выполнения научно-исследовательских работ по темам: «Природные геологические памятники и их представление в экспозиции Национального научно-природоведческого музея НАНУ» (2008-2011 гг.), «Создание литотеки венд-фанерозойских отложений Вольно-Подоллии и Крыма» (2012-2016 гг.) эталонные разрезы, в том числе, стратотипы юры Горного Крыма рассматриваются как ОГН: проводятся оценка уникальности, научной и образовательной ценности объектов, их ранжирование.

При проведении новых научно-исследовательских работ по доизучению какого-либо стратона, уточнению возраста слагающих его отложений, решения других задач, ис-

следователи в первую очередь обращаются к эталонному разрезу – стратотипу – как наиболее полно и информативно представляющему свой стратон. Другими словами, стратотип выступает отправной точкой научных исследований. Поэтому приобретают актуальность выяснение состояния изученности и проблем исследования вышеназванных объектов.

Объектом данной публикации являются эталонные разрезы юры Горного Крыма. Они представлены стратотипами свит, выделенные в данном регионе и возрастном диапазоне в количестве 29 единиц. Один из разрезов в Восточном Крыму, содержащий пограничные юра – мел отложения, рассматривается исследователями как претендующий на роль стратотипа границы юра – мел.

Цель работы – дать оценку состояния изученности стратотипов юры Горного Крыма, выявить проблемы их исследования.

#### **Изложение основного материала.**

Изучение стратиграфии юрских отложений Горного Крыма берёт своё начало в 20-е гг. XIX в. К началу XX в. в юрских отложениях Горного Крыма было принято различать три отдела: 1) нижний (лейас) (глинисто-сланцевая формация); 2) средний (песчано-конгломератовая формация); 3) верхний (известняковая формация) [15]. Важный этап в изучении стратиграфии Горного Крыма связан с деятельностью Геологического Комитета, организовавшего работы по 10-вёрстной геологической съёмке в Горном Крыму. Эти работы проводились в 1899-1912 гг. К.К. Фохтом, А.А. Борисяком, В.М. Цебриковым, Н.И. Каракашем и др. В результате съёмки был уточнён возраст средне- и верхнеюрских отложений Горного Крыма, составлена его первая геологическая карта. К началу советского этапа в изучении стратиграфии Горного Крыма здесь были установлены ярусы и отделы средней, а также все ярусы верхней юры [11, 15]. Наиболее детальное изучение стратиграфии Горного Крыма приходится на советский период и связано с именами А.С. Моисеева (им разработана первая стратиграфическая схема нижнеюрских отложений (1929), Д.В. Соколова, С.Н. Михайловского, В.Ф. Пчелинцева, М.В. Муратова, Г.Ф. Вебер, Г.Я. Крымгольца, Ф.Ю. Левинсон-Лессинга и Е.Н. Дьяконовой-Савельевой, Г.А. Лычагина, Е.В. Краснова, Е.А. Успенской, В.В. Пермякова и др. Значительный вклад на этом этапе был внесён также благодаря геолого-разведочным и геолого-съёмочным работам, охватившим всю территорию Горного Крыма.

Согласно традиционным представлениям о геологии Горного Крыма, породы нижнего и

среднего отделов юрской системы принимают участие в строении основных структурных элементов внутренней части Горно-Крымского складчато-надвигового сооружения. Верхнеюрские отложения, а также породы нижнего мела слагают собственно структуру Горно-Крымского складчато-надвигового сооружения [5]. Отложения юры в Горном Крыму отличаются значительной мощностью и пестротой фациального состава: известняково-рифовые, грубообломочные, песчано-угленосные, известняково-флишево-конгломератовые, туфолововые, глинистые [3].

В настоящее время отдельными украинскими исследователями высказывается альтернативная точка зрения на стратиграфию Горного Крыма. Так, И.В. Попадюк и др. на основе данных, полученных в результате исследований в разрезах микрофауны, возраст отложений Горного Крыма, традиционно относимых к нижней – средней юре, принимают за нижний мел (альб) [13].

Принимая во внимание все существующие взгляды на проблемы стратиграфии Горного Крыма, мы придерживаемся общепринятой точки зрения, изложенной в Пояснительной записке к крымской серии Государственной геологической карты Украины – 200 [4, 5].

Особенностью изучения стратиграфии юрских отложений Горного Крыма является то, что здесь сначала были установлены подразделения общей стратиграфической шкалы – ярусы, стратотипы которых находятся за пределами Горного Крыма. Большая фациальная изменчивость юрских отложений побудила исследователей к выделению здесь местных стратиграфических подразделений – свит.

В исследовании стратотипов свит можно наметить следующие этапы:

1) 20-е – 60-е гг. На данном этапе А.С. Моисеевым выделены эски-ординская (1932, 1939), бешуйская (1929), ай-васильская (1930) свиты, М.В. Муратовым – карадагская вулканическая серия, янышарский горизонт (1937), битакская, судакская свиты (1949), С.Н. Михайловским и В.Ф. Пчелинцевым – яйлинская серия (1932), В.Ф. Пчелинцевым – ялтинская (1962), деймен-деринская (описана под названием «карадагская» (1962), беденекырская (1962) свиты, Д.С. Кизевальтером и М.В. Муратовым – козская и туклукская свиты (1959) (ныне соответствуют нижней и верхней под-свитам манджильской свиты), Г.А. Лычагиным – свиты кизил-кая и эли (1962) (ныне соответствуют байдарской свите). Вводя в литературу стратиграфическое подразделение, авторы ограничивались его кратким описанием и не



давали указаний на конкретный разрез, выступающий для свиты в роли эталонного.

М.В. Муратов в 1949 г ввёл в литературу «мощную битакскую свиту конгломератов» [10], охарактеризовал её, однако описание стратотипа подразделения не представил. В дальнейшем разные исследователи составили описания различных разрезов свиты. Т.И. Добровольская, О.В. Снегирёва (1962) охарактеризовали разрез на правом берегу Салгир севернее с. Строгановка. В.И. Славин, В.Г. Чернов (1981) описали разрез свиты по левому берегу реки Большой Салгир от пос. Марьино до плотины Симферопольского водохранилища, затем по правому берегу реки севернее плотины. Авторы назвали разрез стратотипическим, хотя по своему происхождению обнажение является искусственным, образовавшимся в результате строительства водохранилища в 50-е гг. В.В. Пермяков, Б.П. Чайковский (1991) в качестве стратотипа свиты указывают разрез, находящийся на горе Мурункыр (к северо-востоку от с. Строгановка Симферопольского района).

Карадагская вулканическая серия была выделена М.В. Муратовым в 1937 г [9]. Район его исследований непосредственно на Карадаг не распространялся, а примыкал к нему с северо-востока и севера. Подробно изученный автором «янышарский» разрез характеризуется меньшей, по сравнению с Карадагской горной группой, мощностью вулканогенно-осадочной толщи и отсутствием лавовых пород. Стратиграфия Карадагской горной группы освещена И.Н. Ремизовым (1962). В производственном отчёте, подготовленном Н.Н. Новиком (1980) по результатам геологической съёмки в Восточном Крыму, в качестве стратотипа нижней подсвиты описан разрез на склонах горы Соиным-Бурну у пос. Рыбачье. Верхняя подсвита, наиболее полно обнажённая в Карадагской горной группе, разделена им на пять картируемых пачек. В производственном отчёте по составлению стратиграфической схемы и легенды для крупномасштабных геологических карт Горного Крыма, подготовленном М.В. Ваниной (1981), представлены послойные описания 1й, 2й и 4й пачек в ущелье Гяур-Бах Карадагской горной группы, выделенных ранее Н.Н. Новиком. В качестве эталонного разреза данного стратиграфического подразделения В.В. Пермяков, Б.П. Чайковский (1991) характеризуют разрез хребта Дракон в западной части Крымского Южного бережья [12].

Ай-васильскую свиту под названием «свита сланцев и песчаников» выделил А.С. Моисеев в 1930 г. у деревни Ай-Василь (ныне окраина Ялты) [8]. Описание одного из разрезов свиты

представлено Д.П. Стремоуховым (1894) в бухте Мегало-Яло. Разрез, изученный А.С. Моисеевым, к настоящему времени не сохранился в результате застройки. В качестве стратотипа М.В. Ванина (1981) характеризует разрез по долине Суаткан в окрестностях с. Богатое Ущелье Бахчисарайского р-на, Б.П. Чайковский в производственном отчёте по изучению опорных разрезов юрских отложений Горного Крыма (1990) – к северу от с. Путиловка Бахчисарайского р-на.

Судакская свита выделена М.В. Муратовым в 1949 г [10]. По определению автора, она представлена сланцеватыми глинами, глинистыми алевролитами с одиночными и колониальными кораллами, биогермными массивами. Отличительной чертой свиты, по замечанию М.В. Муратова, является резкое, на расстоянии нескольких метров, замещение рифовых известняков глинами и алевролитами. Возраст судакской свиты первоначально определялся не древнее верхнего оксфорда [11]. Характеризуя свиту, исследователь не даёт указания на конкретный разрез, выступивший для неё в роли эталонного. В крупных сводках по геологии и стратиграфии Крыма [2], [15] представлены краткие описания разрезов судакской свиты на склонах гор Перчем, Сандык-Кая, Караул-Оба, Сокол в окрестностях Судака. В 1937 г М.В. Муратовым выделен "янышарский горизонт", характеризующийся необычайной пестротой литологического состава, чрезвычайно быстрой изменчивостью фаций по простиранию, несогласным трансгрессивным залеганием на подстилающих отложениях, обилием фауны, незначительной мощностью (30-40 м) [2]. Разрез описан у подножия хребтов Биюк-Янышар и Кучук-Янышар в Янышарской бухте (Юго-Восточный Крым). Отложения "янышарского горизонта" датируются верхним келловеем. В настоящее время «янышарский горизонт» включён в состав нижней подсвиты судакской свиты. Возраст судакской свиты определяется диапазоном верхний келловей – нижний оксфорд [3], [12]. Из разрезов судакской свиты разными авторами впоследствии охарактеризованы: янышарский – М.В. Ваниной (1981), разрез в Копсельской балке – М.В. Ваниной (1981), Б.П. Чайковским (1990), разрез на западном склоне горы Перчем – Е.А. Успенской (1965), разрез в окрестностях Щебетовки – М.В. Ваниной (1981).

«Яйлинская серия» ( $J_3O_2-km_1$ ) для обозначения известняковой толщи в западной части Крымского Южного бережья выделена С.Н. Михайловским, В.Ф. Пчелинцевым в 1932 г [7]. Ялтинская свита ( $J_3tt_{1-2}$ ) для обозначения мер-

гельно-изестняковой толщи выделена В.Ф. Пчелинцевым в 1962 г [14]. Характеризуя эти подразделения, авторы приводят сведения об их распространении, литологических особенностях, дают подробную характеристику фауны. Являясь крупнейшим специалистом в области двустворчатых и брюхоногих моллюсков, В.Ф. Пчелинцев отмечает, что по богатству и разнообразию фауна рорака и секвана (подразделения, принятые в его работах, ныне соответствуют верхней части среднего оксфорда и верхнему оксфорду) Горного Крыма значительно превосходит соответствующую фауну Альп, Западной Европы, Кавказа и Средней Азии [14]. Описаний стратотипов подразделений авторы не представили. В дальнейшем эталонные разрезы подразделений были выбраны и изучены М.В. Ваниной (1981), Б.П. Чайковским (1990) на хребте Иограф, откуда Н.К. Овечкиным (1956) описаны аммониты нижнего кимериджа – титона.

Местоположение, объём, содержание эталонных разрезов бешуйской, деймен-деринской («карадагской» у В.Ф. Пчелинцева), беденекырской свит трактуются однозначно авторами, изучавшими эти подразделения.

По замечанию Г.Я. Крымгольца, «для единства трактовки, единства в понимании объёма и содержания данного стратиграфического подразделения необходимо исходить из строго определённых разрезов ...такими могут быть только разрезы, выделенные первыми, выделенные исследователем, установившим соответствующее подразделение» [6]. Вышеприведённые примеры демонстрируют, что на этапе 20-х – 60-х гг. отсутствие ссылок на первичный конкретный разрез, выступающего в роли эталона вводимого подразделения, приводит к неоднозначности в трактовке местоположения разреза, а в некоторых случаях – объёма и содержания стратона. Для таких подразделений, как ай-васильская, карадагская, судакская свиты, в настоящее время установлены неостратотипы.

2) 70-е – 80-е гг. Данный этап ознаменовался составлением первой региональной стратиграфической схемы юрских отложений, в основу которой легли результаты многолетних геолого-съёмочных работ. Региональная стратиграфическая схема юрских отложений Южно-Украинской нефтегазоносной области разработана коллективом учёных ИГН АН УССР совместно с сотрудниками «Крымгеологии» под редакцией Ю.В. Тесленко. В 1982 г схема утверждена Украинской региональной межведомственной стратиграфической комиссией, в 1984 г опубликована в монографии «Геология

шельфа УССР. Стратиграфия» [3]. В соответствии с ней, в Горном Крыму в отложениях **нижней – средней юры** выделены *эскиординская, битакская, ургулийская, бешуйская свиты*; **средней юры** – *карадагская свита*; **средней – верхней юры** – *ай-васильская, копсельская свиты*; **верхней юры**, а именно: в возрастных диапазонах **средний келловей – нижний оксфорд** вычленены *тапшанская, судакская свиты*, **средний оксфорд – нижний кимеридж**: *сухореченская, яйлинская, демерджийская, манджилская свиты*, **титон**: *деймен-деринская, ялтинская, хуторанская, байдарская, беденекырская, двуюкорная свиты*. Таким образом, наряду с ранее опубликованными стратиграфическими подразделениями, впервые введены в литературу 7 свит: ургулийская, копсельская, тапшанская, демерджийская, сухореченская, хуторанская, двуюкорная. Выделенные ранее Д.С. Кизевальтером и М.В. Муратовым (1959) козская и туклукская свиты объединены в манджилскую свиту в качестве её нижней и верхней подсвит, а свиты кизил-кая и эли, выделенные Г.А. Лычагиным (1962) – в байдарскую. Карадагская вулканическая серия М.В. Муратова (1937) переименована в карадагскую свиту, а «карадагская свита» В.Ф. Пчелинцева (1962) – в деймен-деринскую свиту. В этом сводном издании приведены сведения о географии стратон, их краткая литологическая и палеонтологическая характеристики. Стратотипы свит не охарактеризованы, их местоположение указано приблизительно, без чёткой географической привязки.

Описания стратотипов, либо разрезов, впоследствии выступивших в качестве эталонных, сосредоточены, главным образом, в фондовой литературе.

Название «ургулийская» применительно к толще переслаивания аргиллитов, алевролитов с редкими прослоями песчаников в балке Ургули был впервые предложен М.В. Чуриновым при изучении гидрогеологических и инженерно-геологических условий юго-западной части Горного Крыма в 1954 г. Термин был также использован С.В. Пивоваровым в ходе геологической съёмки масштаба 1: 25 000 в юго-западной части Горного Крыма в 1977 г.

Копсельская, манджилская, хуторанская, двуюкорная свиты выделены Н.Н. Новиком (1980) в ходе проведения геолого-съёмочных работ в восточной части Горного Крыма. Стратотипы выделенных свит характеризуются чёткой географической привязкой и подробно изучены Н.Н. Новиком (1980), М.В. Ваниной (1981).

«Конгломерато-песчаниковая» и «песчаниково-конгломератовая» толщи, ныне по своему содержанию соответствующие тапшанской и демерджийской свитам, выделены В.Г. Даниловым (1970) в ходе проведения геолого-съёмочных работ в центральной части Горного Крыма. Эталонные разрезы впервые изучены В.Г. Даниловым (1970), М.В. Ваниной (1981).

Сухореченская свита выделена при составлении региональной стратиграфической схемы юрских отложений Южно-Украинской нефтегазоносной области коллективом авторов под руководством Ю.В. Тесленко (1980). Стратотип свиты изучен М.В. Ваниной (1981) и В.И. Ивановым в ходе проведения геолого-съёмочных работ в Юго-Западном Крыму (1981).

Авторами подразделений в качестве эталонных выбирались, как правило, известные ранее, изученные в отношении ископаемой фауны, разрезы. Например, келловейская фауна из глинисто-песчаных отложений Копсельской долины изучалась Г. де Гелем (1843), А. Орбини (1845), Д.П. Стремоуховым (1916), А.Ф. Слудским (1917), К.А. Цитовичем (1912), Н.В. Безносковым (1958), Е.А. Успенской (1962, 1965, 1966), В.Ф. Пчелинцевым и др. Стратотип копсельской свиты установлен в Копсельской долине.

Информация о стратотипах, представленная в производственных отчётах, включает подробную литологическую характеристику эталонных разрезов. С точки зрения ископаемой фауны разрезы изучены недостаточно.

3) 90е – 1я половина 00х. В 1991 г. В.В. Пермяковым, М.Н. Пермяковой, Б.П. Чайковским предложена новая схема стратиграфического расчленения юрских отложений Горного Крыма [12]. Авторами схемы введены горизонты. Установленное ранее деление юрских отложений на свиты получило своё дальнейшее развитие. Впервые выделены 10 свит: *отрадненская, скалтурашинская, меллаская, бельбекская, приветненская, ставлухарская, айфокинская, гурзуфская, баш-пармахская, калафатларская свиты*. Уточнён возраст ранее выделенных свит. Осуществлена корреляция свит. Деление на горизонты, которыми определяются возраст и коррелируются сменяющие друг друга в пространстве свиты, приведено в таблице 1.

В.В. Пермяковым и Б.П. Чайковским также предложена схема структурно-фациального районирования. Согласно схеме, в Горном Крыму выделены Западный и Восточный структурно-фациальные районы (СФР). В Западном СФР вычленены Сухореченско-Байдар-

Таблица 1

Деление на горизонты и свиты юрских отложений Горного Крыма по В.В. Пермякову, Б.П. Чайковскому, 1991

| Горизонт       | Возрастной интервал   | Свиты  |
|----------------|---|--|
| Беденекырский  | J <sub>3</sub> tt <sub>3</sub> – K <sub>1</sub> b             | калафатларская (J <sub>3</sub> tt <sub>3</sub> ), верхняя подсвита деймен-деринской свиты (J <sub>3</sub> tt <sub>3</sub> ), беденекырская, байдарская, двуюкорная   |
| Ялтинский      | J <sub>3</sub> tt <sub>1-2</sub>                              | нижняя подсвита деймен-деринской свиты, ялтинская, хуторанская   |
| Яйлинский      | J <sub>3</sub> o <sub>2</sub> -km <sub>1</sub>                | яйлинская, сухореченская, демерджийская, манджилъская  |
| Судакский      | J <sub>2</sub> k <sub>3</sub> – J <sub>3</sub> o <sub>1</sub> | гурзуфская, тапшанская, башпармахская (J <sub>2</sub> k <sub>2-3</sub> – J <sub>3</sub> o <sub>1</sub> ), судакская  |
| Копсельский    | J <sub>2</sub> bt <sub>2</sub> -k <sub>2</sub>                | ай-васильская (J <sub>2</sub> bt <sub>2</sub> -k <sub>1</sub> ), ставлухарская (J <sub>2</sub> bt <sub>2</sub> -k <sub>1-2</sub> ), айфокинская (J <sub>2</sub> bt <sub>2</sub> -k <sub>1-2</sub> ), копсельская (J <sub>2</sub> bt <sub>2</sub> -k <sub>2</sub> ) |
| Карадагский    | J <sub>2</sub> b <sub>2</sub> -bt <sub>1</sub>                | карадагская, меллаская, бельбекская, приветненская   |
| Битакский      | J <sub>1</sub> t <sub>1</sub> – J <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | отрадненская, бешуйская, битакская, ургулийская, скалтурашинская   |
| Эски-ординский | J <sub>1</sub> h <sub>2</sub> -t <sub>1</sub>                 | эски-ординская   |

ская и Ай-Петри-Бабуганская, а в Восточном – Демерджи-Карабийская и Судакско-Феодосийская структурно-фациальные зоны [12].

Изданию схемы предшествовали масштабные работы по изучению опорных разрезов юрских отложений Горного Крыма, проводимые в 1985-1990 гг. под руководством Б.П. Чайковского. В результате работ опорные разрезы, в т.ч.

стратотипы свит, были вновь изучены. Выделены и исследованы неостратотипы тех подразделений, первичные эталонные разрезы которых к настоящему времени не сохранились. Характеристики разрезов в производственном отчёте Б.П. Чайковского (1990) выполнены в соответствии с требованиями по изучению и описанию стратотипов и опорных стратиграфических раз-

резов, дополнены графическими материалами (стратиграфические колонки, чертежи) для каждого из объектов.

4) 2-я половина 00х – настоящее время. На данном этапе объём проводимых геологосъёмочных работ резко сокращается. Новых стратиграфических подразделений не выделено. Основным направлением проводимых работ является обобщение накопленной геологической информации. Ведётся подготовка к изданию крымской серии Государственной геологической карты Украины – 200. По интересующему региону и возрастному диапазону изданы в 2006 г. листы L-36-XXVIII (Евпатория), L-36-XXXIV (Севастополь), ответственный исполнитель Б.П. Чайковский, в 2008 г. – L-36-XXIX (Симферополь), L-36-XXXV (Ялта), ответственный исполнитель Л.А. Фиколина. Расчленение юрских отложений Горного Крыма, принятое в Государственной геологической карте Украины – 200, повторяет схему В.В. Пермякова, Б.П. Чайковского и представлено 8 горизонтами, 29 свитами. Однако схема структурно-фациального районирования несколько отличается от предложенной ранее вышеупомянутыми авторами. Ниже приведён сводный разрез юрских отложений Горного Крыма (таблица 2), составленный по материалам изданных листов карты.

Несмотря на обобщающий характер издания «Государственная геологическая карта Украины - 200», данные, представленные в нём, носят противоречивый характер. Приведём пример различной трактовки содержания бельбекской свиты в этом издании. Свита выделена В.В. Пермяковым и Б.П. Чайковским в ходе составления новой схемы стратиграфического расчленения юрских отложений Горного Крыма в 1991 г [12]. Б.П. Чайковским (1990) детально изучен стратотип свиты, расположенный в 2 км к северо-востоку от с. Плотинное в среднем течении р. Бельбек. Под бельбекской свитой авторы подразделения понимают флишеидное переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов с пачками песчаников и обугленными растительными остатками верхнего байоса и нижнего бата средней юры [12]. Так же трактуется бельбекская свита в Пояснительной записке к листам L-36-XXVIII (Евпатория), L-36-XXXIV (Севастополь) Государственной геологической карты Украины – 200, ответственный исполнитель Б.П. Чайковский [4]. Однако трактовка бельбекской свиты в Пояснительной записке к листам L-36-XXIX (Симферополь), L-36-XXXV (Ялта), ответственный исполнитель Л.А. Фиколина [5], той же Государственной

геологической карты Украины – 200, иная, нежели на листах Евпатория, Севастополь. Она соответствует бельбекской свите С.В. Пивоварова по результатам геологической съёмки масштаба 1: 25 000 в юго-западной части Горного Крыма, проведённой в 1977 г. Согласно Л.А. Фиколиной, последовавшей за С.В. Пивоваровым, бельбекская свита включает вулканогенно-осадочные образования верхнего байоса – нижнего бата средней юры. В качестве стратотипа указан разрез вулканогенно-осадочной толщи в верховьях Чуюн-Илги (верховья реки Кача) [5].

На данном временном интервале в результате исследований российских ученых (СПбГУ, ВНИГРИ, МГУ, Саратовский университет) получены данные о точном положении границы юра – мел в Восточном Крыму. Уточнены литологическая и биостратиграфическая характеристики разреза двужорной свиты. Сводный разрез свиты, включающий 23 пачки, описан В.В. Аркадьевым и др. по совокупности 4 разрезов, 2 из которых – в Двужорной бухте, 1 – в 1 км к юго-востоку от пос. Южное, 1 – на мысе Св. Ильи. Впервые проведены комплексное изучение его фауны, магнитостратиграфические исследования. По аммонитам В.В. Аркадьевым в Восточном Крыму впервые намечена граница между юрой и мелом внутри литологически однородной двужорной свиты. Интервал между уровнями находок позднеитонских и раннеберриасских аммонитов составляет не менее 40 м. [1]. Полученные результаты дают широкие возможности для корреляции разрезов в пределах области Тетис. По мнению отдельных исследователей, данный разрез может претендовать на роль стратотипа границы юра – мел.

Размещение эталонных разрезов юры Горного Крыма представлено на рис. 1.

#### **Выводы.**

Исходя из того, что стратотип – это первичный разрез, выделенный в качестве эталона исследователем, впервые установившим стратиграфическое подразделение, важно проследить и проанализировать историю изучения стратиграфических подразделений и конкретных разрезов, выступивших для них в роли эталонов, установив при этом точное местоположение последних.

Изучение стратиграфии юрских отложений Горного Крыма ведётся на протяжении почти 200 лет. Подразделения местной стратиграфической шкалы – свиты – выделены после установления ярусов. В изучении стратотипов свит прослеживаются несколько этапов.

Таблица 2

Сводный стратиграфический разрез юрских отложений Горного Крыма (составлен по материалам листов L-36-XXXIV (Севастополь), L-36-XXIX (Симферополь), L-36-XXXV (Ялта) Государственной геологической карты Украины – 200 (2006, 2008)

| Структурно-фациальные зоны                 |   |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
|--|---|---------------------------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Горизонты, свиты                           | Сухореченско-Байдарская   | Ай-Петри-Бабуганская            | Южная | Качинско-Салгирская | Альминская          | Битакская           | Юго-Восточная                |                                  |                               |
|  |   |                                 |       |                     |                     |                     | Демерджи-Карабийская подзона | Приветненско-Веселовская подзона | Судакско-Феодосийская подзона |
|  | Беденекырский горизонт ( $J_3\ tt_3 - K_1b$ )                   |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
|  | Деймендеринская свита, верхняя под-свита, кала-фатларская свита | Байдарская, беденекырская свиты |       |                     |                     |                     | Беденекырская свита          |                                  | Двужкорная свита              |
|  | Ялтинский горизонт ( $J_3\ tt_{1-2}$ )                          |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
|  | Деймендеринская свита, нижняя под-свита                         | Ялтинская свита                 |       |                     |                     |                     | Ялтинская свита              | Хуторанская свита                |                               |
|  | Яйлинский горизонт ( $J_3\ o_2-km_1$ )                          |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
|  | Сухореченская свита   | Яйлинская свита                 |       |                     |                     |                     | Демерджийская свита          | Манджилъская свита               |                               |
|  | Судакский горизонт ( $J_2\ k_3 - J_3o_1$ )                      |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
|  | Гурзуфская свита  |                                 |       |                     |                     |                     | Тапшанская свита             | Башпармахская свита              | Судакская свита               |
| Копсельский горизонт ( $J_2\ bt_2 - k_2$ ) |   |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
| Ай-васильская свита                        |   |                                 |       |                     |                     | Ставлухарская свита | Ай-Фокинская свита           | Копсельская свита                |                               |
| Карадагский горизонт ( $J_2b_2 - bt_1$ )   |   |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
| Карадагская, мелласская свиты              | Бельбекская свита   |                                 |       | Карадагская свита   | Приветненская свита |                     |                              |                                  |                               |
| Битакский горизонт ( $J_1t_1 - J_2b_1$ )   |   |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
|  | Отраденская, бешуйская свиты                                    |                                 |       |                     | Ургулийская свита   | Битакская свита     | Скалтурашинская свита        |                                  |                               |
| Эски-ординский горизонт ( $J_1h_2 - t_1$ ) |   |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |
|  | Эски-ординская свита  |                                 |       |                     |                     |                     |                              |                                  |                               |

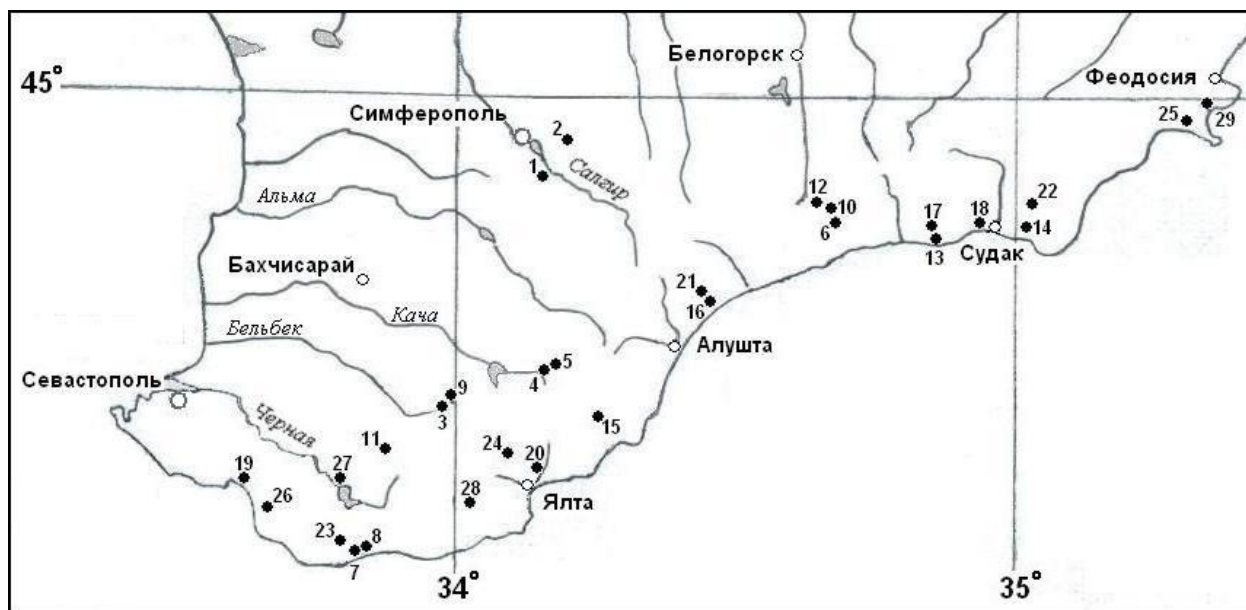


Рис. 1. Схема размещения эталонных разрезов юры Горного Крыма:

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) стратотип эски-ординской свиты    | 16) стратотип тапшанской свиты       |
| 2) стратотип битакской свиты         | 17) стратотип баш-пармахской свиты   |
| 3) стратотип отрадненской свиты      | 18) стратотип судакской свиты        |
| 4) стратотип бешуйской свиты         | 19) стратотип сухореченской свиты    |
| 5) стратотип ургулийской свиты       | 20) стратотип яйлинской свиты        |
| 6) стратотип скалтурашинской свиты   | 21) стратотип демерджийской свиты    |
| 7) неостратотип карадагской свиты    | 22) стратотип манджилльской свиты    |
| 8) стратотип мелласской свиты        | 23) стратотип деймен-деринской свиты |
| 9) стратотип бельбекской свиты       | 24) стратотип ялтинской свиты        |
| 10) стратотип приветненской свиты    | 25) стратотип хуторанской свиты      |
| 11) неостратотип ай-васильской свиты | 26) стратотип калафатларской свиты   |
| 12) стратотип ставлухарской свиты    | 27) стратотип байдарской свиты       |
| 13) стратотип ай-фокинской свиты     | 28) стратотип беденеқырской свиты    |
| 14) стратотип копсельской свиты      | 29) стратотип двуюкорной свиты       |
| 15) стратотип гурзуфской свиты       |                                      |

В 20е – 60е гг. в юрских отложениях Горного Крыма впервые выделяются местные стратиграфические подразделения. Как правило, публикуя стратиграфическое подразделение, авторы ограничивались его кратким описанием и не давали указаний на конкретный разрез, выступающий для подразделения (свиты) в роли эталонного.

Важный итог этапа, охватывающего 70е – 80е гг. – издание региональной стратиграфической схемы юрских отложений северо-западных побережий и шельфа Чёрного моря, в которой представлены 19 свит, из них 7 выделены впервые. В ходе составления схемы авторы опирались на данные об эталонных разрезах, полученные в результате масштабных многолетних геолого-съёмочных работ, проводимых в 50-70е гг.

Этап 90х – 1й половины 00х ознаменовался выходом новой схемы стратиграфического рас-

членения юрских отложений Горного Крыма, в которой впервые выделены горизонты, а также 10 свит. Изданию схемы предшествовали работы по изучению опорных разрезов юрских отложений Горного Крыма, проводимые в 1985-1990 гг. Б.П. Чайковским, в результате которых опорные разрезы, в т.ч. стратотипы свит, были вновь изучены. Выделены и исследованы неостратотипы тех подразделений, первичные эталонные разрезы которых к настоящему времени не сохранились.

Современный этап (2я половина 00х – настоящее время) характеризуется резким сокращением объёма проводимых геолого-съёмочных работ, обработкой и обобщением накопленной геологической информации. Важный результат данного этапа – издание отдельных листов Крымской серии Государственной геологической карты Украины – 200. Согласно точке зрения, принятой её авторами-

составителями, в юрских отложениях Горного Крыма выделены 8 горизонтов, включающих 29 свит. Данная точка зрения полностью опирается на схему стратиграфического расчленения юрских отложений, предложенную В.В. Пермяковым, Б.П. Чайковским в 1991 г. Важным научным достижением на данном этапе является установление точного положения границы юра – мел.

Таким образом, эталонные разрезы юры Горного Крыма выделены, изучены, имеют

чёткую географическую привязку и, в целом, доступны для новых научно-исследовательских работ. Научные открытия, в основу которых легли результаты исследований эталонных разрезов, на протяжении всей истории изучения стратиграфии юры Горного Крыма, включая современный этап, свидетельствуют об устойчивом интересе исследователей к изучению стратотипов.

#### Литература

1. Аркадьев, В. В. Граница юры и мела в Горном Крыму [Текст] / В.В. Аркадьев // Очерки по региональной геологии: Сборник научных трудов. Саратов : Издательский центр "Наука", 2008. – С. 6-19.
2. Геология СССР. Т. 8. Крым. Геологическое описание [Текст]. – М. : Недра, 1969. – 576 с.
3. Геология шельфа УССР. Стратиграфия (шельф и побережья Черного моря) [Текст] / гл. ред. Е. Ф. Шнюков. – Киев: Наукова думка, 1984. – 184 с.
4. Державна геологічна карта України. Масштаб 1: 200000. Кримська серія. Аркуші L-36-XXVIII (Євпаторія), L-36-XXXIV (Севастополь). Пояснювальна записка [Текст] / Б. П. Чайковський, С. В. Білецький, В. Б. Деев, О. С. Дем'ян, С. І. Краснорудська. – К.: Державна геологічна служба, Казенне підприємство «Південкогеоцентр», УкрДГРІ. – 2006. – 175 с.
5. Державна геологічна карта України. Масштаб 1: 200000. Кримська серія. Аркуші L-36-XXIX (Сімферополь), L-36-XXXV (Ялта). Пояснювальна записка [Текст] / Л.А. Фіколіна, О.О. Білокрис, Н.О. Обшарська, С.І. Краснорудська, Н.І. Удовіченко. – К.: Державна геологічна служба, Казенне підприємство «Південкогеоцентр», УкрДГРІ, 2008.
6. Крымгольц, Г. Я. О значении некоторых понятий в стратиграфии [Текст] // Общие проблемы стратиграфии и биостратиграфии палеогена Турция и Средней Азии: статьи / Г. Я. Крымгольц. – Л.: Недра, 1964. – С. 20-24.
7. Михайловский, С.Н. Гидрогеологические исследования в Кучук-Койском и Кикинеизском районах Южного берега Крыма / С.Н. Михайловский, В.Ф. Пчелинцев. – М.; Л.: ОНТИ, 1932. – 188 с.
8. Моисеев, А.С. К геологии Юго-западной части Главной гряды Крымских гор [Текст] / А.С. Моисеев // Материалы по общей и прикладной геологии. – Л., 1930. – Вып. 189. – С. 1-81.
9. Муратов, М.В. Геологический очерк восточной оконечности Крымских гор [Текст] – М.; Л., 1937. – 122 с.
10. Муратов, М.В. Тектоника и история развития альпийской геосинклинальной области юга европейской части СССР и сопредельных стран. Тектоника СССР [Текст]. – Т. 2. – М.; Л., 1949. – 510 с.
11. Муратов, М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова [Текст]. – М.: ГОНТИ, 1960. – 208 с.
12. Новая схема стратиграфии юрских отложений Горного Крыма [Текст] / В.В. Пермяков, М.Н. Пермякова, Б.П. Чайковский. – Киев, 1991. – 38 с. (Препринт / АН УССР, Ин-т геологических наук; 91-12).
13. Попадюк, І.В. Нова геологічна карта Гірського Криму масштабу 1: 200 000 та її стратиграфічне підґрунтя [Текст] / І.В. Попадюк, С.М. Стівба, О.І. Хряцяєвська // Стратиграфія осадових образунків верхнього протерозоя і фанерозоя : Матеріали Міжнародної научної конференції, 23-26 вересня 2013 г. – К., 2013. – С. 117-118.
14. Пчелинцев, В.Ф. Образование Крымских гор [Текст]. – М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1962. – 87 с.
15. Стратиграфія УРСР [Текст] / голов. ред. В. Г. Бондарчук. У 11 томах. Т. VII. Юра. Відп. ред. І.М. Ямниченко. – Київ: Наукова думка, 1969. – 218 с.

## ГЕОФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ – СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

*Днепровско-Донецкая впадина (как основной структурно-тектонический элемент нефтегазоносной провинции) входит в состав рифтовых систем Восточно-Европейской платформы и представляет собой область интенсивной перестройки земной коры и верхней мантии*

*К настоящему моменту в пределах впадины выявлено более 200 месторождений нефти и газа в широком стратиграфическом диапазоне – юра-девон и породах кристаллического фундамента.*

*Компонента единой природной геологической системы нефтегазоносного бассейна «геологическая структура – порода – вода – нефть – газ – живое вещество» существуют в неразрывном единстве и взаимодействии и определяют бытие залежи УВ в активной динамической среде и пространственно-временную упорядоченность событий и процессов развития системы. Распределение стабильных изотопов  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$  всего спектра УВ-соединений определяют критерии глубинного высокотемпературного минерального синтеза и пульсирующего потока УВ в осадочную толщу.*

*Принципиально новым элементом модели распределения залежей УВ и нефтегазопроявлений в Днепровско-Донецкой впадины является установленная про странствеино-временная периодическая зональность, тектоническая расслоенность разреза, которая определяется волновыми колебательными движениями и формированием резонансных зон динамических полей напряжений.*

**Ключевые слова:** флюидодинамическая система, геологическая структура, стабильные изотопы  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ , углеводородная система (УВ система).

**В. О. Кривошея. ГЕОФЛЮІДОДИНАМІЧНА СИСТЕМА ДНІПРОВСЬКО ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ – СТАНОВЛЕННЯ І РОЗВИТОК.** Дніпровсько-донецька западина (як основний структурно-тектонічний елемент нафтогазоносної провінції) входить до складу рифтових систем Східно-європейської платформи і є областю інтенсивної перебудови земної кори і верхньої мантиї

*До справжнього моменту в межах западини виявлено більше 200 родовищ нафти і газу в широкому стратиграфічному діапазоні - юра-девон і породах кристалічного фундаменту.*

*Компонента єдиної природної геологічної системи нафтогазоносного басейну «геологічна структура - порода – вода – нафта – газ – жива речовина» існують в нерозривній єдності і взаємодії і визначають буття (існування) покладу ВВ в активному динамічному середовищі та просторово-часову впорядкованість подій і процесів розвитку системи. Розподіл стабільних ізотопів  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$  всього спектру ВВ-сполук визначають критерії глибинного високотемпературного мінерального синтезу і пульсуючого потоку ВВ в осадочну товщу.*

*Принципово новим елементом моделі розподілу покладів ВВ і нафтогазопроявлень в Дніпровсько-донецької западини являється встановлена періодична зональність, тектонічна розшарування розрізу, яка визначається хвилями коливальними рухами і формуванням резонансних зон динамічних полів напруги.*

**Ключові слова:** флюїдодинамічна система, геологічна структура, стабільні ізотопи  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ , вуглеводнева система (ВВ система).

### Актуальность.

Днепровско-Донецкая впадина (как основной структурно-тектонический элемент нефтегазоносной провинции) входит в состав рифтовых систем Восточно-Европейской платформы и представляет собой область интенсивной перестройки земной коры и верхней мантии, контролируется системами глубинных разломов, выраженных в рельефе фундамента и осадочной толщи в виде зоны глубоких дифференцированных опусканий.

К настоящему моменту в пределах впадины выявлено более 200 месторождений нефти и газа в широком стратиграфическом диапазоне – юра-девон и породах кристаллического фундамента.

### Цель и задачи исследований.

Целью исследований являются природные геологические системы нефтегазоносного бассейна «геологическая структура-порода-вода-нефть-газ-живое вещество», которые заключаются в сущности залежей УВ в активной динамической среде.

### Изложение основного материала.

Вскрытый глубинный диапазон разреза солянокупольных поднятий охватывает от 350 м до 6300 м, а значительное количество залежей УВ вскрыто на глубинах более 4500 м в условиях высоких температур (100-160<sup>0</sup>С) и давлений (50-120 МПа) [1].

В последние годы ведущим направлением исследований становятся геодинамические принципы (критерии) развития объектов геологической структуры от глобально-космического уровня (в геотектонике) до атомно-молекулярного (в геохимии) уровней.

Специфика выделяемой природной геологической системы нефтегазоносного бассейна «геологическая структура-порода-вода-нефть-газ-живое вещество» заключается, прежде всего в том, что образующие ее компоненты (являющиеся, в свою очередь, большими системами) существуют в неразрывном единстве и взаимодействии, определяя бытие залежи УВ в активной динамической среде и пространственно-временную упорядоченность событий и процессов развития системы.

Качественные и количественные параметры каждого компонента системы содержат в



себе присущую только ему интегральную характеристику совокупности физико-химических и геологических процессов развития всей системы.

Системоорганизующим принципом процессов выступают колебательные движения, спектр которых по величине периода (частоты) охватывает огромный диапазон значений – от Галактического года (175-200 млн лет) до миллионных долей секунды ( $\gamma$  – излучение при радиационном распаде элементов). При этом, необходимо особо подчеркнуть положение о том, что весь спектр колебаний фиксируется объектами и системой в целом в каждый момент ее бытия, а геология установила и использует значительную их часть как неотъемлемую характеристику (атрибут) разноранговых геологических процессов.

В ретроспективном плане – история геологического развития региона (нефтегазоносного бассейна) выступает ведущим фактором в реконструкции и восстановлении основных структурно-вещественных параметров геологического пространства, динамики становления системы и ее элементов.

Каждый из компонентов системы по-разному реагирует на возникающие в системе возмущения, а время релаксации – переход к новому динамическому (квазистационарному) состоянию совершается с различной скоростью, что позволяет выявить характерные черты развития системы.

Тектоническая активность во времени подчинена определенной периодичности. На фоне крупных периодов выделяются ряды более мелких циклов, включающих эпохи нисходящих движений с накоплением мощных толщ осадочных образований и активного проявления дифференцированных восходящих движений, сопровождающихся эрозийными перерывами, интенсивным деформированием осадочной толщи, соляной тектоникой, дроблением фундамента и осадочного чехла.

Значительным шагом в неизбежном прогрессе познания генезиса, состояния и бытия залежей явились изотопно-геохимические исследования природных и синтезированных УВ-соединений<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> [Аналитические данные по Днепровско-Донецкой впадине (более 300 отр.) выполнены в лабораториях ВНИГРИ, ВНИИГЕОИНФОРМСИСТЕМ, геологической службы США, Атосо — BP, Petrobras и др., использованы также опубликованные данные Галимова Э.М., Прасолова Э.М., Алексеева ФА и др.] Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии. Недра, М., 1973, 384с.

Исследованиями особенностей распределения изотопного состава углерода (ИСУ) природных УВ-систем (газа, конденсата, нефти, битумоидов) установлено квантованное распределение величины  $\delta^{13}\text{C}$  [5, 6].

Распределение ИСУ в рядах углеводородных соединений природных газов полимодально, а между смежными соединениями метан-этан значение основной моды изотопного сдвига составляет  $\sim 8,2\%$ , в пределах которой проявляется более тонкая структура с максимумами  $4,7\%$  и  $11,8\%$  [7].

Квантованная величина изотопного сдвига проявляется в смежных соединениях всего исследованного ряда: этан-пропан, пропан-бутан, узких фракциях (по температурам кипения) нефтей и конденсатов, смолах-асфальтенах, что проявляется (в отдельных системах) инверсией изотопного состава в рядах УВ-соединений. Амплитуды (диапазон) вариаций изотопного состава постепенно уменьшаются с увеличением молекулярного веса УВ-соединений, сохраняя отдельно постоянное соотношение между рядами насыщенных ( $\delta^{13}\text{C sat}$ ) и ароматических ( $\delta^{13}\text{C ar}$ ) соединений в нефтях, конденсатах и битумоидах [2, 4, 9].

Квантованная величина изотопных сдвигов проявляется в системах  $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4 - \text{H}_2$  (D).

Для чистых форм углерода-алмаза – при полимодальном распределении  $\delta^{13}\text{C}$  в диапазоне от  $+2,7$  до  $-34,4\%$  величина изотопного сдвига между основными модами составляет  $\sim 8\%$ , а в пределах одной из основных и наиболее детально изученной выборки с  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-1,0\%$  до  $-10\%$  устанавливается аналогичная (тонкая) структура в распределении  $\delta^{13}\text{C}$ , что дало основание для деления трех разноглубинных генетических групп [2].

Выявленные особенности изотопного состава УВ-соединений и термодинамические расчеты моделирования системы C – H в условиях высоких температур и давлений (позволяют более обоснованно развивать концепцию минерального (абиогенного) происхождения нефти и газа [3, 8].

Ведущим процессом образования всего спектра УВ-соединений является высокотемпературный минеральный синтез, а глубинные источники выступают как генераторы волновой направленной эволюции УВ-системы и пульсирующего потока продуктов в осадочную толщу.

На обобщенной фазовой диаграмме изотопного состава углерода каждая группа занимает определенное пространственное положение, образуя упорядоченную систему изотопно-генетических линий эволюции в процессе гене-

рации УВ-соединений. Установлены некоторые диагностические изотопные критерии УВ-систем в пределах крупных геоструктур (нефтегазоносных бассейнов), природа диоксида углерода в залежах УВ и современных геотермальных системах.

Типы выявленных углеводородных скоплений в пределах нефтегазоносного бассейна рассматриваются как компоненты миграционного потока глубинных УВ-флюидов, а особенности их существования в различных фазовых состояниях и широкий спектр физико-химических показателей состава и свойств связаны с проявлением нескольких импульсов (циклов) и отражают современный момент в развитии геоструктуры и динамическое состояние залежи.

Геохимическая эволюция нефтей (УВ-систем) в термобарическом поле верхней части земной коры и осадочной толщи бассейна связана с процессами дегазации, потери легких фракций и рассеяния. В зоне активно функцио-

нирующих микробиологических систем происходит переработка УВ-соединений до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  (в предельном случае), включающихся в последующие циклы биосинтеза, частично минерализующихся или уходящих в резервуары гидросферы и атмосферы.

Принципиально новым элементом модели распределения залежей УВ и нефтегазопроявлений в Днепровско-Донецкой впадины является установленная про странствеино-временная периодическая зональность, тектоническая расчлененность разреза, которая определяется волновыми колебательными движениями и формированием резонансных зон динамических полей напряжений.

Перспективы открытия и развития новых типов залежей связаны с пространственным положением геодинамических уровней (этажей) нефтегазонакопления в сочетании с благоприятными структурами и литофациальными условиями.

#### Литература

1. Загороднов, А.В. Місце ендогенних факторів в гіпотезах галогенезу і галокінезу [Текст] / А.В. Загороднов // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «геологія-географія-екологія», 2012. – № 1033. – С. 69-79.
2. Галимов, Э.М.  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$  алмазов. Вертикальная зональность алмазообразования в литосфере [Текст] / Э.М. Галимов // Геохимия и космохимия. – М. : Наука, 1984. – С. 110-123.
3. Зубков, В.С. Термодинамическая модель системы С – Н в условиях высоких температур и давлений [Текст] / В.С. Зубков, А.Н. Степанов, И.К. Карпов и др. // Геохимия, 1998. – №1. – С. 95-101.
4. Войтов, Г.И. О химической и изотопно-углеродной нестабильности свободных газов (газовых струй в Хибинах) [Текст] / Г.И. Войтов // Геохимия, 1991. – №6. – С. 769-779.
5. Крылова, Т.А. Формирование состава газообразных систем на больших глубинах (по данным изотопно-геохимических исследований) [Текст] / Т.А. Крылова, С.Р. Махов // Геология нефти и газа, 1993. – №11. – С. 30-35.
6. Кривошея, В.А. Новые изотопно-геохимические модели природных УВ-систем [Текст] / В. А. Кривошея, В. И. Еремин // Материалы международной конференции "Геохимическое моделирование и материнские породы НГБ России и стран СНГ". – С-Петербург, 1999.
7. Кривошея, В.А. Новые изотопные ( $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ ) критерии генезиса углеводородов [Текст] / В.А. Кривошея, В.И. Еремин // Сб. Генезис углеводородных флюидов и месторождений. – М.: Геос, 2006. – С. 139–146.
8. Чекалюк, Э.М. Нефть верхней мантии земли [Текст] / Э.М. Чекалюк. – Киев: Наукова думка, 1967. – 256 с.
9. Алексеев, Ф.А. Изотопный состав углерода природных углеводородов и некоторые вопросы их генезиса [Текст] / Ф.А. Алексеев, В.С. Лебедев, Т.А. Крылова. – М.: ОНТИ ВНИИЯГТ, 1967. – 230 с.

**ВІДКРИТТЯ НОВИХ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ НА ВЕСНЯНСЬКОМУ НГКР**

Виявлення особливостей і геолого-промислових характеристик нафтогазоносності у розрізі палеозою приштокових зон на глибинах понад 5500 м сприяють раціональному вибору напрямків пошуків і розвідки несклепінних покладів вуглеводнів у південно-східній частині ДДЗ.

Згідно з результатами сейсмозвукувальних робіт за технологією 3D в південній та південно-східній приштокових зонах Тарасівського штоку та геологічних даних нових глибоких пошукових свердловин №№ 200 Тарасівська, 107 Веснянська складена уточнена геологічна модель Веснянського родовища по верхньокам'яновугільних відкладах (відбиваючому горизонту Va1). Розглянуто особливості газоконденсатних покладів та надана їх геолого-промислова характеристика. Це дозволяє прогнозувати нові зони нафтогазонакопичення, які пов'язані з новими перспективними об'єктами, що ще не вивчені бурінням.

**Ключові слова:** сейсмозвукувальні роботи, пластовий тиск, поклад, шток, нафта, газ, запаси вуглеводнів.

**В.А. Кривошея. ВІДКРИТТЯ НОВИХ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ НА ВЕСНЯНСЬКОМУ НГКР.** Виявлення особливостей і геолого-промислових характеристик нафтогазоносності в разрізі палеозою приштокових зон на глибинах свйше 5500 м способствують раціональному вибору направлений поісков и разведки несводовых залежей углеводородов юго-восточной части ДДВ.

Согласно результатам сейсмозвукувальних робіт по технології 3D в южной и юго-восточной приштоковых зонах Тарасовского штока и геологическим данным новых глубоких поисковых скважин №№ 200 Тарасовская, 107 Веснянская была уточнена геологическая модель Веснянского месторождения по верхнекам'яновугільных отложениям (отбивающему горизонту Va1). Рассмотрены особенности газоконденсатных залежей и представлена их геолого-промысловая характеристика. Это позволяет прогнозировать новые зоны нефтегазонакопления, которые связаны с новыми перспективными объектами, которые еще не изучены бурением.

**Ключевые слова:** сейсмозвукувальні роботи, пластовое давление, залежь, шток, нефть, газ, запасы углеводородов.

**Актуальність.**

Виявлення особливостей і геолого-промислових характеристик нафтогазоносності у розрізі палеозою приштокових зон на глибинах понад 5500 м сприяють раціональному вибору напрямків пошуків і розвідки несклепінних покладів вуглеводнів. Це дозволяє прогнозувати нові зони нафтогазонакопичення, які пов'язані з зонами розуцільнення, як нових перспективних об'єктів, що ще не вивчені бурінням [1].

**Мета та задачі дослідження.** Метою досліджень є розкриття особливостей геологічної будови та особливостей газоконденсатних покладів Веснянського родовища південно-східної частини ДДЗ.

**Викладення основного матеріалу.**

Веснянське НГКР знаходиться в 5 км на схід від м. Карлівка, на території Карлівського району Полтавської області. Розташоване в приосьовій частині південного сходу ДДЗ та приурочено до південно-східної приштокової зони Тарасівського соляного штока.

В 2000 році пошуковою свердловиною № 100/101 Веснянською були відкриті газоконденсатні поклади горизонтів Г-11, Г-12 араукаритової світи верхнього карбону в умовах найбільш припіднятого по відбиваючому горизонту IV<sub>G2</sub> (P<sub>1nk</sub>) першого блока [1].

На захід від св. № 100/101 пробурена пошукова похило-спрямована свердловина № 103, яка при фактичній глибині 5460 м розкрила повністю горизонти Г-10, Г-11, Г-12, Г-13 відкладів араукаритової світи верхнього карбону.

В 2005 році при випробуванні горизонту Г-13 в св. № 103 встановлений нафтовий поклад пластового типу, що по повстанню пластів екранується "ніжкою" Тарасівського соляного штоку.

В 2010 році складено ГЕО та затверджені запаси ВВ Веснянського НГКР (протокол № 1944 від 23.03.2010 р.). Поточні запаси станом на 01.01.2011 року по Веснянському родовищу складають: газу – категорії С<sub>1</sub> (111+221/111) – 76/70 млн.м<sup>3</sup>, кат. С<sub>2</sub> (122+222/122) – 286/250 млн.м<sup>3</sup>; кат. С<sub>2</sub> (332) – 394 млн.м<sup>3</sup>; конденсату – кат. С<sub>1</sub> (111+221/111) – 25/8 тис.т; кат. С<sub>2</sub> (122+222/122) – 59/36 тис.т; кат. С<sub>2</sub> (332) – 84 тис.т; нафти – кат. С<sub>2</sub> (122+222/122) – 193/13 тис.т. Видобуток з початку розробки станом на 01.01.2011 р. складає: газу – 122 млн.м<sup>3</sup>, конденсату – 16 тис.т.

В 200 м на південний схід від свердловини № 100/101 пробурена пошукова свердловина № 107 Веснянська до глибини 5250 м з повним розкриттям горизонтів К-1 – К-3 (С<sub>3</sub><sup>2</sup>).

За результатами буріння св. № 107 і стратиграфічної кореляції розрізів свердловин №№ 100/101, 103, 105/105 біс, 107 Веснянських та 1, 2 Карлівських встановлено, що свердловиною № 107 під нижньопермським розмивом підсичений скид на глибині 4700 м амплітудою 100 м східного падіння, по якому випадають нижня частина горизонту Г-11, повністю горизонт Г-12 араукаритової світи верхнього карбону.

Свердловина № 107 знаходиться по реперному вапняку Q<sub>8</sub> або відбиваючому горизонту IV<sub>G2</sub> (P<sub>1nk</sub>) та картамиських відкладах нижньої

пермі в одному блоці зі свердловиною № 100/101, а по відбиваючому горизонту  $Va_1$  ( $C_3$ ), горизонтах Г-13 ( $C_3^3$ ), К-1, К-2, К-3 ( $C_3^2$ ) – в окремому горстоподібному припіднятому блоці.

Згідно структурної карти по відбиваючому горизонту  $Va_1$  ( $C_3$ , Vikoil LTD) південно-східна приштокова зона Тарасівського соляного штоку в межах Веснянсько-Карлівської площі розбита "тильним" субпаралельним до штоку розривним порушенням та чотирма радіальними різноспрямованими скидами амплітудами від 100 до 450-500 м на чотири блока: I – блок св. № 100/101; II – блок св. № 107; III – св. № 103; IV – св. 105/105 біс.

Пошукова свердловина № 107 розташована в найбільш припіднятому горстоподібному

блоці, який відділений з заходу радіальним до штоку скидом амплітудою до 500 м від опущеного блоку св. № 103, зі сходу – радіальним скидом амплітудою 100 м від опущеного блоку св. № 100/101. Розмір цього блоку в межах обмежуючих західного і східного радіальних порушень та "тильного" субпаралельного штоку порушення і контуру "ніжки" штока складає  $550 \times 600$  м, висота понад 100 м (рис. 1).

За результатами інтерпретації ГДС у розрізі свердловини № 107 визначено 56 пластів, серед яких 5 газоносних, 9 газонасичених та слабогазонасичених, решта – ущільнені та не колектори (рис. 2).

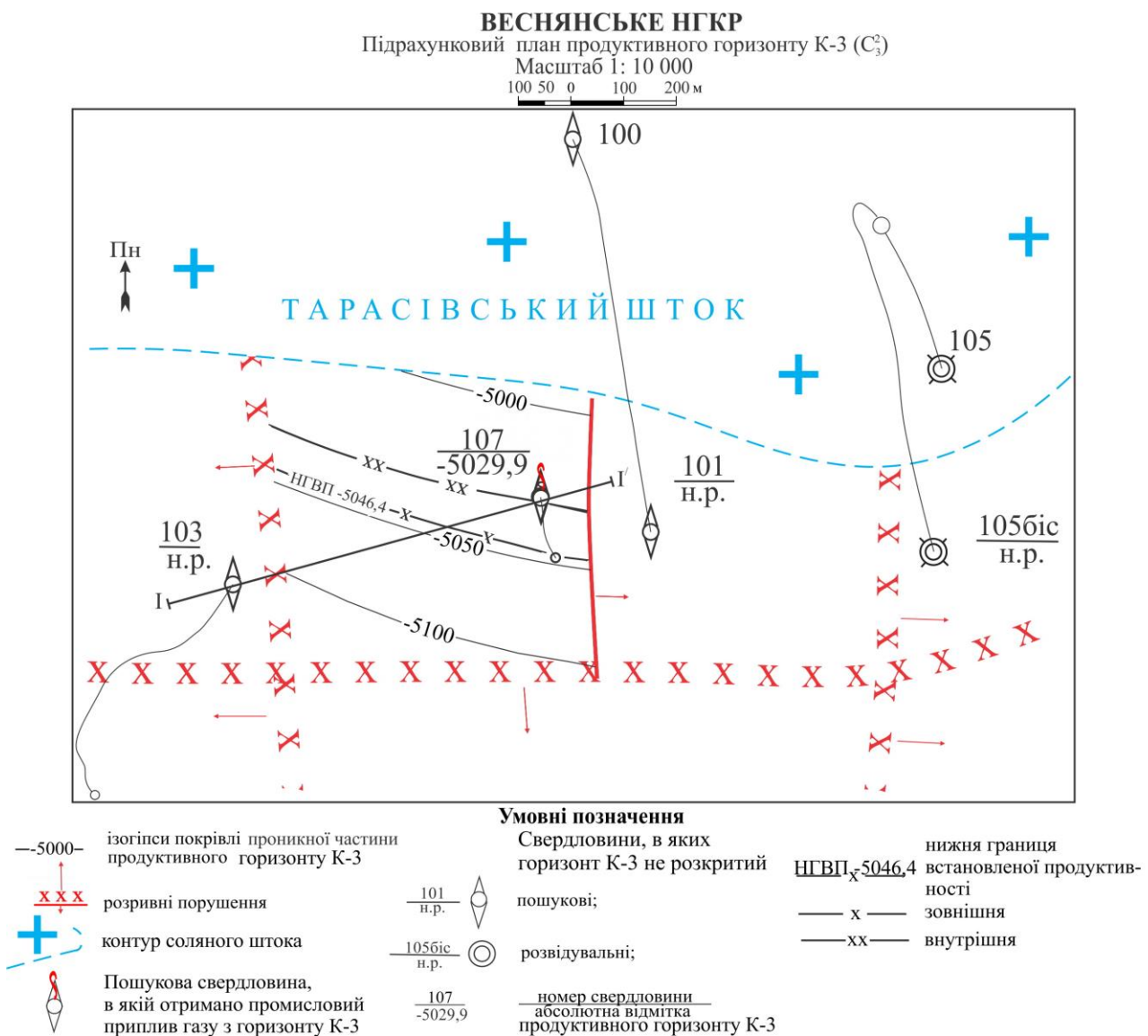


Рис. 1. Підрахунковий план продуктивного горизонту К-3 ( $C_3^2$ ).



|        |  |  |
|--------|--|--|
| Ø 4 мм | $Q_f = 44,4 \text{ тис.м}^3/\text{д};$ | $P_{\text{тр}} = 147,0 \text{ ата} / 14,42 \text{ МПа}$<br>$P_{\text{зтр.}} = 176,8 \text{ ата} / 17,34 \text{ МПа}$ |
| Ø 3 мм | $Q_f = 33,6 \text{ тис.м}^3/\text{д};$ | $P_{\text{тр}} = 201,0 \text{ ата} / 19,72 \text{ МПа}$<br>$P_{\text{зтр.}} = 242,4 \text{ ата} / 23,77 \text{ МПа}$ |

Параметри газу, які використані для розрахунків дебітів: відносна густина за повітрям – 0,628;  $P_{\text{кр}} = 46,78 \text{ кгс/см}^2$ ;  $T_{\text{кр}} = 200,2 \text{ К}$ . Середні значення конденсатного фактора коливаються від 153,8 до 161,3  $\text{см}^3/\text{м}^3$ . Потенційний вміст конденсату 147,9 т/млн.м<sup>3</sup>. Вода в потоці відсутня; пластовий тиск, розрахований на середину інтервалу перфорації (5198 м), становить 581,6 ата/57,04 МПа; пластова температура, що розрахована за даними попередніх вимірів на глибині 5198 м, становить +108 °С.

Пастка ВВ з півночі обмежена соляним екраном, зі сходу та заходу – тектонічними екранами, а з півдня – нижньою границею встановленої продуктивності (НГВП) на глибині 5206,4 м або абс. відмітці -5046,4 м, яка проведена по підшві газоносного пласта горизонту К-3 та відповідає абс. відмітці нижніх отворів перфорації. Їм відповідають склепінні, диз'юнктивно-і солештоко-екрановані та літологічно обмежені пастки [2].

Таким чином, за результатами буріння та випробування пошукової свердловини № 107 встановлено промислову газонасиченість продуктивного горизонту К-3 ( $C_3^2$ ). Поклад газоконденсатний, пластового типу, що по повстанню пластів з півночі екранується "ніжкою" соляного штоку.

За даними інтерпретації ГДС (ГУ "Укргазпромгеофізика") та даними УкрНДІгазу в горизонті К-3 виділено 3 пласта пісковиків газонасичених з загальною товщиною 12 м в наступних інтервалах: 5189,8-5196,2 м (6,4 м) – з ефективною газонасиченою товщиною ( $h_{\text{еф.газ.}}$ ) 4,2 м, пористістю 8,1 %, нафтонасиченістю 72 %; 5198,6-5200,8 м (2,2 м) –  $h_{\text{еф.газ.}} = 2,2 \text{ м}$ ; пористість 7,6 %; нафтогазонасиченість 72,5 %; 5203-5206,4 м (3,4 м) –  $h_{\text{еф.газ.}} = 2,4 \text{ м}$ ; пористість 8 %; нафтогазонасиченість 70 %.

Таким чином свердловина № 107 відкрила абсолютно новий тип газоконденсатних покладів, в яких є:

– відсутність загального газоводяного контакту і, відповідно, елементарний, багатопластовий тип родовищ;

– відсутність АВПТ у покрівельному покладі;

– пластові типи покладів у комбінованих несклепінних пастках.

#### Література

1. Соловійов, В.О. Геологічна природа дилатансогенних структур ДДЗ [Текст] / В.О. Соловійов, С.В. Кривуля, О.П. Пивоваров та ін. // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна, серія «геологія-географія-екологія», 2011. – № 986. – С. 72-76.
2. Гуляя, Г.Н. О геологическом строении и нефтегазонасиченности юго-восточной приштоковой зоны Тарасовского соляного штока [Текст] / Г.Н. Гуляя // Зб. наук. праць "Питання розвитку газової промисловості України". – Вип. XXXV. – Харків : УкрНДІгаз, 2007. – С. 52-58.
3. Височанський, І.В. Нові аспекти систематизації нафтогазонасичених структур [Текст] / І.В. Височанський, М.П. Зюзькевич // "Питання розвитку газової промисловості України". – Вип. XXVII. – Харків, 1999. – С. 113-116.

## ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОПЛАСТОВИХ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ ЯК ОСНОВА ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ЇХ ДОРОЗВІДКИ

На прикладі багатопластових родовищ північної бортової зони Дніпровсько-Донецької западини, які тривалий час перебувають у розробці, проведений аналіз структури поточних запасів вуглеводнів. Встановлено, що у покладах вуглеводнів цих родовищ зосереджені значні запаси газу та нафти, що не залучені у розробку. За ступенем геологічного вивчення 14% поточних запасів оцінені тільки за результатами геофізичних досліджень свердловин і характеризуються як з невизначеним промисловим значенням, тобто потребують дорозвідки. Об'єм запасів вуглеводнів з визначеним промисловим значенням, що підтверджені випробуванням, але практично не залучені у розробку, складає 38%. Таким чином, понад 50% загальних розвіданих запасів вуглеводнів багатопластових родовищ північної бортової зони є значним резервом, але не видобуваються. Тобто це питання потребує вивчення. За результатами аналізу структурно-тектонічних, літолого-фаціальних, петрофізичних та інших факторів, даних розробки, структури поточних запасів вуглеводнів встановлені геологічні особливості будови багатопластових родовищ та визначені основні три критерії їх дорозвідки. Перший критерій – доцільність дорозвідки лише на запаси газу з невизначеним промисловим значенням. Другий – дорозвідка запасів з невизначеним промисловим значенням сумісно з промисловими запасами газу, які практично не залучені у розробку. Третій – дорозвідка основних покладів родовищ з подальшим опішукованням їх недорозвіданих ділянок.

**Ключові слова:** багатопластові родовища, поклади вуглеводнів, геологічні особливості, дорозвідка.

**А.И. Лурье, В.М. Абеленцев, Л.А. Мищенко. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК ОСНОВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ИХ ДОРАЗВЕДКИ.** На примере многопластовых месторождений северной бортовой зоны Днепровско-Донецкой впадины, которые длительное время находятся в разработке, проведен анализ структуры текущих запасов углеводородов. Установлено, что в залежах углеводородов этих месторождений сосредоточены значительные запасы газа и нефти, которые не вовлечены в разработку. По степени геологического изучения 14% текущих запасов оценены только по результатам геофизических исследований скважин и характеризуются как с неопределенным промышленным значением, то есть нуждаются в доразведке. Объем запасов углеводородов с определенным промышленным значением, подтверждены испытанием, но практически не вовлечены в разработку, составляет 38%. Таким образом, более 50% общих разведанных запасов углеводородов многопластовых месторождений северной бортовой зоны является значительным резервом, но не добываются. То есть этот вопрос требует изучения. По результатам анализа структурно-тектонических, литолого-фациальных, петрофизических и других факторов, данных разработки, структуры текущих запасов углеводородов установлены геологические особенности строения многопластовых месторождений и определены основные три критерия их доразведки. Первый критерий - целесообразность доразведки только запасов газа с неопределенным промышленным значением. Второй – доразведка запасов с неопределенным промышленным значением совместно с промышленными запасами газа, которые практически не вовлечены в разработку. Третий – доразведка основных залежей месторождений с последующим опішукованием их недоразведанных участков.

**Ключевые слова:** многопластовые месторождения, залежи углеводородов, геологические особенности, доразведка.

Нарощування сировинної вуглеводневої бази здійснюється по трьох основних напрямках: пошуки нових родовищ (покладів); дорозвідка родовищ, які перебувають у розробці; оптимізація вилучення залишкових запасів вуглеводнів (ВВ) [1].

Результати пошуково-розвідувального буріння на родовищах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) свідчать, що на даний час досить перспективними в плані дорозвідки є багатопластові родовища, які перебувають у розробці. Дана стаття присвячена особливостям дорозвідки саме таких родовищ [2].

Дорозвідка запасів ВВ на багатопластових родовищах забезпечує основну частину приростів запасів ВВ в Україні. Основним об'єктом дорозвідки є запаси газу категорії С<sub>2</sub>, які оцінені за результатами геофізичних досліджень свердловин і характеризуються як з невизначеним промисловим значенням. До багатопластових відноситься близько 50 родовищ ПАТ «Ук-

ргазвидобування» ДДЗ з запасами газу понад 30,0 млрд м<sup>3</sup>, які потребують дорозвідки.

Згідно нової класифікації запасів ВВ України запаси категорії С<sub>2</sub> віднесені до попередньо-розвіданих, які поділяються на код класу 122+222 з визначеним промисловим значенням, нафтогазоносність яких визначена за результатами геофізичних досліджень і даними випробування, введені в розробку (видобуток становить менше 5%) та код класу 332 – з невизначеним промисловим значенням, які оцінені тільки за результатами геофізичних досліджень. До їх числа належать і запаси нерозвіданих частин покладів, які прилягають до ділянок з розвіданими запасами ВВ.

На прикладі багатопластових родовищ північної бортової зони Дніпровсько-Донецької западини, які тривалий час перебувають у розробці, проведений аналіз структури поточних запасів вуглеводнів. Встановлено, що у покладах вуглеводнів цих родовищ зосереджені значні запаси газу та нафти, які не залучені у роз-

робку (таблиця 1). За ступенем геологічного вивчення 14% (на деяких родовищах до 30-

40%) поточних запасів газу оцінені за категорією С<sub>2</sub> (332), тобто потребують дорозвідки.

Таблиця 1

Диференціація поточних запасів вуглеводнів багатопластових родовищ північного борту Дніпровсько-Донецької западини

| Родовище            | Поверх нафтогазоносності |                   | Диференціація запасів, газу - млн м <sup>3</sup> , нафти - тис. т |                           |           |                       |                  |
|---------------------|--------------------------|-------------------|---|---------------------------|-----------|-----------------------|------------------|
|                     | стратиграфічний          | гіпсометричний, м | горизонт  | кодів класу (111+121+221) | видобуток | кодів класу (122+222) | коду класу (332) |
| 1                   | 2                        | 3                 | 4   | 5                         | 6         | 7                     | 8                |
| Дружкльобівське ГКР | А-6н                     | 650               | А-6н  |                           |           | 15                    |                  |
|                     | Б-4                      | 4520              | Г-8в  | 19                        | 10        | 24                    | 59               |
|                     |                          | Н-3870            | К-6н  |                           |           |                       | 17               |
|                     |                          |                   | С <sub>2</sub> м  |                           |           |                       | 801              |
|                     |                          |                   | Б-2   | 3                         | 11        | 27                    | 34               |
|                     |                          |                   | Б-3,4   | 9                         | 5         | 25                    | 66               |
| Разом газу          |                          |                   | 1099  | 31                        | 26        | 91                    | 977              |
|                     |                          |                   |   | (3%)                      |           | (9%)                  | (89%)            |
| Борисівське ГКР     | К-6                      | 1720              | К-6   | 39                        | 177       |                       | 128              |
|                     | В-19                     | 3510(№10)         | М-1   | 87                        | 209       |                       |                  |
|                     |                          | 4350(№1,5)        | М-1 бл.   | 516                       | 671       | 186                   |                  |
|                     |                          | Н-2630            | М-2   |                           |           |                       | 15               |
|                     |                          |                   | М-3   | 42                        | 10        |                       |                  |
|                     |                          |                   | В-19бл.1,5  | 15                        | 15        | 136                   | 365              |
|                     |                          | В-19бл.10         | 60  | 31                        |           |                       |                  |
| Разом газу          |                          |                   | 1589  | 759                       | 1113      | 322                   | 508              |
|                     |                          |                   |   | (48%)                     |           | (20%)                 | (32%)            |
| Максальське ГКР     | М-2                      | 1770              | М-2   | 409                       | 288       | 49                    | 453              |
|                     | С-9                      | 3440              | М-3а  | 4                         | 2         |                       | 14               |
|                     |                          | Н-1670            | С-9   |                           |           | 36                    | 31               |
| Разом газу          |                          |                   | 996   | 413                       | 290       | 85                    | 498              |
|                     |                          |                   |   | (41%)                     |           | (9%)                  | (50%)            |
| Чкалівське НГКР     | С-3-4                    | 2770-2860         | С-3-4   |                           |           | 19                    | 143              |
|                     | С-5                      | 2360-2370         | С-5   | 40                        | 15        | 9                     | 120              |
|                     | В-20                     | 3310-3315         | В-20 (нафта)  |                           |           |                       | 3                |
| Разом газу          |                          |                   | 331   | 40                        | 15        | 28                    | 263              |
|                     |                          |                   |   | (12%)                     |           | (9%)                  | (79%)            |
| Разом нафти         |                          |                   | 3   |                           |           |                       | 3                |
| Вільхівське ГКР     | М-2-3                    | 450               | М-2-3   | 277                       | 622       | 70                    | 94               |
|                     | Б-1-6                    | 1700              | М-4-6-7в1   | 678                       | 558       | 1266                  | 159              |
|                     |                          | Н-1250            | М-7в2   | 105                       | 653       |                       |                  |
|                     |                          |                   | М-7н  | 284                       | 492       |                       | 66               |
|                     |                          |                   | Б-1-6   | 1138                      | 3271      | 589                   | 48               |
|                     |                          |                   | за м-ми с.д.  | 696                       | 35        | 621                   | 129              |
| Разом газу          |                          |                   | 6220  | 3178                      | 5631      | 2546                  | 496              |
|                     |                          |                   |   | (51%)                     |           | (41%)                 | (8%)             |
| Скворцівське НГКР   | Б-3-11                   | 2410              | Б-3-11  |                           |           |                       | 138              |
|                     | базальний                | 3390              | С-4-5   | 35                        | 15        |                       | 15               |
|                     |                          | Н-980             | С-4(нафта)  |                           |           | 16/3                  |                  |
|                     |                          |                   | С-5(нафта)  |                           |           |                       | 556              |
|                     |                          |                   | В-14  |                           |           |                       | 53               |
|                     |                          |                   | В-15  | 316                       | 124       |                       | 113              |
|                     |                          |                   | В-16  | 318                       | 2386      | 82                    | 76               |
|                     |                          |                   | В-16  | 6                         | 43        |                       | 36               |
|                     |                          |                   | В-16(нафта)   | 5/4                       | 6         |                       |                  |
|                     |                          |                   | В-20  | 66                        | 85        | 63                    | 19               |
|                     |                          |                   | В-20-25(наф)  | 162/2                     | 19        |                       |                  |
|                     |                          |                   | В-25  | 12                        | 32        |                       | 10               |
|                     |                          |                   | базальний   | 3                         | 143       |                       |                  |
|                     |                          | баз.(наф.)        | 41/-  | 15                        |           | 47                    |                  |
| Разом газу          |                          |                   | 1223  | 756                       | 2828      | 145                   | 322              |
|                     |                          |                   |   | (62%)                     |           | (12%)                 | (26%)            |
| Разом нафти         |                          |                   | 811/6   | 208/6                     | 40        | 0                     | 603              |
|                     |                          |                   |   | (26%)                     |           |                       | (74%)            |



| 1                       | 2            | 3      | 4                | 5       | 6    | 7        | 8     |
|-------------------------|--------------|--------|------------------|---------|------|----------|-------|
| Аксютівське<br>ГКР      | C-2          | 2360   | C-2-3            | 50      | 10   | 47       |       |
|                         | C-22-23      | 2370   | C-5              |         |      | 17       |       |
|                         |              | H-10   | C-7              |         |      |          | 101   |
|                         |              |        | C-17-18-19-21    | 47      | 4    | 30       | 36    |
|                         |              |        | C-22-23          |         |      |          | 57    |
| Разом газу              |              |        | 385              | 97      | 14   | 94       | 194   |
|                         |              |        |                  | (25%)   |      | (24%)    | (51%) |
| Безлюдівське<br>НГКР    | C-4а         | 2850   | C-4а             | 101     | 22   | 45       |       |
|                         | B-25-266     | 3530   | C-4б             | 369     | 305  | 107      |       |
|                         |              | H-680  | C-5              |         |      | 125      |       |
|                         |              |        | C-6-7            |         |      | 76       |       |
|                         |              |        | C-8-9            |         |      |          | 12    |
|                         |              |        | B-18-19          | 648     | 90   |          |       |
|                         |              |        | B-25-26а         |         |      |          | 127   |
|                         |              |        | B-25-26б         |         |      |          | 76    |
|                         |              |        | B-25-26б(наф)    |         |      | 253/25   |       |
| Разом газу              |              |        | 1686             | 1118    | 417  | 353      | 215   |
|                         |              |        |                  | (66%)   |      | (21%)    | (13%) |
| Разом нафти             |              |        |                  |         |      | 253/25   |       |
|                         |              |        |                  |         |      | (100%)   |       |
| Коробочкин-<br>ське ГКР | M-6          | 2035   | M-6              |         |      |          | 31    |
|                         | B-14-24      | 3525   | C-3-4            | 286     | 24   |          |       |
|                         |              | H-1490 | B-14-24          | 2565    | 1389 |          | 163   |
| Разом газу              |              |        | 3045             | 2851    | 1413 | 0        | 194   |
|                         |              |        |                  | (94%)   |      |          | (6%)  |
| Свгенівське<br>ГКР      | M-6          | 980    | M-6              | 115     | 70   | 45       | 79    |
|                         | C-17         | 2720   | M-7              | 51      | 55   |          | 16    |
|                         |              | H-1740 | B-4              | 58      | 25   | 65       |       |
|                         |              |        | B-9              | 189     | 82   | 36       | 19    |
|                         |              |        | B-10             |         |      | 120      | 60    |
|                         |              |        | C-3-4            | 17      | 1    | 301      |       |
|                         |              |        | C-8,9            | 20      | 231  |          |       |
|                         |              |        | C-17             | 3       |      |          |       |
| Разом газу              |              |        | 1194             | 453     | 464  | 567      | 174   |
|                         |              |        |                  | (40%)   |      | (47%)    | (13%) |
| Кружилів-<br>ське ГКР   | M-2,М-6, Б-1 | 500    | M-2-6+Б-1а,б,в   | 23      | 52   | 562      | 15    |
|                         | C-4          | 2683   |                  |         |      |          |       |
|                         |              | H-2183 | B-1г,д,е         |         |      | 76       |       |
|                         |              |        | B-1є             | 134     | 343  | 174      |       |
|                         |              |        | B-1ж,з,і         |         |      |          | 135   |
|                         |              |        | C-2-4            |         |      |          | 24    |
| Разом газу              |              |        | 1143             | 157     | 395  | 812      | 174   |
|                         |              |        |                  | (14%)   |      | (71%)    | (15%) |
| Юлівське<br>НГКР        | M-5          | 2405   | M-5(нафта)       | 114/2   | 2    | 98/3     |       |
|                         | Ф-3н         | 3470   | C-4а             | 35      | 167  | 86       | 23    |
|                         |              | H-1065 | C-4а(нафта)      | 61/-    | 22   |          | 18    |
|                         |              |        | C-4б(нафта)      |         | 5    | 1206/114 |       |
|                         |              |        | C-4б,в<br>C-5в,н | 1277    | 6820 | 1629     |       |
|                         |              |        | C-5в(нафта)      |         |      | 95/23    |       |
|                         |              |        | B-15             |         |      |          | 26    |
|                         |              |        | B-16,19          | 331     | 3513 | 13       |       |
|                         |              |        | B-19(нафта)      |         |      |          | 9     |
|                         |              |        | B-19н(нафта)     | 690/13  | 46   |          |       |
|                         |              |        | B-20             | 920     | 757  | 789      |       |
|                         |              |        | B-20(нафта)      | 1426/81 | 98   | 1155/127 |       |
|                         |              |        | B-25-26          | 15      | 242  | 220      |       |
|                         |              |        | B-25-26(наф)     |         |      | 277/22   |       |
|                         |              |        | Ф-1              | 114     | 1143 | 554      |       |
|                         |              |        | Ф-2,3в           |         |      | 147      |       |

| 1                 | 2           | 3           | 4            | 5        | 6     | 7        | 8     |
|-------------------|-------------|-------------|--------------|----------|-------|----------|-------|
|                   | Разом газу  |             | 6179         | 2692     | 12642 | 3438     | 49    |
|                   |             |             |              | (44%)    |       | (55%)    | (1%)  |
|                   | Разом нафти |             | 5420/409     | 2291/96  | 179   | 3102/313 | 35    |
|                   |             |             |              | (42%)    |       | (57%)    | (1%)  |
| Наріжнянське НГКР | Б-10        | 3305        | Б-10,11,12а  |          |       |          | 11    |
|                   | В-21        | 4195        | Б-12б        | 67       | 93    |          |       |
|                   |             | Н-890       | С-4а,б       |          |       | 69       |       |
|                   |             |             | С-5а,б       | 305      | 305   | 1822     | 6     |
|                   |             |             | С-7а         | 173      | 55    |          |       |
|                   |             |             | В-20         |          |       |          | 5     |
|                   |             |             | В-20а(нафта) | 107/5    | 14    |          |       |
|                   |             | В-21(нафта) |              |          |       | 101/13   |       |
|                   | Разом газу  |             | 2458         | 545      | 453   | 1891     | 22    |
|                   |             |             |              | (22%)    |       | (77%)    | (1%)  |
|                   | Разом нафти |             | 208/18       | 107/5    | 14    | 101/13   |       |
|                   |             |             |              | (51%)    |       | (49%)    |       |
| Всього газу       |             |             | 27548        | 13090    | 25701 | 10372    | 4086  |
|                   |             |             |              | (48%)    |       | (38%)    | (14%) |
| Всього нафти      |             |             | 6695         | 2606/107 | 227   | 3456/351 | 633   |
|                   |             |             |              | (39%)    |       | (52%)    | (9%)  |

Об'єм запасів газу за категорією С<sub>2</sub> (122+222) з визначеним промисловим значенням, тобто ті, що підтверджені випробуванням, але практично не залучені у розробку, складає 38%. Таким чином, понад 50% загальних розвіданих запасів вуглеводнів багатопластових родовищ північної бортової зони є значним резервом, але не видобуваються. Тобто це питання потребує вивчення.

Дорозвідка багатопластових родовищ, що перебувають у розробці, на відміну від масивно-пластових родовищ, мають суттєві відмінності, які обумовлені принципово різним розподілом по розрізу та площі покладів ВВ з диференційованим флюїдним станом.

Геологічні та промислові особливості багатопластових родовищ в даній роботі визначались за результатами аналізу геологічної будови та стану запасів вуглеводнів родовищ зони північного борту ДДЗ.

На підставі аналізу структурно-тектонічних, літолого-фаціальних, петрофізичних та інших факторів, даних розробки, структури поточних запасів вуглеводнів встановлені наступні геологічні особливості будови багатопластових родовищ північного борту ДДЗ:

- широкий стратиграфічних поверх нафтогазоносності – від нижньопермських-верхньокам'яновугільних відкладів (Дружелюбівське ГКР, Борисівське ГКР та ін.) до фундаменту (Юліївське НГКР);

- великий гіпсометричний поверх нафтогазоносності – глибини залягання верхніх продуктивних горизонтів в межах 450-2500 м, нижніх – в межах глибин 1700-4500 м;

- товщина поверху нафтогазоносності – від 680 м (Безлюдівське НГКР) до 3870 м (Дружелюбівське ГКР);

- неспівпадання в плані контурів (площі) покладів ВВ – родовища, як правило, незначні за площею і у розрізі мають багаточисельні дрібні поклади (до 50-100 млн м<sup>3</sup> газу) в окремих горизонтах, які розділені ущільненими ділянками;

- диференціація по розрізу флюїдного стану покладів ВВ – в основному родовища газоконденсатні, але є ряд родовищ нафтогазоконденсатних;

- наявність як початкових, так і поточних пластових тисків з різним ступенем виснаженості в покладах ВВ по розрізу багатопластових родовищ;

- різка диференціація фільтраційно-емнісних властивостей (ФСВ) порід-колекторів по площі та розрізу покладу і в цілому по родовищу [3];

- концентрація в покладах різних об'ємів початкових та залишкових запасів ВВ;

- наявність в об'ємі (по площі та розрізу) слабодренованих ділянок покладів ВВ;

- наявність нових неантиклінальних пасток ВВ, які виявлені в процесі геологічного вивчення родовища (площі).

В результаті детального аналізу геологічних та промислових особливостей багатопластових родовищ північного борту ДДЗ, їх комплексування для конкретного родовища (групи родовищ), диференціації в розрізі та площі запасів за категорією С<sub>2</sub> (122+222 та 332) визначені основні три критерії подальшої дорозвідки.

Перший критерій – доцільність дорозвідки лише на запаси газу з невизначеним промисловим значенням. Даний критерій пропонується застосовувати при дорозвідці покладів газу на Дружелюбівському (гор. К-6н, М-2-М-7), Борисівському (гор. К-6), Максальському (гор. М-2), Чкалівському (гор. С-3-4), Скворцівському (гор. Б-3-11), Аксютівському (гор. С-7) родовищах. Другий – дорозвідка запасів з невизначеним промисловим значенням сумісно з промисловими запасами газу, які практично не залучені у розробку. Даний критерій пропонується застосовувати при дорозвідці покладів газу на Дружелюбівському (гор. Б-2, Б-3-4), Борисівському (гор. В-19 бл. св. 1, 5), Максальсько-

му (гор. С-9), Чкалівському (гор. С-5), Вільхівському (гор. М-2-3, М-4-6-7в та гор. Б-1-6), Євгенівському (гор. М-6, Б-9, Б-10), Кружилівському (гор. М-2-6, Б-1) та Юліївському (гор. М-6). Третій – дорозвідка основних покладів родовищ з подальшим опошукуванням їх недорозвіданих ділянок. Даний критерій пропонується застосовувати на неантиклінальних ділянках, в першу чергу, південних схилах структур.

Методичний підхід, що пропонується, був апробований на родовищах Котелевсько-Березівського валу [1] та впроваджується на родовищах північного борту ДДЗ.

### Література

1. Абеленцев, В.М. Геологічні умови вилучення залишкових запасів і дорозвідки родовищ вуглеводнів північної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини [Текст] : монографія / В.М. Абеленцев, А.Й. Лур'є, Л.О. Міщенко. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 192 с. – Бібліогр.: с. 183–190. – ISBN 978-966-285-098-7.
2. Міщенко, Л.О. Геологічні особливості дорозвідки багатопластових родовищ вуглеводнів центральної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини [Текст] / Л. О. Міщенко // Матеріали науково-практичної конференції до 100-річчя від Дня народження В. П. Макридіна «Новітні проблеми геології» 21-23 травня 2015 р. С. 120-121.
3. Абеленцев, В.М. Дослідження неоднорідності порового середовища пластів-колекторів з метою оптимізації вилучення вуглеводнів [Текст] / В.М. Абеленцев, А.Й. Лур'є, Л.О. Міщенко // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна, серія «геологія-географія-екологія». – Харків, 2014. – № 1128, випуск 41. – С. 9-14.

УДК 551.763:561.22

*А.В. Матвеев, к.геол.н., доцент,  
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина*

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИЗВЕСТКОВОГО НАНОПЛАНКТОНА В ПОЗДНЕМ МЕЛУ ЮГА УКРАИНЫ

*В течении раннего мела изучаемая территория имела открытый доступ к тетическим водным массам и была закрыта с севера, что привело к развитию теплолюбивой нанофлоры. В частности, широкое развитие получили нанококонусы, неизвестные в бореальных отложениях.*

*В результате альбской трансгрессии начиная с сеномана открывается доступ к бореальным водным массам, что приводит к появлению в наноконструкциях единичных представителей холодноводных сообществ.*

*Наибольшее влияние испытывают северные периферии изученной области: на северо-западе наблюдается сравнительно незначительное проникновение бореальных видов через северную Европу и на северо-востоке через Конско-Яльинскую впадину устанавливается связь с более холодными водами.*

*На юге территории, в Горном Крыму, в верхнемеловых отложениях попадают единичные тропические виды.*

**Ключевые слова:** известковый нанопланктон, меловой период, палеогеография, юг Украины.

**А.В. Матвеев. ПАЛЕОГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ ВАПНЯНОГО НАНОПЛАНКТОНА В ПІЗНІЙ КРЕЙДІ ПІВДНЯ УКРАЇНИ.** На протязі ранньої крейди досліджувана територія мала відкритий доступ до тетичних водних мас і була закрыта з півночі, що призвело до розвитку теплолюбивої нанофлори. Зокрема, широкий розвиток отримали нанококонуси, невідомі в бореальних відкладах.

*В результаті альбської трансгресії, починаючи з сеномана відкривається доступ до бореальних водних мас, що призводить до появи в наноконструкціях одиничних представників холодноводних спільнот.*

*Найбільший вплив відчують північні частини вивченої області: на північному заході спостерігається порівняно незначне проникнення бореальних видів через північну Європу і на північному сході через Кінсько-Яльинську западину встановлюється зв'язок з більш холодними водами.*

*На півдні території, в Гірському Криму, в верхньокрейдових відкладах попадаються одиничні тропічні види.*

**Ключові слова:** вапняковий нанопланктон, крейдовий період, палеогеографія, південь України.

**Введение.** В силу как прижизненного, так и посмертного разноса нанопланктона поверхностными и глубинными течениями разного происхождения, применение данных распространения нанофоссилий для палеогеографических

построений до последнего времени не находило широкого распространения. До начала XXI века была известна только позднемастрихтская зональность распространения нанопланктона, обусловленная климатическим фактором. Так,

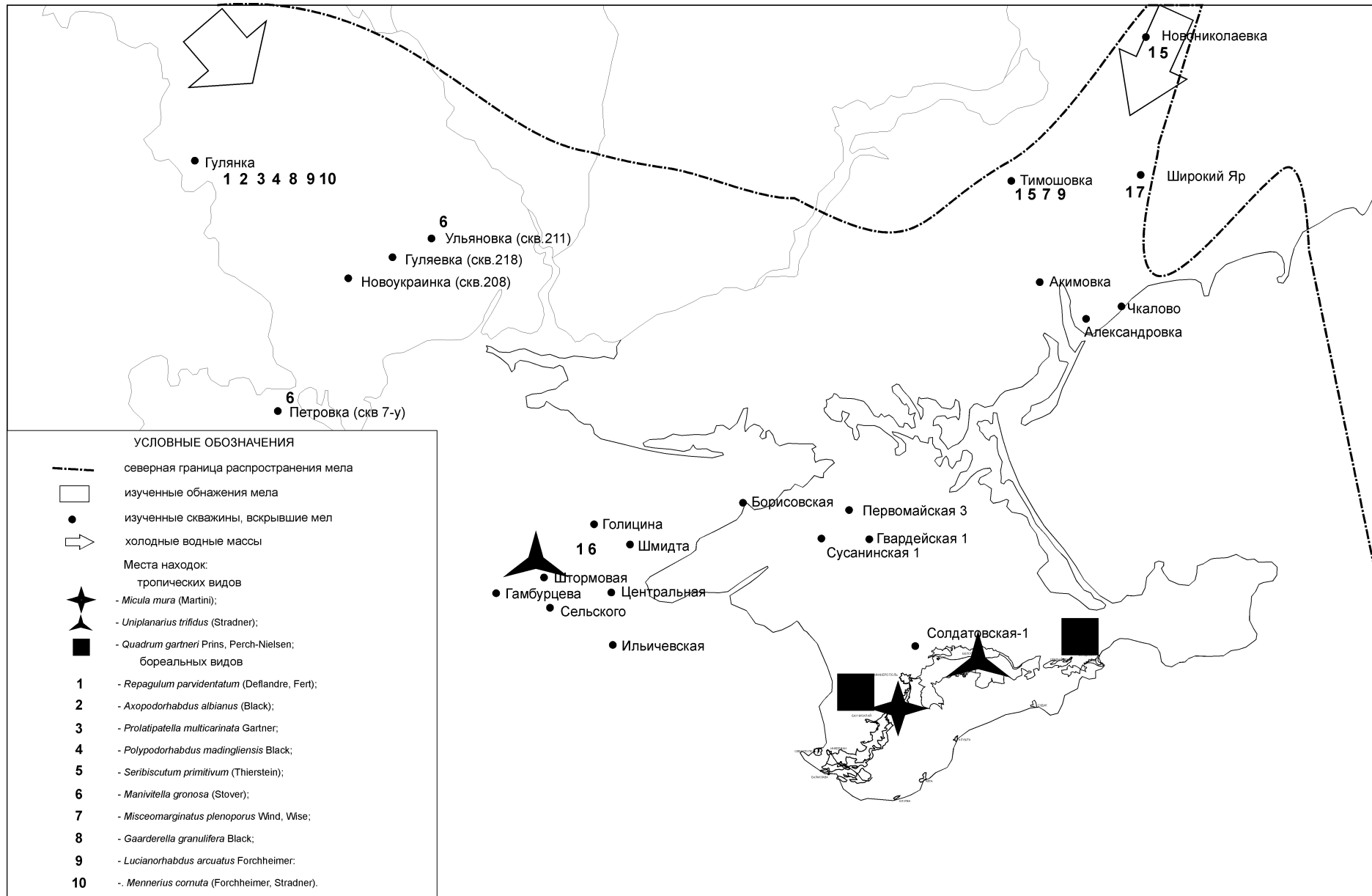


Рис. 1. Места нахождения остатков тропических и бореальных видов в меле юга Украины

было установлено [11], что вид *Micula mura* (Martini) в большом количестве встречается в южных разрезах, а *Nephrolithus frequens* Gorka характерен для высокоширотных отложений. Несколько позже [7] было установлено, что в Горном Крыму оба этих вида встречаются совместно с постепенным убыванием содержания одного из них соответственно к северу или югу от этого района.

Анализ данных, полученных в результате глубоководного бурения по программам DSDP и ODP, позволил наметить также зональность в распределении ряда поздне меловых видов. Так к тропическим видам относятся *Uniplanarius trifidus* (Stradner), *Quadrum gartneri* Prins, Perch-Nielsen, а к бореальным *Repagulum parvidentatum* (Deflandre, Fert).

**Материалы и методы.** Нами использованы материалы, полученные при изучении известкового нанопланктона из меловых отложений юга Украины (Горный и Равнинный Крым, северное Причерноморье, шельф Черного моря) (рис. 1). Для сравнения использованы данные о распространении нанопланктона в верхнем мелу Египта, полученные нами ранее, и данные М.Н. Овечкиной [6] о кампанском и маастрихтском нанопланктоне юга Русской плиты.

Верхнемеловые отложения юга Украины представлены преимущественно карбонатными породами (мел, мергель, известняк). По периферии этой области, за счет сноса со склонов Украинского щита, увеличивается терригенная составляющая. Во всех породах содержание нанофоссилий высокое, сохранность удовлетворительная. Исключением являются перекристаллизованные фарфоровидные известняки, в которых установлены только неопределимые остатки нанофоссилий.

Изучение проводилось при помощи светового микроскопа при увеличении 1000 во временных водных препаратах по методу светлого поля, а также в поляризованном свете.

**Результаты и обсуждение.** Редкое использование данных по нанопланктону в палеогеографических реконструкциях обусловлено рядом факторов. Во-первых, достаточно хорошо изученные палеотемпературные зависимости наноконплексов в кайнозое не могут быть использованы для мелового периода в связи с полной сменой таксономического состава нанопланктона на рубеже мела и палеогена. Во-вторых, до последнего времени очень интенсивно изучался нанопланктон из отложений тетической области и океанических отложений, бореальный меловой нанопланктон изучен значительно хуже. Тем не менее, на качествен-

ном уровне можно проследить ряд изменений в составе наноконплексов, которые объясняются климатическим фактором.

Принимая во внимание открытость меловых бассейнов тетической области, можно сделать вывод, что основным фактором перераспределения состава наноконплексов является изменение температуры и/или глубинности бассейна. В качестве маркеров температуры вод в кампане и маастрихте в ряде работ [6, стр 143] были предложены следующие виды:

- тепловодные: *Biscutum constans* (Gorka), *Ceratolithoides* spp., *Retecapsa surirella* (Deflandre, Fert), *Cylindralithus serratus* Bramlette, Martini, *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, *L.praequadratus* Roth, *L. quadratus* Bramlette, Martini, *Micula mura*, *M.prinsii* Perch-Nielsen, *Octolithus multiplus* (Perch-Nielsen), *Uniplanarius sissinghii* Perch-Nielsen, *U.trifidum* (Stradner), *Watznaueria barnesae* (Black), *Rhagodiscus* spp.

- холодноводные *Ahmuellerella octoradiata* (Gorka), *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekschina, *A.specillata* Vekschina, *Biscutum magnum* Wind et Wise, *Broinsonia parca* (Stradner), *Calculites obscurus* (Deflandre), *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelski), *Eiffelithus eximius* (Stover), *E.turrisieffellii* (Deflandre), *Gartnerago* spp., *Kamptnerius magnificus* Deflandre, *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, *Micula concava* (Stradner), *M.decussata* Vekshina, *Nephrolithus frequens*, *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelski), *P.grandis* Perch-Nielsen, *P.stoveri* (Perch-Nielsen), *Reinhardtites antophorus* (Deflandre), *R.levis* Prins, *Sissingh*, *Tranolithus phacelosus* (Stover).

Нельзя согласиться с достоверностью определения этого списка, что в частности и оговорено в вышеприведенной работе.

Так, вид *Watznaueria barnesae* в работе Д.Бакри [8] считается тепловодным, в более поздних исследованиях предполагается, что он становится многочисленным в обстановке низкой продуктивности [9], либо относится к экологически устойчивым видам, которые первыми занимают новые или освободившиеся экологические ниши [10]. Наши исследования в меловых отложениях низких широт (Египет) [5] и юрских отложениях высоких широт [4] подтверждают точку зрения о многочисленности этого вида в условиях низкой продуктивности, зачастую наноконплексы, сформировавшиеся в таких условиях, становятся практически моновидами.

Также нельзя согласиться с холодноводностью целого ряда видов: *Arkhangelskiella cym-*

*biformis*, *A.specillata*, *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Eiffelithus turriseiffelii*, *Prediscosphaera cretacea*, *P.grandis*, *P.stoveri*, *Reinhardtites antophorus*, *R.levis*, составляющих существенную, а суммарно ведущую, роль в наноконкомплексах верхнего мела Египта.

Таким образом, даже этот небольшой обзор показывает, что в настоящее время количество однозначно трактуемых палеогеографических маркеров среди видов нанопланктона не так много, а детальность восстановления палеообстановки далека от совершенства.

Тем не менее, с нашей точки зрения, имеется возможность установить общие закономерности изменений температурного режима и связей с теплыми или холодными бассейнами.

В течении раннего мела изучаемая территория имела открытый доступ к тетическим водным массам и была закрыта с севера, что привело к развитию теплолюбивой нанофлоры. В частности, широкое развитие получили наноконусы, неизвестные в бореальных отложениях [3]. Вообще нанокониды в течении раннего мела эволюционировали от олиготрофных водорослей нижней фотической зоны в берриасе - барреме до эвтрофных мелководных организмов в апте-альбе.

В результате альбской трансгрессии начиная с сеномана открывается доступ к бореальным водным массам [1], что приводит к появлению в наноконкомплексах единичных представителей холодноводных сообществ.

Наибольшее влияние испытывают северные периферии изученной области: на северо-западе наблюдается сравнительно незначительное проникновение северных видов через северную Европу.

На северо-западе связь проявляется в регулярной встречаемости в наноконкомплексах с сеномана по маастрихт в небольших, как правило единичных количествах, северных мигрантов: *Repagulum parvidentatum* (Deflandre, Fert), *Mennerius cornuta* (Forchheimer, Stradner), *Axopodorhabdus albianus* (Black), *Prolatipatella multicarinata* Gartner, *Seribiscutum primitivum* (Thierstein), *Polypodorhabdus madingliensis* Black, *Manivitella gronosa* (Stover), *Lucianorhabdus arcuatus* Forchheimer, *Gardnerella granulifera* Black (Рис.2).

На северо-востоке отчетливая связь с северными водами проявлена только в кампане, что, по видимому, связано с открытием Конско-Яльинской впадины. В отложениях этого возраста наблюдается сокращение таксономического разнообразия, *Arkhangelskiella* spp. не только теряют свою доминирующую роль, но и встречаются очень редко. В тоже время в нанокон-

плексе появляются *Misceomarginatus plenoporus* Wind, Wise и *Repagulum parvidentatum*.

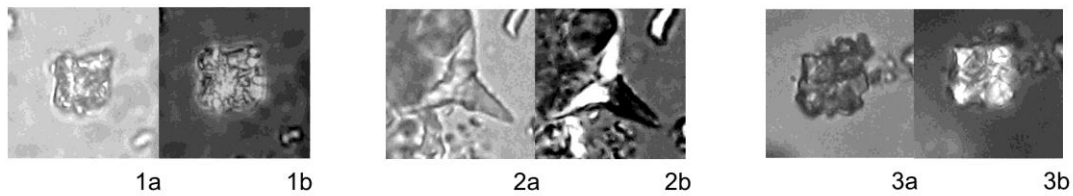
На юге территории, в Горном Крыму, в верхнемеловых отложениях попадают единичные тропические виды *Uniplanarius trifidus*, *Quadrum gartneri* и *Micula mura* (таблица I).

По-видимому впервые климатическая дифференциация начинает проявляться еще в туроне. Для сравнения нами использованы данные о видовом составе нанофоссилий с северо-западных окраин Донбасса (г. Изюм, Балаклея, Славянск). Видовой состав основной части наноконкомплексов в южных и северо-восточных районах не отличается, однако, наблюдается существенное отличие в соотношении количества отдельных видов. Так в южных разрезах большая часть кокколлитов представлена видами *Watznaueria barnesae* (Black, 1959), *Cyclagelosphaera margereli* Noel, 1965, *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelski, 1912), *Biscutum constans* (Gorka, 1957), *Cretarhabdus conicus* Bramlette, Martini, 1964, *Eiffelithus turriseiffelii* (Deflandre, 1954). На северо-востоке эти виды также присутствуют, но в заметно меньших количествах. С другой стороны, такие виды как *Ahmuellerella octoradiata* (Gorka, 1957), *Eiffelithus eximius* (Stover, 1966), *Gartnerago oblicuum* (Stradner, 1963), *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959, *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre, 1965), достаточно редкие на юге, появляются в заметно большем количестве в северных районах.

Более существенны изменения в составе второстепенных, в том числе стратиграфически важных, видов. В южных разрезах обычными являются такие виды как *Chiastozygus litterarius* (Gorka, 1957), *Ch.trabeculatus* Gorka, 1957, *Corollithion exiguum* Stradner, 1961, *Discorhabdus ignotus* (Gorka, 1957), *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959 *Nannoconus truitti* Bronniman, 1955, *Rotelapillus laffitei* (Noel, 1957), *Staurolithites crux* (Deflandre, Fert, 1954), *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963), *Zeugrhabdodus embergeri* (Noel, 1959). В то время как в северных они встречаются значительно реже, зачастую в виде единичных экземпляров. С другой стороны, в отложениях у северу от Украинского щита гораздо чаще встречаются *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964, *Eprolithus octopetalus* Varol, 1992, *Rhagodiscus infinitus* (Worsley, 1971), *Misceomarginatus plenoporus* Wind, Wise, *Lithastrinus septenarius* Forchheimer, 1972.

**Выводы.** Лишь немногие виды мелового известкового нанопланктона являются достоверными палеотемпературными индикаторами, что накладывает определенные ограничения на

Теплолюбивые мигранты



Холоднолюбивые мигранты:

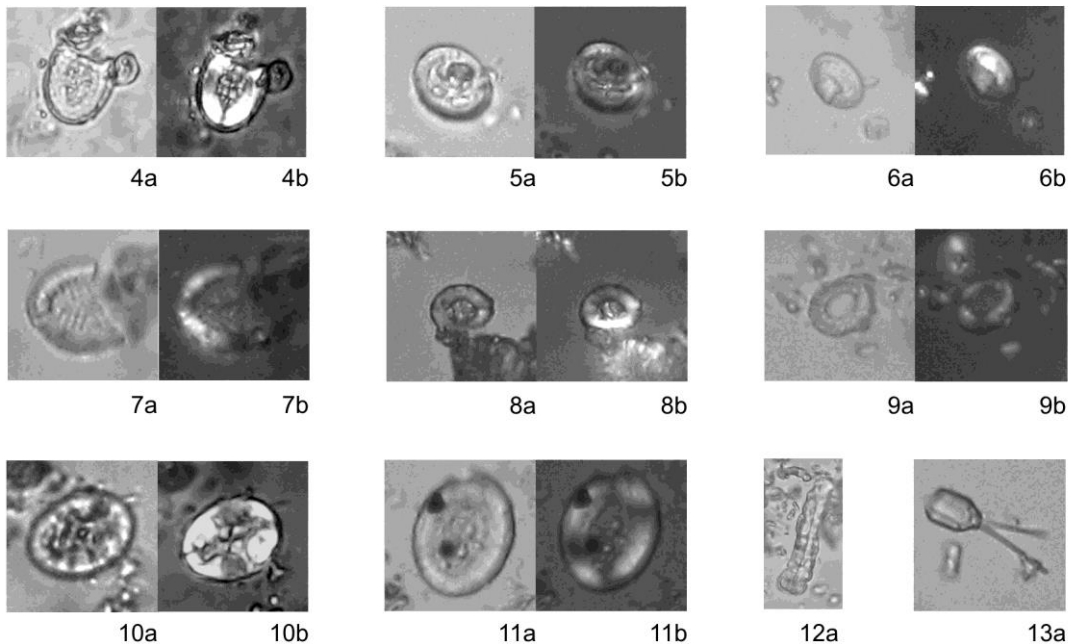


Рис. 2. Известковые нанофоссилии юга Украины – температурные индикаторы.

Все изображения приведены с увеличением 1 200.

В каждой фигуре: позиция *a* – без николей, позиция *b* – в скрещенных николях.

Теплолюбивые мигранты: 1 – *Micula mura* (Martini), Горный Крым, маастрихт,

2 – *Uniplanarius trifidus* (Stradner), Горный Крым, кампан;

3 – *Quadrum gartneri* Prins, Perch-Nielsen, северо-западное Причерноморье, кампан.

Холоднолюбивые мигранты: 4 – *Repagulum parvidentatum* (Deflandre, Fert), Горный Крым, апт;

5 – *Axopodorhabdus albianus* (Black), северо-западное Причерноморье, кампан; 6 – *Prolatipatella*

*multicarinata* Gartner, северо-западное Причерноморье, кампан; 7 – *Polypodorhabdus madingliensis* Black, Горный Крым, апт; 8 – *Seribiscutum primitivum* (Thierstein), северо-западное Причерноморье, кампан; 9 – *Manivitella gronosa* (Stover), северо-восточное Причерноморье, кампан,

10 – *Misceomarginatus plenoporus* Wind, Wise, северо-восточное Причерноморье, кампан;

11 – *Gaarderella granulifera* Black, Горный Крым, кампан; 12 – *Lucianorhabdus arcuatus* Forchheimer,

северо-восточное Причерноморье, кампан, 13 – *Mennerius cornuta* (Forchheimer, Stradner),

северо-западное Причерноморье, кампан.

использование количественных методов палеотемпературного анализа.

Меловые отложения юга Украины вмещают как тропических, так и бореальных мигрантов, что делает эту территорию важной для установления временного соотношения видов нанофоссилий.

Климатическая зональность по нанопланктону устанавливается с турона и достигает заметной контрастности в позднем кампане - маастрихте, что необходимо учитывать при составлении и использовании стратиграфических схем.

**Литература**

1. Проливы Северного полушария в мелу и палеогене [Текст] / Е.Ю. Барабошкин, Д.П. Найдин, В.Н. Беньямовский и др. – М.: Изд-во геологического ф-та МГУ. – 2007. – 182 с.
2. Дмитренко, О. Б. Стратиграфическое распределение кокколитов в верхнемеловых отложениях Прикаспийской впадины [Текст] / О.Б. Дмитренко // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 1978. – Т. 53, вып.6. – С. 91-100.
3. Палеонтологическая и магнитостратиграфическая характеристика верхнемеловых отложений, вскрытых скважиной 8 Русско-Полянского района (юг Западной Сибири) [Текст] / Н.К. Лебедева, Г.Н. Александрова, Б.Н. Шурыгин и др. // Стратиграфия. Геол.корреляция. – 2013. – Т. 21, №1. – С. 43-73.
4. Матвеев, А.В. Известковый нанопланктон келловея - оксфорда разреза Дубки (Саратовское Поволжье) [Текст] / А.В. Матвеев // Юрская система России : проблемы стратиграфии и палеобиогеографии. – Ярославль. – 2007. – С. 160.
5. Матвеев, А.В. Сравнительный анализ известкового нанопланктона на границе мел-палеоген северной и южной окраины восточного Перитетуса. [Текст] / А. В. Матвеев, С. И. Шуменко // Альгология, 2000. – Т. 10, №3. – С. 332-335.
6. Овечкина, М. Н. Известковый наннопланктон верхнего мела (кампан и маастрихт) юга и востока Русской плиты [Текст] / М.Н. Овечкина // Тр. Палеонт ин-та. – 2007. –Т. 288. – 352 с.
7. Шуменко, С.И. Известковые нанофоссилии в верхнемеловых отложениях Крыма [Текст] / С.И. Шуменко, В.П. Стеценко // БМОИП, отд.геол. – 1978. – Т. 53, №1. – С. 130-137.
8. Bukry, D. Phytoplankton stratigraphy, DSDP, Leg 20, Western Pacific Osean [Текст] / D. Bukry // Init. Rep. DSDP. – 1973. – Vol. 20. – P. 307-317.
9. Erba, E. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Mesozoic sediments recovered from the Western Pacific, Leg. 129 [Текст] / E. Erba, J.M. Covington // Proc. ODP, Sci.Res. – 1992. – Vol. 129. – P. 179-187.
10. Mutterlose, J. Calcareous nannofossil paleogeography of the Early Cretaceous of NW Europe [Текст] / J. Mutterlose // Mitt. Geol.-Palaontol. Inst. Univ. Hamburg. – 1996. – Bd. 77. – P. 291-313.
11. Worsley, T. Late Maastrichtian nannoplankton provinces [Текст] / T. Worsley, E. Martini // Nature. – 1970. – 225 (5239). – P. 1242-1243.



## ПІДЗЕМНІ ВОДНІ РЕСУРСИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА СТРАТЕГІЯ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ

У статті розглянуто актуальне на сьогодні питання розробки стратегії використання ресурсів питних підземних вод для України в цілому і Харківської області зокрема. Поверхневі води як джерело водопостачання є вкрай уразливими в умовах техногенезу, тому надійність водопостачання населення великою мірою залежить від ступеня використання більш захищених від негативних зовнішніх впливів підземних вод. Розглянуто та зроблено аналіз основних особливостей стану підземних водних ресурсів, визначено основні проблеми водокористування та водозабезпечення населених міст Харківської області. Розглянуто та проаналізовано прогнозні ресурси основних водоносних горизонтів підземних вод області, що використовуються для цілей водопостачання. Побудована та проаналізована карта прогнозних ресурсів та видобутку питних підземних вод по населених пунктах області. Розроблена типізація водозаборів питних підземних вод області за ступенем вмісту в них токсичних елементів. Проаналізовано рівень водопостачання сільських населених пунктів Харківської області та заходи, щодо покращення забезпечення мешканців сільських населених пунктів питною водою нормативної якості. Розроблені основні принципи стратегії використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання Харківської області.

**Ключові слова:** підземні водні ресурси, якість питних вод, Харківська область, стратегія використання, прогнозні ресурси, експлуатаційні запаси, водозабори підземних вод, водоносні горизонти і комплекси, оцінка водопостачання.

**В.Н. Прибылова. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ И СТРАТЕГИЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ.** В статье рассмотрен актуальный на сегодня вопрос разработки стратегии использования ресурсов питьевых подземных вод для Украины в целом и Харьковской области в частности. Поверхностные воды как источник водоснабжения крайне уязвимы в условиях техногенеза, поэтому надежность водоснабжения населения во многом зависит от степени использования более защищенных от негативных внешних воздействий подземных вод. Рассмотрен и сделан анализ основных особенностей состояния подземных водных ресурсов, определены основные проблемы водопользования и водоснабжения населенных городов Харьковской области. Рассмотрены и проанализированы прогнозныe ресурсы основных водоносных горизонтов подземных вод области, используемых для целей водоснабжения. Построена и проанализирована карта прогнозных ресурсов и добычи питьевых подземных вод по населенным пунктам области. Разработана типизация водозаборов питьевых подземных вод области по степени содержания в них токсичных элементов. Проанализирован уровень водоснабжения сельских населенных пунктов Харьковской области и мероприятия по улучшению обеспечения жителей сельских населенных пунктов питьевой водой нормативного качества. Разработаны основные принципы стратегии использования ресурсов питьевых подземных вод для водоснабжения Харьковской области.

**Ключевые слова:** подземные водные ресурсы, качество питьевых вод, Харьковская область, стратегия использования, прогнозныe ресурсы, эксплуатационные запасы, водозаборы подземных вод, водоносные горизонты и комплексы, оценка водоснабжения.

Проблема забезпечення населення якісною питною водою і стійкого водозабезпечення для господарчих та промислових потреб є однією з найважливіших проблем для кожної держави. Об'єми використання води на порядки більші, ніж інших добувних ресурсів. Багато регіонів світу потерпає від нестачі води, що зумовлено шаленим розвитком світової економіки, починаючи з ХХ століття, зростанням чисельності населення, техногенним навантаженням, що накладає екологічне обмеження її використання. Понад 2 млрд. жителів планети зазнають «водного стресу». Для населення України проблема питної води вкрай важлива, оскільки водні ресурси – один з головних чинників розвитку й розміщення продуктивних сил, вони визначають рівень життя і здоров'я населення. Тому і постає питання розробки стратегії використання ресурсів питних підземних вод для України в цілому і Харківської області зокрема.

Водні ресурси на території України розподілені вкрай нерівномірно, тому і різні адміністративно-територіальні одиниці забезпечені водою як надмірно так і недостатньо. Відповід-

но до стандартів ООН, Україна за сумарними запасами власних поверхневих і підземних водних ресурсів належить до малозабезпечених держав (загальний обсяг внутрішніх відновлювальних ресурсів – 1122 м<sup>3</sup>/рік). По забезпеченості водними ресурсами Україна займає останнє місце серед європейських держав (рис. 1). Прогнозні ресурси підземних вод в Україні становлять близько 22,5 км<sup>3</sup>/рік (61689,2 тис. м<sup>3</sup>/добу), з яких на долю Харківської області припадає 4109,8 тис. м<sup>3</sup>/добу – що відповідає 6 місцю серед областей України (рис. 2). Середня забезпеченість прогнозними ресурсами підземних вод одного жителя Харківської області становить 1,29 м<sup>3</sup>/добу, експлуатаційними запасами – 0,33 м<sup>3</sup>/добу, що відповідає 10 місцю серед областей України (рис. 3). Найбільші прогнозні ресурси в Балаклівському (663,6 тис. м<sup>3</sup>/добу), Харківському (561,6 тис. м<sup>3</sup>/добу), Валківському (294,1 тис. м<sup>3</sup>/добу), Вовчанському (185,3 тис. м<sup>3</sup>/добу) районах, найменші – в Барвінківському (49,5 тис. м<sup>3</sup>/добу), Борівському (39,8 тис. м<sup>3</sup>/добу) та Шевченківському (26,2 тис. м<sup>3</sup>/добу) районах (рис. 4).



Рис. 1

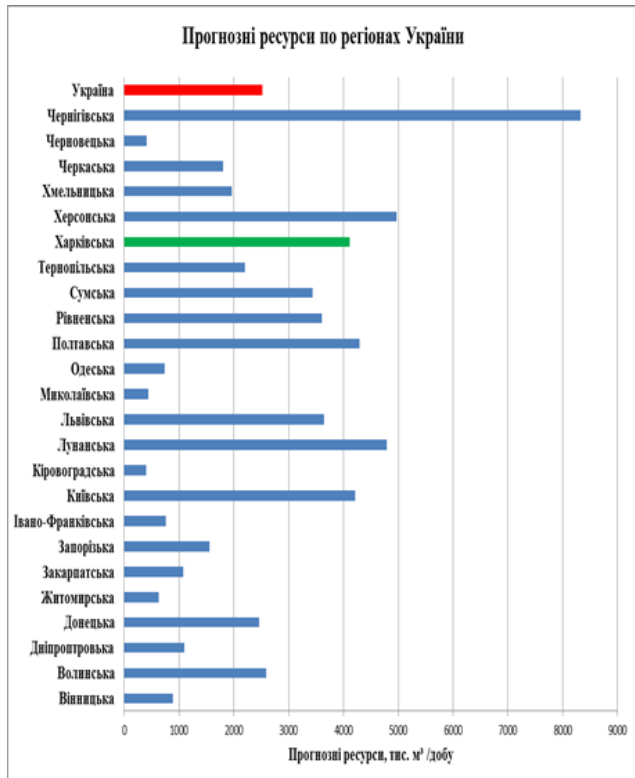


Рис. 2

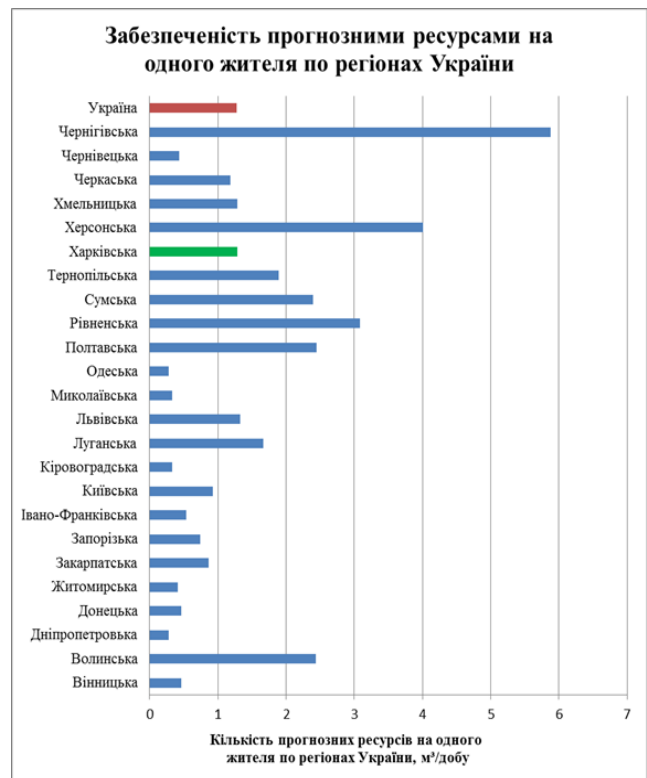


Рис. 3

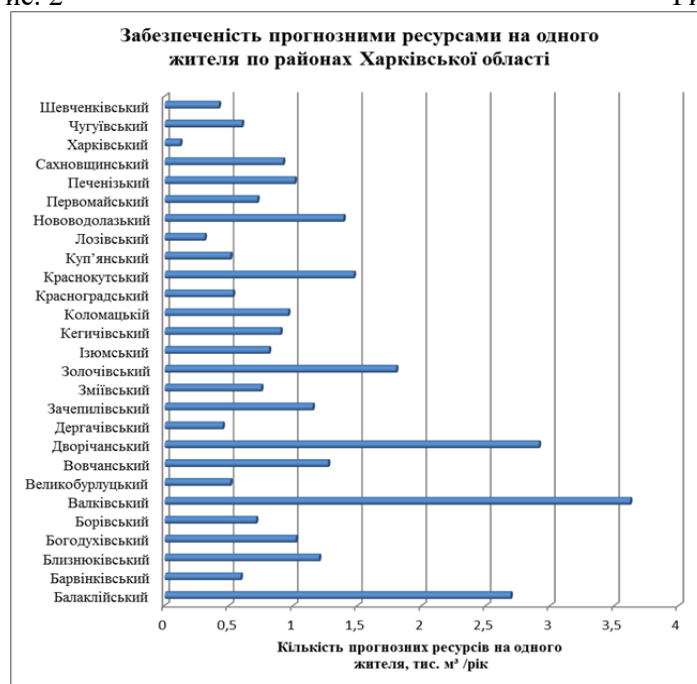


Рис. 4

У межах Харківського регіону головними водоносними горизонтами, які використовують для централізованого водопостачання, є палеогеновий (як правило, бучацько-канівський, рідше межигірсько-обухівський), водоносний горизонт мергельно-крейдяної товщі верхньої крейди та сеноман-нижньокрейдяний водоносний горизонт. На півдні області придатними для водопостачання є горизонти, які залягають в тріасових відкладах. Прогнозні ресурси підземних вод бучацько-канівського водоносного горизонту складають – 645,3 тис. м<sup>3</sup>/добу, межигірсько-обухівського – 655,2 тис. м<sup>3</sup>/добу, мергельно-крейдяної товщі верхньої крейди –

1889,6 тис. м<sup>3</sup>/добу, сеноман-нижньокрейдяного водоносного горизонту – 382,4 тис. м<sup>3</sup>/добу (рис. 5).

Підземні води розвідані в області на 28 родовищах з 50 водозаборами. Всього по Україні 435 родовищ з 989 водозаборами. За абсолютними показниками Харківська область належить до областей з найбільшою кількістю розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод. Кількість затверджених експлуатаційних запасів становить 1047,87 тис. м<sup>3</sup>/добу. Запаси підземних вод затверджені лише в 15 районах області з 27. Усього в області нараховується понад 3,1 тис. свердловин (рис. 6).

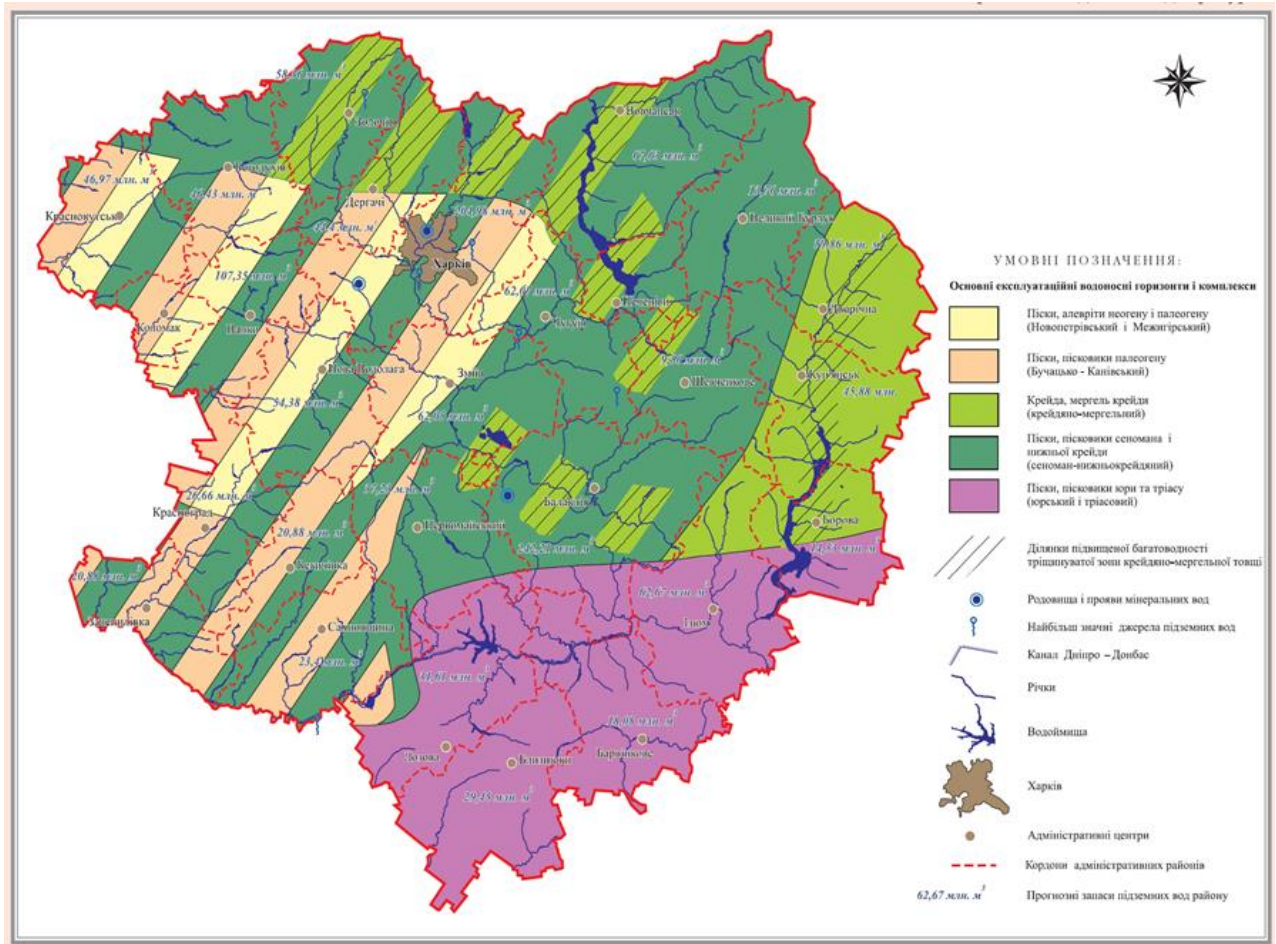


Рис. 5. Карта розповсюдження основних водоносних горизонтів Харківської області



Рис. 6

Використання підземних вод для водопостачання Харківської області становить 2,4 % від загальної подачі води по області.

Загальний видобуток підземних вод із прогнозних ресурсів по області становить 160,04 тис. м<sup>3</sup>/добу, це близько 4% загальної їх кількості, по Україні – 5486,5 тис. м<sup>3</sup>/добу, це близько 8,9 % загальної їх кількості. Об'єм видобутку з експлуатаційних запасів питних підземних вод досягає 50,6 тис. м<sup>3</sup>/добу, що відповідає 4,8 % загальної кількості розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод. Найбільший відсоток використання прогнозних ресурсів підземних вод в Шевченківському (10,1%), Великобурлу-

цькому (10,1%), Харківському (12,9%), Куп'янському (12,9%) районах, найменші – в Валківському (0,9%), Коломацькому (1,02%), Дворічанському (1,2%) районах Харківської області (рис. 7, 8).

У 2013 році із 160,04 тис. м<sup>3</sup>/добу прогнозних ресурсів підземних вод було використано 160,03 тис. м<sup>3</sup>/добу (близько 100%), з них 107,81 тис. м<sup>3</sup>/добу (67%) – на господарсько-питне водопостачання, 29,41 тис. м<sup>3</sup>/добу (19%) – на виробничо-технічне постачання, 11,07 тис. м<sup>3</sup>/добу (7%) – на сільсько-господарські потреби і 11,63 тис. м<sup>3</sup>/добу (7%) – на зрошення земель (рис. 9).

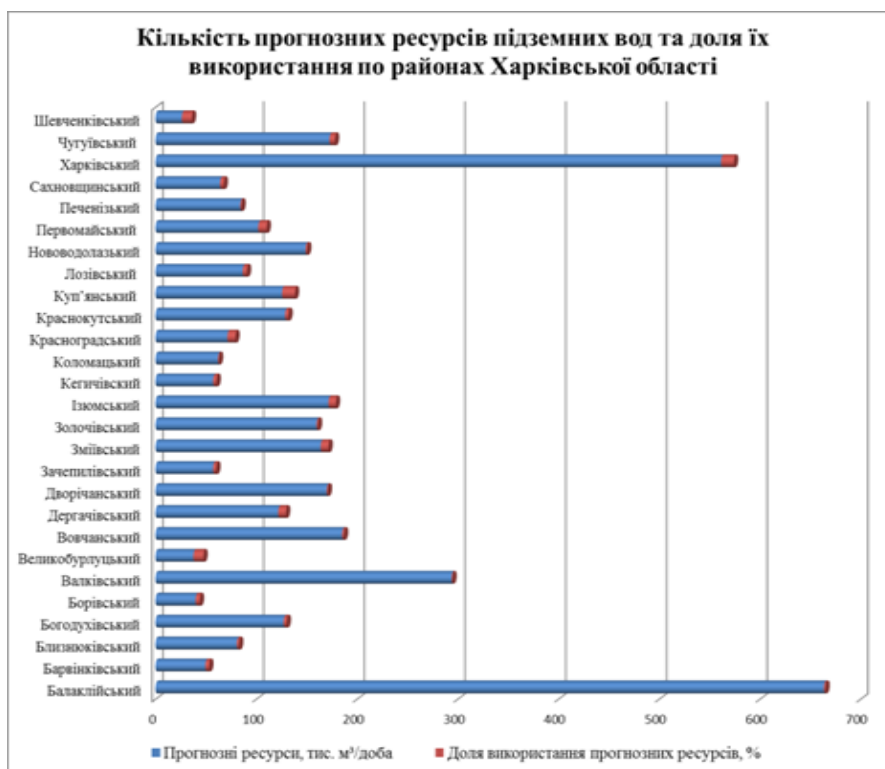


Рис. 7

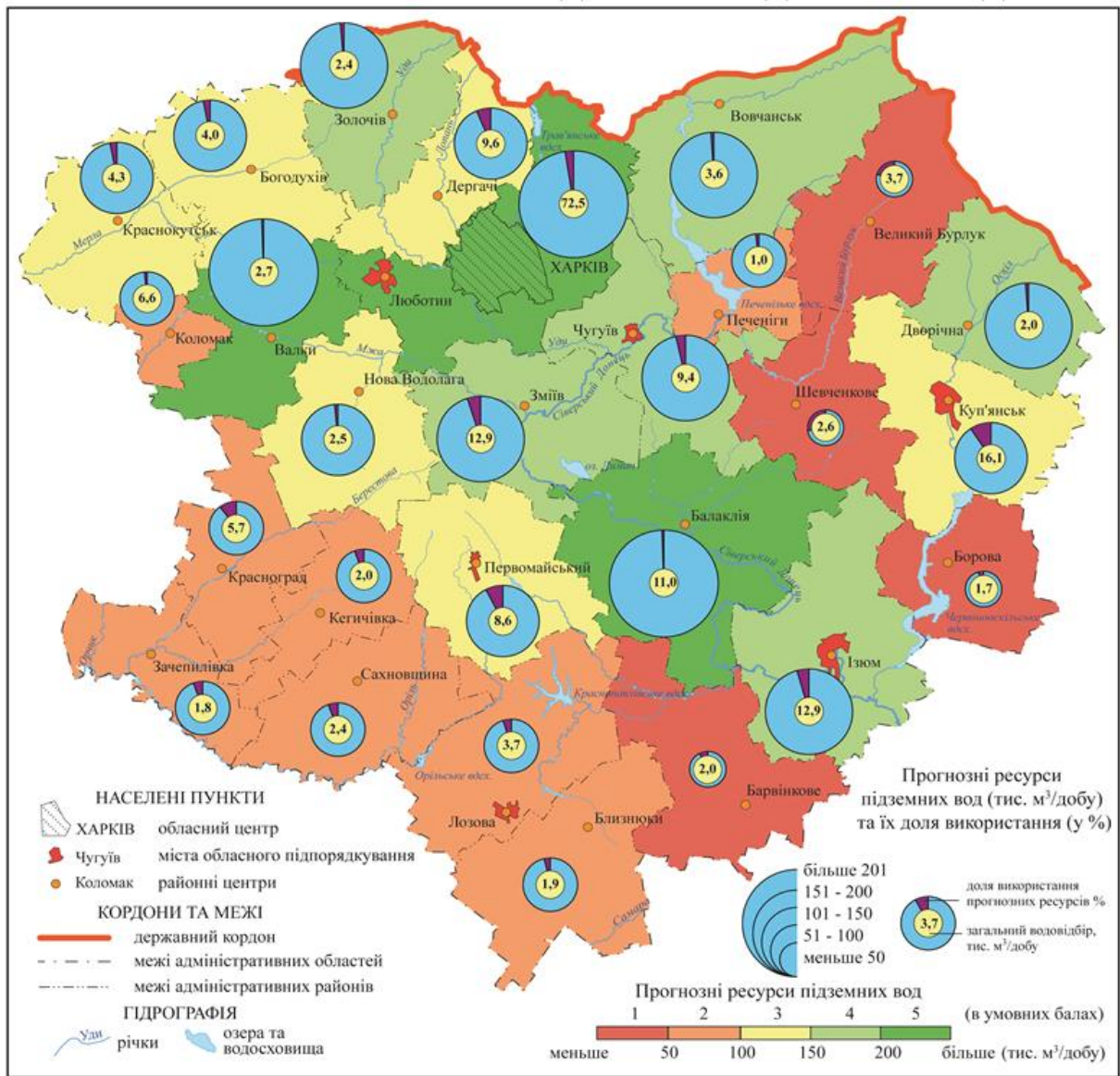
Із загальної кількості прогнозних ресурсів підземних вод у 2013 році 4109,8 тис. м<sup>3</sup>/добу не використано по Харківській області – 3949,76 тис. м<sup>3</sup>/добу. Із загальної кількості експлуатаційних запасів питних підземних вод 1047,9 тис. м<sup>3</sup>/добу не використано 997,3 тис. м<sup>3</sup>/добу. Невикористання прогнозних та експлуатаційних ресурсів по області перевищує 90%.

Показники видобутку та невикористаних прогнозних та експлуатаційних ресурсів свідчать про наявність значного резерву для використання захищених водоносних горизонтів підземних вод на противагу уразливим і забрудненим поверхневим водам. Як засвідчує міжнародна багаторічна практика і підтвердила аварія на Чорнобильській АЕС, поверхневі води як джерело водопостачання є вкрай уразливими

в умовах техногенезу, тому надійність водопостачання населення великою мірою залежить від ступеня використання більш захищених від негативних зовнішніх впливів підземних вод.

У результаті визначення складу і концентрацій елементів в підземних водах водозаборів Харківщини були виявлені речовини 2-го та 3-го класу небезпеки з вмістом вище норм ГДК: 2-й клас небезпеки – кадмій, свинець, миш'як, алюміній, бром, барій; 3-й клас небезпеки – залізо, марганець. Згідно із критеріями співставлення виявлених концентрацій елементів у воді водозаборів до їх ГДК та мінералізацією було зроблено типізацію водозаборів підземних вод малих міст Харківщини за ступенем вмісту в них токсичних елементів.





1:1 500 000

Рис. 8. Карта прогнозних ресурсів та видобутку питних підземних вод по районах Харківської області



Рис. 9

Оцінка еколого-гідрогеологічних умов та рівнів забруднення підземних вод

| Гідрогеохімічний стан води | Рівні забруднення | Природні, природно-техногенні, техногенні показники |   |      |       |
|----------------------------|-------------------|---|---|------|-------|
|                            |                   | Мінералізація г/дм <sup>3</sup>                     | ГДК вмісту речовин за класами небезпеки |      |       |
|                            |                   |   | I-й                                     | II-й | III-й |
| Прийнятний                 | низький           | <1  | <1                                      | <1   | <1    |
| Обмежено прийнятний        | середній          | 1,0-1,5   | 1-2                                     | 1-5  | 1-10  |
| Неприйнятний               | високий           | 1,5-3,0   | 2-3                                     | 5-10 | 10-20 |
| Небезпечний                | дуже високий      | >3  | >3                                      | >10  | >20   |

У Харківській області залежно від еколого-гідрогеологічних умов та рівнів забруднення підземних вод за таблицею 1, виділяються 4 групи водозаборів підземних вод (рис. 10):

**До першої групи водозаборів** належать водозабори з прийнятним гідрогеохімічним станом та низьким рівнем забруднення підземних вод – мінералізація <1 г/дм<sup>3</sup>, вміст речовин 1-го, 2-го та 3-го класу небезпеки не перевищує 1 ГДК.

**До другої групи водозаборів** віднесені водозабори з обмежено прийнятним гідрогеохімічним станом та середнім рівнем забруднення підземних вод – мінералізація від 1 до 1,5 г/дм<sup>3</sup>, вміст речовин 1-го класу небезпеки 1-2 ГДК, 2-го класу небезпеки 1-5 ГДК та 3-го класу небезпеки 1-10 ГДК. Це водозабори, де виявлені у воді талій і ртуть у кількості 1-2 ГДК, або кадмій, свинець, миш'як, алюміній, бром, стронцій, барій від 1 до 5 ГДК.

**До третьої групи водозаборів**, належать водозабори з неприйнятним гідрогеохімічним станом та середнім рівнем забруднення підземних вод – мінералізація від 1,5 до 3 г/дм<sup>3</sup>, вміст речовин 1-го класу небезпеки 2-3 ГДК, 2-го класу небезпеки 5-10 ГДК та 3-го класу небезпеки 10-20 ГДК.

**До четвертої групи водозаборів** віднесені водозабори з небезпечним гідрогеохімічним станом та дуже високим рівнем забруднення підземних вод – мінералізація перевищує 3 г/дм<sup>3</sup>, вміст речовин 2-го класу небезпеки >10 ГДК та 3-го класу небезпеки >20 ГДК.

Оцінка прогнозних ресурсів підземних вод, що є основою експлуатаційних запасів підземних вод, виконана ще у 1974-1980 роках за принципами і положеннями, що нині істотно змінилися або втратили актуальність через неповне врахування (у зв'язку з недостатнім вивченням) джерел формування експлуатаційних ресурсів підземних вод, різний рівень вірогідності показників гідрогеологічних параметрів,

обґрунтування меж їх застосування, умовність прийнятих схем прогнозних водозаборів, недостатнє врахування екологічних питань, вивчення якості підземних вод питного призначення тощо. Також по багатьох родовищах минули строки, на які були затверджені експлуатаційні запаси підземних вод як по території загалом, так і на окремих родовищах та їх ділянках. Тому необхідно зробити переоцінку прогнозних ресурсів підземних вод Харківської області. Роботи з оцінювання прогнозних ресурсів підземних вод мають включати дослідження щодо змін якості, захищеності (уразливості) та ресурсного потенціалу підземних вод.

Рівень водопостачання сільських населених пунктів в Україні є одним з найгірших в Європі. Це стосується і Харківської області. Жителі 17 населених пунктів Барвінківського, Великобурлуцького, Дворічанського, Дергачівського, Куп'янського, Сахновщанського, Чугуївського, Печенізького районів області (11 тис. мешканців) використовують для пиття привізну воду і місцеві джерела – шахтні і трубні колодязі, індивідуальні свердловини, саморобні каптажі, які через експлуатацію незахищених ґрунтових водоносних горизонтів та незадовільний технічний стан не гарантують епідемічної безпеки людей. Основними заходами, щодо забезпечення мешканців сільських населених пунктів питною водою нормативної якості є: очищення поверхневого стоку з селітебних територій, будівництво систем водовідведення в містах і сільських населених пунктах, поліпшення стану зон санітарної охорони джерел водопостачання; відновлення систем питного водопостачання, які знаходяться в неробочому стані або постачають воду, що не відповідає нормативам якості питної води; реконструкція і будівництво в сільській місцевості систем питного водопостачання, які потребують значних капітальних вкладень.

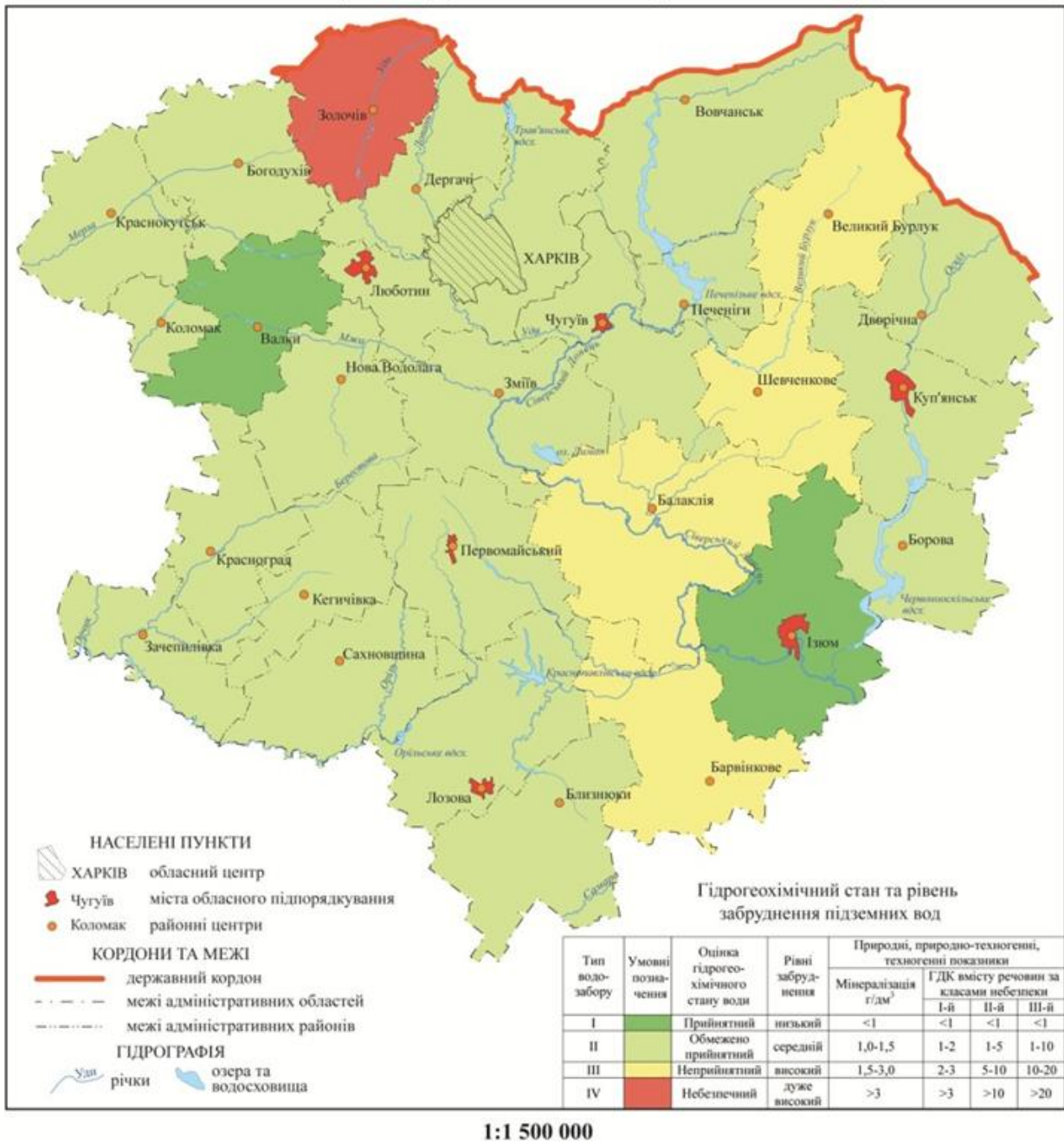


Рис. 10. Типізація водозаборів питних підземних вод Харківської області

Метою стратегії в питанні водних ресурсів підземних вод повинно стати визначення й обґрунтування шляхів розширення використання підземних вод для забезпечення населення Харківської області якісною питною водою з метою повного або часткового переходу господарсько-питного водопостачання на більш надійно захищені від забруднення підземні водні джерела.

**Принципи стратегії:**

- **Комплексність** – органічне поєднання загальнодержавних, регіональних і місцевих інтересів при вирішенні питань водопостачання;
- **Ефективність** – прийняття рішення щодо здійснення водопостачання населення пі-

дземними водами на підставі техніко-економічного обґрунтування їх раціонального видобутку;

- **Сталість систем забезпечення питного водопостачання** – моніторинг стану підземних вод, переоцінка прогнозних ресурсів питних підземних вод, обґрунтування оптимізації водозабірних споруд на діючих водозаборах, проведення пошукових та розвідувальних робіт для розширення обсягів питного водопостачання тощо;
- **Пріоритетність** - забезпечення населення питною водою високої якості, що проживає на територіях з порушеною екологічною рівновагою, де виникла або може виникну-

ти загроза здоров'ю людей у наслідок споживання неякісної питної води;

- **Реалістичність** – відповідність обсягів виконання заходів щодо розширення питного водопостачання населення з підземних джерел реальним можливостям фінансування.

**Під час реалізації стратегії необхідно забезпечити комплексне вирішення головних проблем серед яких:**

- ✓ нераціональне використання водних ресурсів, у тому числі оцінених і розвіданих запасів питних підземних вод;
- ✓ наявність дефіциту водних ресурсів в окремих районах області, необхідність збільшення використання запасів підземних вод;
- ✓ невідповідність якості питної води в окремих районах області, а також недостатнє забезпечення населення централізованими системами водопостачання;
- ✓ контроль за станом підземних вод, керування їх експлуатацією та охороною від забруднення та виснаження;
- ✓ створення інвестиційної привабливості родовищ підземних вод для забезпечення їх своєчасного та ефективного освоєння;
- ✓ відсутність економічних, які б забезпечували пріоритетність освоєння питних захищених підземних вод належної якості.

На сьогоднішній день високо якісна підземна вода в Харківській області, яка має один з

найбільших прогнозних ресурсів в Україні (6 місце серед регіонів України), використовується лише на 4% від загальних ресурсів. Водопостачання підземними водами займає лише 2,4% від загальної подачі води, на поверхневі води припадає 97,6%. В порівнянні з підземними водами поверхневі води потребують значних економічних витрат на приведення їх до нормативної якості (доочищення та знезараження). Тому необхідно збільшення проценту використання підземних вод в області в порівнянні з поверхневими. Це допоможе заощади значні кошти, а головне забезпечити населення якісною питною водою.

Недостатнє водопостачання населення Харківської області з підземних джерел і дефіцит фінансових можливостей щодо розвитку водогосподарського комплексу Харківської області вимагають поступового, послідовного та системного впровадження основних положень та принципів стратегії використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання. Механізм реалізації стратегії передбачає розроблення й виконання комплексу заходів із розширення використання підземних вод для питного водопостачання населення Харківської області на державному, регіональному, місцевому та об'єктовому рівнях, організація яких повинна здійснюватися із застосуванням організаційно-правових, фінансово-економічних та інституційних засобів.

### Література

1. Гігієнічний аналіз стану використання систем доочищення питної води в Україні [Текст] / В. О. Прокопов, О. В. Зоріна, С. В. Гуленко та ін. // Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: Матеріали XV з'їзду гігієністів України. 20-21 вересня 2012 року (Львів). – Львів : Друкарня ЛНМУ імені Данила Галицького, 2012. – С. 299-302
2. Грачев, И. А. Современные методы контроля качества и безопасности воды [Текст] / И. А. Грачев, И. В. Антонович // Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2011»: мат. VI междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 20-23 сент. 2011. – Новочеркасск : Лик, 2011. – С.181-186.
3. Грищенко, С. В. Територіальні закономірності техногенного забруднення навколишнього середовища в Україні [Текст] / С. В. Грищенко, І. М. Нагорний, Р. С. Свестун // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2009. – Т.13, № 2. – С. 243–248.
4. Качество питьевой воды и инновационные методы контроля : проблемно-аналитический обзор : [питьевое водоснабжение] [Текст] / Д. М. Соколов, И. В. Кашинцев, М. С. Соколов и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – № 8. – С. 15–27.
5. Копилевич В. А. К вопросу нормирования качества воды для разных видов водопотребления [Текст] / В. А. Копилевич, Л. В. Войтенко // Вода і водоочисні технології. – 2010. – № 5–6. – С. 17–20.
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 році. – К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, ЛАТ & К. – 2012. – 450 с.
7. Онищенко, Г. Г. Бенчмаркинг качества питьевой воды [Текст] / Г. Г. Онищенко, Ю. А. Рахманин, Ф. В. Кармазинов. – СПб. : Новый журнал, 2010. – 432 с.
8. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання : у 2т. [Текст] / за ред. Е. А. Ставицького, Г. І. Рудька, Є. О. Яковлева. – Чернівці : Букрек, 2011. – Т. 1. – 348 с.
9. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання : у 2т. [Текст] / за ред. Е. А. Ставицького, Г. І. Рудька, Є. О. Яковлева. – Чернівці : Букрек, 2011. – Т. 2. – 500 с.
10. Яковлев, В. В. Первоочередные шаги по обеспечению населения г. Харькова питьевой водой повышенного качества на базе отдельного использования артезианских вод [Текст] / В. В. Яковлев // Науковий вісник. – 2012. – № 6. – С. 244–248.



## ГЕОТЕРМОБАРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БОРИСІВСЬКОГО РОДОВИЩА ТА ЇХ ВРАХУВАННЯ ПРИ ПІДРАХУНКУ ЗАПАСІВ ГАЗУ

*Борисівське газоконденсатне родовище розташовано на північному борті Дніпровсько-Донецької западини. У його розрізі виділяються елізійний та термодегідратаційний гідрогеологічні яруси. Через що спостерігаються відмінності у баричних особливостях покладів у різних ярусах. Особливості геологічної будови північного борту не сприяли широкому поширенню термодегідратаційного ярусу, тому усі його притаманні ознаки не будуть повністю виражені. На прикладі підрахунку запасів газу показано як було визначено початкові термобаричні умови у покладах. Оскільки залишкова товщина осадоної товщі у термодегідратаційному ярусі не дозволяє утворюватися аномальним пластом тискам, тому при визначенні початкових пластом тисків можна використовувати як стандартний графоаналітичний метод, так і розрахунок тисків від вимірів у покладах газу.*

**Ключові слова:** термобаричні умови, термодегідратаційний ярус, підрахунок запасів газу.

**В.В. Самойлов. ГЕОТЕРМОБАРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БОРИСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ УЧЕТ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ ГАЗА.** Борисовское газоконденсатное месторождение расположено на северном борте Днепровско-Донецкой впадины. В его разрезе выделяются элизийный и термодегидратационный гидрогеологические яруса. Поэтому наблюдаются различия в барических особенностях в залежах различных ярусов. Термодегидратационный ярус через особенности геологического строения не имеет широкого распространения на северном борте, что не приводит к полному выражению всех его характеристик. На примере подсчета запасов газа показана как были определены начальные термобарические условия в залежах. Поскольку остаточная толщина осадочного чехла в термодегидратационном ярусе не позволяет сформироваться аномальным пластом давлению, поэтому при определении начальных пластом давлений можно пользоваться как стандартным графоаналитическим методом, так и расчетом давлений от замеров в залежах газа.

**Ключевые слова:** термобарические условия, термодегидратационный ярус, подсчет запасов газа.

**Актуальність.** Борисівське газоконденсатне родовище (ГКР) розташоване на території Шевченківського і Чугуївського районів Харківської області у південно-східній частині північної бортової зони Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Пошуково-розвідувальні роботи проводилися у 1982-1987 рр. Особливістю його геологічної будови є наявність двох ділянок – Борисівської та Південно-Граківської. Промислова газоносність у межах Південно-Граківської ділянки приурочена до горизонтів М-1 середнього і В-19 нижнього карбону, а в межах Борисівської ділянки до горизонтів К-6 верхнього, М-1, М-2, М-3 середнього та В-19 нижнього карбону. Промислова розробка родовища здійснюється з 1988 р.

Для ефективного освоєння родовища та оптимального вилучення вуглеводнів і відповідно до вимог законодавства України у 2014 р. в УкрНДІгазі було виконано геолого-економічну оцінку родовища.

Одними з головних параметрів при проведенні підрахунку запасів газу є початкові пластом температури та тиски. Особливістю даного родовища є те, що у його розрізі у нижньому гідрогеологічному поверсі, згідно з гідрогеологічною зональністю [1] виділяються, як верхній елізійний, так і нижній термодегідратаційний яруси.

За гідрогеологічними, термобаричними ознаками та умовами формування вуглеводневих покладів ці яруси мають суттєві відмінності. Отже, при визначенні початкових пластом

температур і тисків у покладах треба це врахувати.

На північному борті ДДЗ через особливості геологічної будови термодегідратаційний ярус не набув широкого розвитку. Тому його виділення у розрізі родовища викликає інтерес не тільки для підрахунку запасів газу, а й для перспектив нафтогазоносності – поширення глибинної зони газонакопичення.

**Мета статті.** На прикладі Борисівського родовища та північного борту ДДЗ показати особливості визначення початкових термобаричних умов для геолого-економічної оцінки у різних гідрогеологічних ярусах.

**Методика досліджень.** Одним з положень вертикальної гідрогеологічної зональності [1] є розгляд усіх елементів осадоної системи, у тому числі підземних вод, у геотемпературному полі, відповідно у нижньому гідрогеологічному поверсі виділяються два гідрогеологічні яруси – елізійний та термодегідратаційний. Межею між ярусами є товща катагенетично ущільнених порід, яка є флюїдоупором (КФУ) вторинного походження і контролюється геотемпературним інтервалом 110-120 °С.

Елізійний гідрогеологічний ярус характеризується пластом температурами до 110 °С. Внаслідок цього, осадові породи залягають в умовах невисокого ступеня постседиментаційного перетворення відкладів (градація ПК-МК<sub>2</sub> катагенезу). Для цієї зони характерна незавершеність процесів епігенетичного ущільнення порід, внаслідок чого, у регіонально витриманих водоносних комплексах переважає

елізійний гідродинамічний режим. Для розрізу характерна гідрогеохімічна зональність, яка відображає фаціальні умови седиментогенезу і збільшення з глибиною мінералізації та метаморфізації підземних вод. Цей ярус відповідає регіональній зоні нафтогазоутворення та генерації високомолекулярних ВВ, яка вміщує основні запаси нафти та газу.

В цілому, термодегідратаційний ярус нижнього гідрогеологічного поверху характеризується початковими пластовими температурами  $>120^{\circ}\text{C}$ . Осадкові породи, які його складають, вже значно ущільнені та перетворені (градація  $\text{MK}_{3-5}$ - $\text{AK}_{1-2}$  катагенезу), внаслідок чого спостерігається роз'єднування флюїдонасичених комплексів на локальні гідродинамічно ізольовані флюїдальні системи. Високотемпературне перетворення порід та розсіяної органічної речовини змінює гідродинамічні умови, створюються нові об'єми відроджених підземних вод, вуглеводнів,  $\text{CO}_2$  та інших флюїдів, розвантаження яких в умовах низької проникності середовища здійснюється, в основному, у вертикальному напрямку по тектонічних порушеннях. У глибокозанурених відкладах флюїдоносні комплекси характеризуються високими пластовими тисками, що досягають сверхгідростатичних – аномальних значень (АВПД). Суттєво змінюються інші гідрогеологічні параметри: різко знижується мінералізація вод (гідрохімічна інверсія), збільшується вміст  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{CO}_2$ . Частина розрізу, яка відповідає вказаним умовам у регіональному плані відноситься до головної зони газоутворення.

Таким чином при розгляді й аналізі гідрогеологічних умов у нижньому гідрогеологічному поверсі родовищ нафти та газу необхідно визначитися з положенням геоізоTERM 110 та  $120^{\circ}\text{C}$ , які будуть розмежовувати два різні за гідрогеологічними властивостями яруси.

Для визначення температури у покладах використовуються термограми свердловин та точкові виміри температури у свердловинах, з подальшою інтерполяцією або екстраполяцією на потрібну глибину.

Графоаналітична методика розрахунку тисків на середину газових покладів базується на тому, що тиски у покладі та у водонапірній системі на контакті газ-вода (ГВК) однакові [2]. Отже, потрібно знати розподіл тисків у водонапірній системі у розрізі родовища. За відсутності вимірів тиску у покладі можна за барометричною формулою [3] розрахувати тиск від ГВК до середини покладу. Коли наявні дані з вимірів тиску у покладі можна від цього значення розрахувати тиск на середину покладу, за вказаною формулою. Це також дозволяє пе-

ревірити правильність прийнятої геологічної моделі покладу відносно положення ГВК.

**Викладення основного матеріалу.** Для характеристики початкових пластових температур та тисків у розрізі й продуктивних покладах Борисівського ГКР були залучені дані з вимірів температур та тисків, як безпосередньо на родовищі, так і на сусідніх площах.

На Борисівському ГКР вимір термоградієнту було проведено у свердловині 2-Пд.-Граківська. Вимір було виконано до абсолютної відмітки (а. в.) -2046,8 м, максимальна виміряна температура дорівнювала  $68,5^{\circ}\text{C}$ . Оскільки продуктивні поклади на родовищі залягають значно нижче вказаної глибини для розрахунків температур була використана термограма свердловини 12-Коробочкинська, яка знаходиться у подібних до свердловини 2-Пд.-Граківська геотермічних умовах. Термоградієнт у вказаній свердловині було виміряний до а. в. -3859 м, максимальна виміряна температура дорівнювала  $123,5^{\circ}\text{C}$ . За наявними термограмами було побудовано розподіл пластових температур у розрізі Борисівського ГКР (рисунок 1). Але абсолютні відмітки залягання контактів газ-вода у покладах горизонту В-19 на Пд.-Граківській ділянці знаходяться нижче виміру термоградієнту. Тому була зроблена екстраполяція розподілу температур до глибини з а. в. -4259 м. Розрахунок величини термоградієнту за яким було зроблено прогноз розподілу температур враховував виміри температури на кінцевій ділянці термограми та дані точкових вимірів температури у свердловинах родовища у візейських відкладах. Термоградієнт при цьому дорівнював  $3,5^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ .

Отже, згідно термограми свердловини 12-Коробочкинська геоізоТЕРМ 110 і  $120^{\circ}\text{C}$  залягають на глибинах з а. в. -3350 та -3750 м. Таким чином до глибинної зони газонакопичення та до зони КФУ відносяться газові поклади візейського віку на Пд.-Граківській ділянці родовища.

Розподіл тисків у розрізі Борисівського ГКР відповідає регіональним баричним умовам на північному борту ДДЗ. Так до глибини 1000 м пластові тиски не перевищують значень умовного гідростатичного тиску. Починаючи з глибини 1000 м у відкладах тріасу починається збільшення відношення  $P_{\text{пл}}/P_{\text{уг}}$  у водонесних горизонтах з 1,00 до 1,12. Виміряні тиски у водонесних горизонтах змінюються від 20,32 до 36,07 МПа. Оскільки у розрізі Пд.-Граківської ділянки виділяється глибинна зона газонакопичення, з притаманними їй специфічними особливостями, одним з яких є прояв АВПД, то розглянемо результати випробувань свердловин та

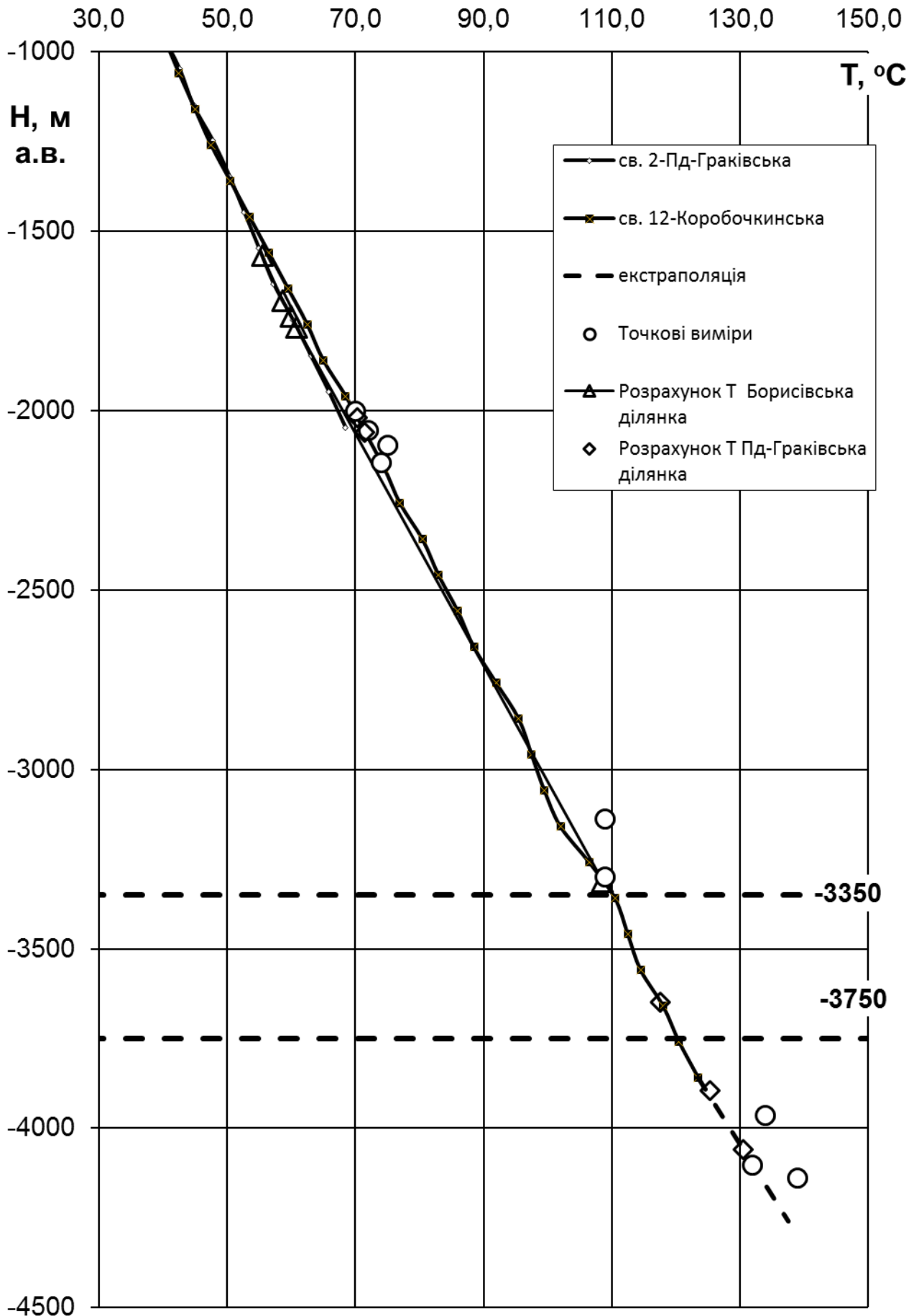


Рис. 1. Розподіл пластових температур у розрізі Борисівського родовища

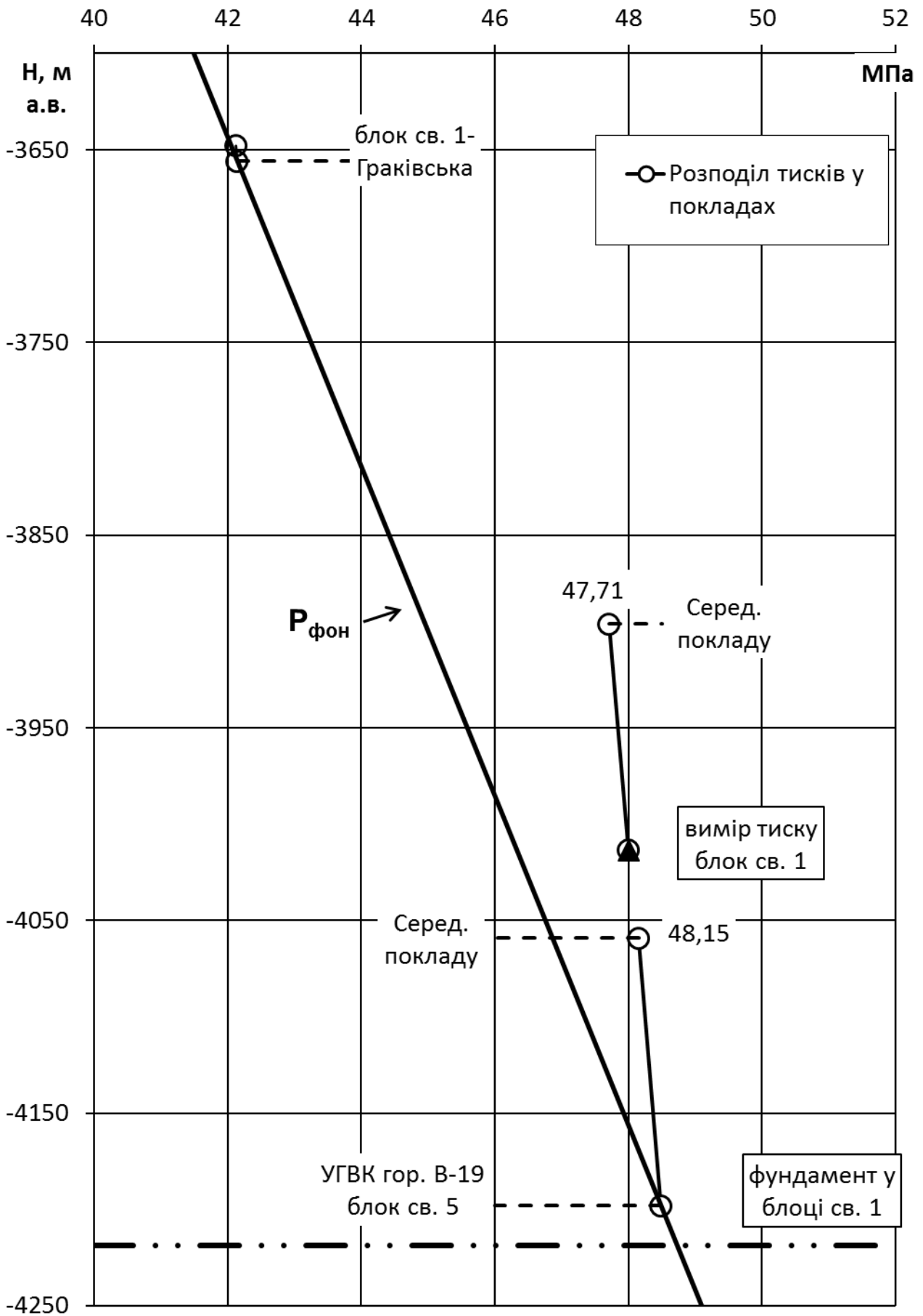


Рис. 2. Розподіл пластових тисків у покладах візейського віку на Пд.-Граківській ділянці Борисівського родовища

інші результати досліджень, які вказують на наявність вказаної зони у розрізі ділянки родовища.

При дослідженнях випробовувачем пластів на трубах горизонту В-19 у свердловині 5-Пд.-Граківська був вимірний пластовий тиск на глибині 4317 м, який дорівнював 53,24 МПа, відношення  $P_{пл}/P_{уг}$  становило 1,26.

Але при дослідженні цього ж інтервалу в експлуатаційній колоні не було отримано подібні результати. Пластовий тиск становив лише 31,65 МПа. Було зроблено висновок, що розкритий поклад має погіршені фільтраційно-ємнісні властивості та незначні розміри. Також треба додати, що вміст вуглекислоти у пластовому газі горизонту В-19 на даній ділянці родовища дорівнює 6,20 % об.

Отже, вказані геобаричні та газогеохімічні особливості впевнено вказують, поряд з геотермічними на наявність глибинної зони газонакопичення у розрізі Пд.-Граківської ділянки.

На Пд.-Граківській ділянці наявні два виміри тиску у водоносних горизонтах М-1 у свердловині 2-Пд.-Граківська та С-5 у свердловині 1-Граківська (рис. 2). Отже, пряма лінія, яка з'єднує ці два виміри і буде лінією розподілу фонових гідростатичних тисків ( $P_{фон}$ ) у розрізі вказаної ділянки.

Поклад у блоку св. 1-Граківська знаходиться у зоні КФУ, тому графоаналітичним методом від положення нижньої границі визначеної продуктивності було розраховано значення тиску на середину покладу.

У покладі блоку свердловини 1-Пд.-Граківська при випробуванні горизонту В-19 було отримано приплив газу. Вимірний пластовий тиск дорівнював 48,00 МПа, відношення  $P_{пл}/P_{уг}$  становило 1,17. Через вказані особливос-

ті глибинної зони газонакопичення тиск на середину покладу було розраховано від величини і положення виміру (рис. 2). Тиск у покладі на його границі (ГВК) у даному випадку не обов'язково буде збігатися тиском у водонапірній системі.

Поклад у блоці свердловини 5, як вказувалося вище, було випробовувано при бурінні та у колоні. Через неотримання початкових пластових тисків при дослідженні у колоні, вимірний низький тиск ( $P_{пл}/P_{уг}=0,75$ ) у розрахунки не брався. У такому випадку тиск на середину покладу було розраховано графоаналітичним методом від тиску на ГВК (рис. 2).

Якщо продовжити лінії розподілу тисків в обох покладах до перетину з лінією  $P_{фон}$ , то вони зійдуться біля фундаменту, що підтверджує основні положення про формування вуглеводневих покладів у глибинній зоні газонакопичення [1].

**Висновок.** Таким чином при виявленні глибинної зони газонакопичення на північному борті ДДЗ необхідно враховувати усі її особливості. На прикладі визначення початкових термобаричних умов у вуглеводневому покладі горизонту В-19 на Борисівському ГКР показано, що для розрахунку тисків на середину покладу можна використовувати, як стандартний графоаналітичний метод, так й розрахунки тисків від вимірів у газових покладах. Оскільки залишкова товщина осадової товщі від КФУ на північному борті ДДЗ не сприяє утворенню покладів з АВПД і контакти газ-вода у покладах можуть розташовуватися біля фундаменту використання обох з вказаних методів є доцільним і не призводить до великих похибок при визначенні початкових тисків у покладах.

### Література

1. Заріцький, О. П. Генетична схема зональності елементів осадової системи ДДЗ – основа ефективного освоєння вуглеводневих ресурсів [Текст] / О. П. Заріцький, І. І. Зіненко // Питання розвитку газової промисловості України : Зб. наук. праць. – Харків : Укрндігаз, 2003. – Вип. 30. – Геологія ... – С. 9-15.
2. Корценштейн, В. Н. Методика гидрогеологических исследований нефтегазоносных районов [Текст] / В. Н. Корценштейн. – М. : Недра, 1991. – 419 с.
3. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин [Текст] / Под ред. Г. А. Зотова, З. С. Алиева. – М. : «Недра», 1980. – 301 с.

**GEOLOGIC STRUCTURE AND NEW STRATIGRAPHIC COMPLEXES  
HYDROCARBON-BEARING PERSPECTIVES OF EASTERN POLTAVA FIELD**

**Г.Е. Святенко, В.В. Петлиця, Ю.М. Спічакова. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТА ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ НОВИХ СТРАТИГРАФІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ СХІДНО-ПОЛТАВСЬКОГО РОДОВИЩА.** За результатами інтенсивного буріння уточнена геологічна будова Східно-Полтавського ГКР, виявлені нові продуктивні горизонти. Суттєво розширені перспективи родовища, які пов'язуються не тільки з розвідкою недовивчених і пропущених покладів касимовського та московського ярусів кам'яновугільної системи, але і з опішуванням пермського і мезозойського стратиграфічних комплексів. Потужні майже безводні псаммітові пачки карбону родовища, які містять складопобудовані колектори з фільтраційно-ємкісними якостями, що переважно коливаються навколо граничних значень, можуть стати прекрасним полігоном для розгортання видобутку природного газу з так званих «щільних пісковиків». Пермські, триасові і юрські горизонти досі лишаються зовні пошукового процесу, але мають всі необхідні передумови для формування і збереження покладів вуглеводнів і безсумнівно заслуговують ретельного вивчення.

**Ключові слова:** пошуки, розвідка, горизонт, пісковик, поклад, газ.

**Г.Е. Святенко, В.В. Петлиця, Ю.М. Спічакова. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТОГАЗОНОСНОСТИ НОВЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ВОСТОЧНО-ПОЛТАВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.** По результатам интенсивного бурения уточнено геологическое строение Восточно-Полтавского ГКМ, выявлены новые продуктивные горизонты. Существенно расширены перспективы месторождения, которые связаны не только с разведкой недоизученных и пропущенных залежей касимовского и московского ярусов каменноугольной системы, но и с описыванием пермского и мезозойского стратиграфического комплексов. Мощные, практически безводные, псаммитовые пачки карбона месторождения, содержащие сложностроенные коллектора, фильтрационно-емкостные качества которых преимущественно колеблются около граничных значений, могут стать прекрасным полигоном для разворачивания добычи природного газа из так называемых «плотных песчаников». Пермские, триасовые и юрские горизонты, всё ещё остающиеся вне поискового процесса, имеют все необходимые условия для формирования и сохранения залежей углеводородов и несомненно заслуживают тщательного изучения.

**Ключевые слова:** поиски, разведка, горизонт, песчаник, залежь, газ.

Eastern-Poltava gas-condensate field belongs to the central part of the Dnieper-Donets depression (DDD) preaxial zone and lies in Glynsk-Solokha gas-and-oil-bearing area [1], there productivity mainly associates with Permian and Carboniferous stratigraphic complexes and less with Mesozoic rocks. On the crystalline basement top level the field is located in homonymous, Eastern-Poltava, depression. By the Middle and Upper Carboniferous deposits structure is brachyanticline of sublatitudinal strike. Permian and Mesozoic structural planes also show the uplift as anticline, but less in amplitude and with arch shifted in south-eastern direction.

The deepest in DDD well, Eastern-Poltava-12, has depth of 6750 m and uncovered Upper Serpukhovian substage of Lower Carboniferous. Bashkirian and Serpukhovian deposits uncovered in the field by sporadic wells, during their testing methane gas emissions was discovered. Range of established productivity includes Moskovian and Kasymian stages of Middle and Upper sections of Carboniferous system. Commercial influx established in Kasymian horizons K-12 (K-6<sup>3</sup> in modern stratigraphic nomenclature) and K-11 (K-6<sup>2</sup>), as well as in Moskovian horizons M-1, M-2, M-3, M-5, M-6, M-7. Gas pools are formational, arched, tectonically and lithologically limited. Some sandstone strata thickness reached 50 m.

Carboniferous psammites has complicated condition of bedding and inconstant lateral and vertical filter capacity, especially it is typical to Moskovian horizons. Sandstone strata often consisted of several beds, alternating with aleurolites and argillites. Hydrodynamic connection between exploitation wells may be difficult, in such case special technology of influx increasing needed for effective production.

During last years on Eastern-Poltava fold several deep exploitation wells were drilled, obtained results let essentially correct geologic structure of the field and increase perspectives of hydrocarbon production due to new pools discoveries and productive area of already known pools widening. Now commercial gas and condensate influxes obtained in four wells beyond State balance productive contours from M-1, M-2 and M-3 horizons and in five wells from M-1<sup>0</sup>, M-2<sup>0</sup> та M-4 horizons, whose gas pools are quite new search and development objects.

For the first time in history of the area positive log characteristics defined for beds of Kasymian horizons K-4-K-6 in multiple wells. Gas influx from subhorizon K-6<sup>1</sup> established by well № 8 testing, the rest of potentially gas-bearing objects have not been tested.

Future the field deep horizons search perspectives are connected with Moskovian horizons M-5,

M-6 та M-7, what studied weakly. They are represented by psammities with changeable reservoir qualities. Sandstones are fine and medium granular, sorted and consolidated in different de-

gree. Cement is limestone-clay. Beds effective thickness are not big, usually 2-6 м, effective porosity is 8-14 % (fig. 1).

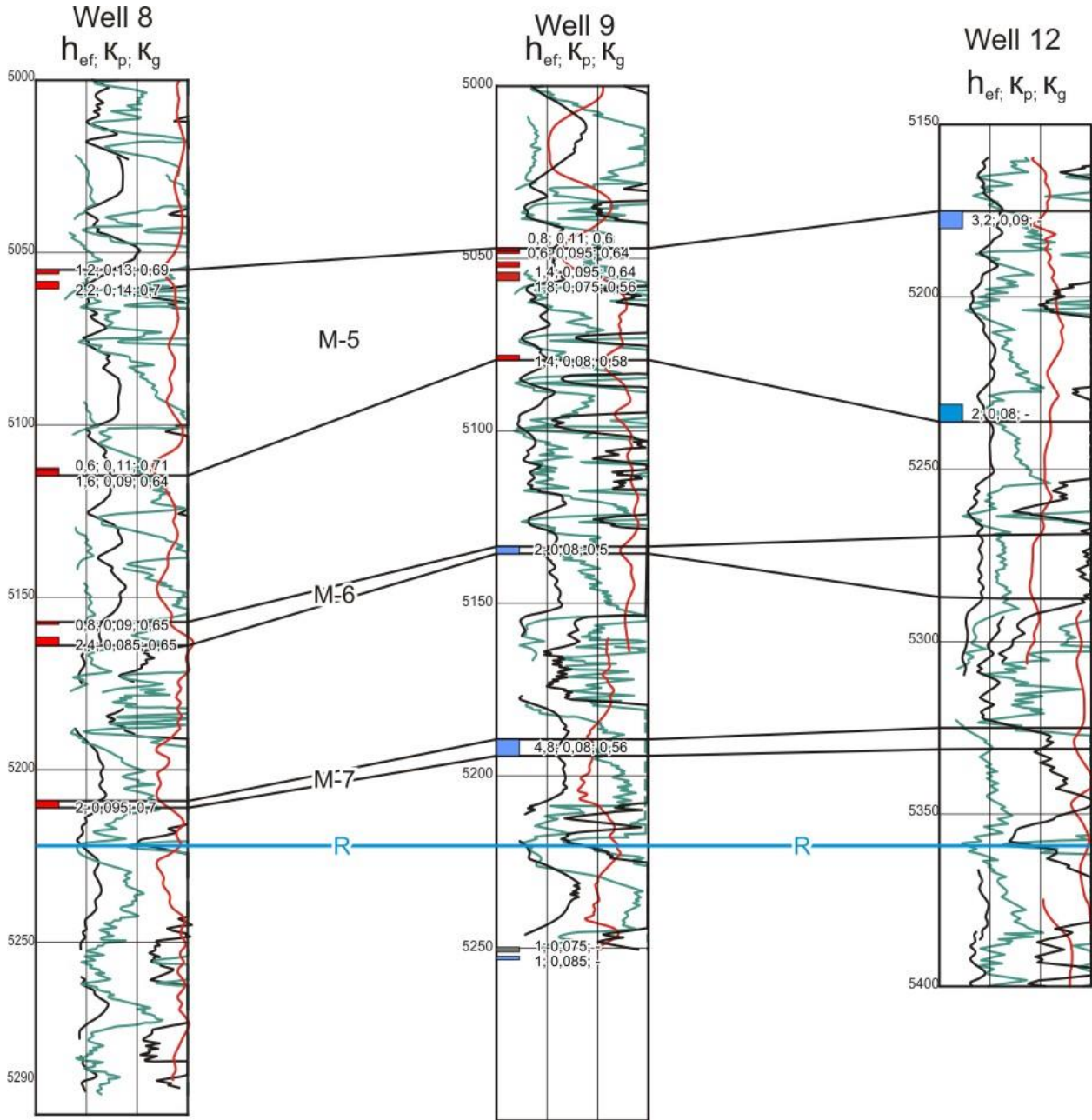


Fig. 1. Correlation scheme of M-5-7 horizons in Eastern Poltava wells

Well № 8 filter initial testing gave weak gas influx from these horizons but result was improved by alterable pressures method, inflow was increased to 21 th. m<sup>3</sup>/day (diaphragm 4 mm). Common testing of the beds in wells № 7 and № 9 gave insignificant gas influx (near 1 th. m<sup>3</sup>/day), but it can not be final indication of their prospects lack. To these strata can be successfully applied reservoir fracturing. Commercial meaning of Lower Moskovian regional horizons in DDD central part defined on Yablunivka, Rybalske, Kachanivka, Skorobagatky fields.

Now it is appropriate to determine the main features of Eastern Poltava hydrocarbon-bearing beds. Due to reservoir properties heterogeneity of producing horizons rocks, effective gas-bearing thicknesses are much smaller, then their common thicknesses and take from 8 to 25 % of them only. On large territory expanded tough sandstones and siltstones. Together wish that numerous core samples of horizons M-2 та M-3 sandstones along with large density (2,50 g/cm<sup>3</sup>) and low open porosity (6-7 %) have permeability more, then 1 mD. Often it is property of fissured-porous type reservoirs.



Eastern Poltava Carboniferous complex has gas-bearing stage what reach 1,3 km in height, low outcours underground waters activity and complicated reservoir lithology. Upper part of Carboniferous system here is almost wholly gas-saturated formation with large potential of hydrocarbon-recovery, what quicker and better of all can be realised by using of modern influx intensification methods.

In Nyktyivka and Sloviansk suites of Lower Permian Asselian stage gas-bearing limestones and dolomites beds were founded by means of log in several wells. Few test attempt of these objects on the field till now did not give positive results, possibly on account of drilling and testing technology problems. Commercial gas-condensate accumulations of this part of stratigraphic section proved on near situated Mashivka field.

Triassic and Jurassic perspective complexes occupy upper oil and gas bearing stages in DDD.

On Eastern Poltava uplift they did not covered by any detailed research. In Middle and Lower part of Mesozoic erathem on depth of 1000 - 2100 m on the structure widespreaded sand and sandstone reservoirs, reliably isolated from infiltrational hydrogeologic level by thick clay groups of strata. Not far from Eastern Poltava field, in Solokha-Dykanka rampart, there are long ago discovered mesozoic commercial oil and gas accumulations.

In Solokha field well № 7 test of Middle Jurassic Bajocian stage Orel suite psammites obtained influx with gas flow 85,3 th. m<sup>3</sup>/day by diaphragm 4 mm (fig. 2). Reservoirs are quartz medium, coarse, very coarse and gravelly sands and sandstones with porosity up to 24-35 %. In addition to it during the drilling of wells №№ 2 та 3 in Triassic system upper part and in well № 13 in Upper Jurassic were observed gas emissions.

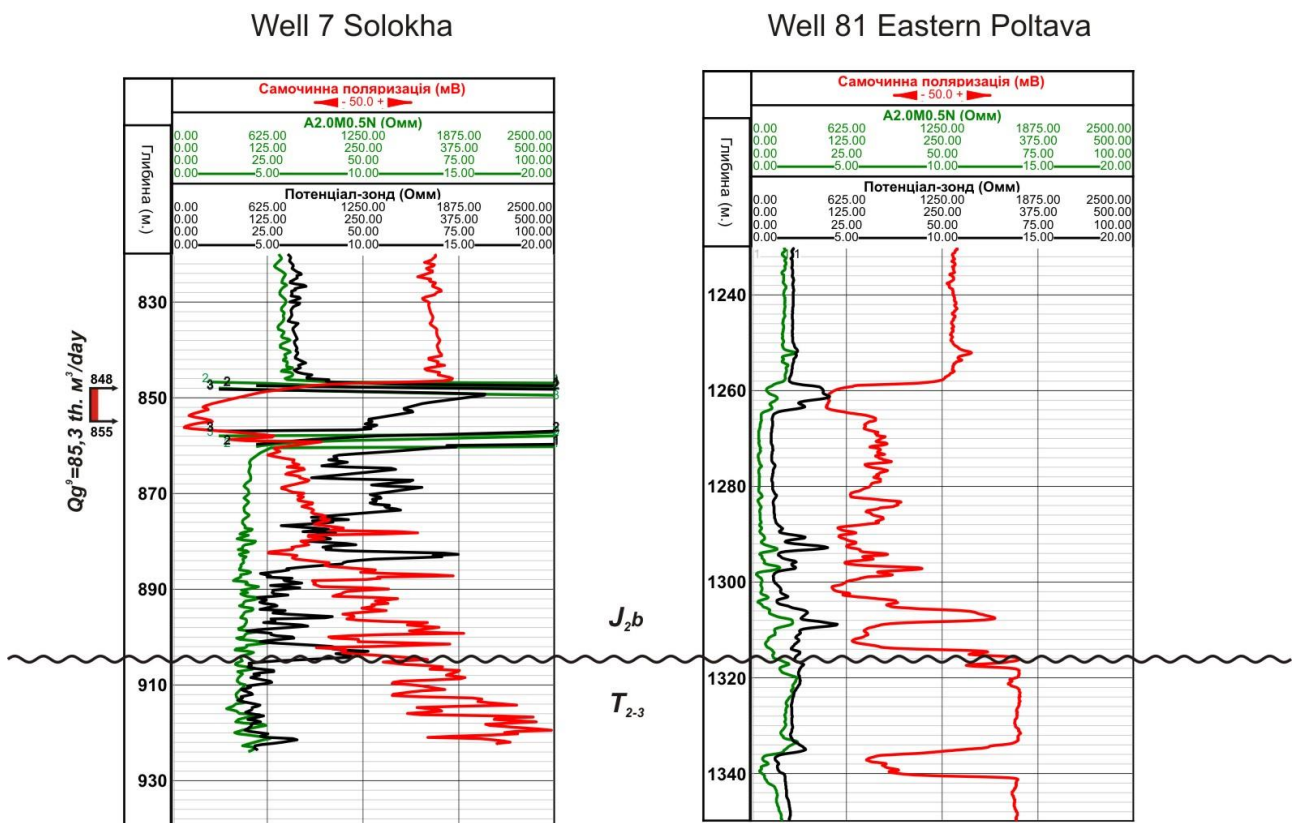


Fig. 2. Correlation of Bajocian stage Orel suite sandstones of Solokha and Eastern Poltava wells

In Runivshchyna field in well № 12 from Corenivka subsuite (Lower Triassic) gas influx with absolutely open flow 1520 th. m<sup>3</sup>/day was obtained. Reservoirs are sands, noncoherent sandstones and siltstones with maximum porosity 35,2 %. Positive log in four well and positive testing of one well gave possibility to discover Lower Callovian commercial gas-bearing horizons of Middle Jurassic.

Due to secondary, migrational character of Mesozoic hydrocarbon pools, relatively Paleozoic complexes in DDD, the main factor influencing their generation possibility in structures, where regional Lower Permian sulphate-halogenic screen spreaded, is presence of active disjunctive tectonics. Complex analysis of geomorphologic and structural-tectonic situation in Eastern Poltava area let suppose existence here of Meso-Cenozoic



faults. They can provide deep fluids vertical movement canals, as it occurred in Shebelynka field [2].

Generally, Eastern Poltava field has huge potential of commercial gas supply increasing. As

pointed by contemporary search experience in Valyukhivka, Gadyach, Runivshchyna and Rozumivka fields, here in wide stratigraphic compass oil pools can be discovered also.

#### References

1. Атлас родовищ нафти і газу України. Іванюта М. М. та ін. – Львів, УНГА, 1998. – Т. I. – С. 38-39.
2. Деякі особливості продуктивності тріасових відкладів Шебелинського родовища [Текст] / Г. Є. Святенко, І. В. Височанський, О. Г. Дюков, Ю. М. Масалітіна // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «геологія-географія-екологія». – № 1084, 2013. – Вип. 39. – С. 105-109.

УДК 553.98.048

Г.Я. Стебельська, зав. відділу,

Український науково-дослідний інститут природних газів

### ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ РОЗВІДКИ ТА РОЗРОБКИ ПОКЛАДІВ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ НАФТ ТА ПРИРОДНИХ БІТУМІВ

Сучасний стан вивченості високов'язких нафт та природних бітумів дозволяє впевнено говорити, що вони істотно відрізняються від традиційних нафт за хімічним складом, фізико-хімічними властивостями, ступенем взаємодії із вміщуваними породами та характером насичення порового середовища останніх, що суттєво впливає на ступінь їх вилучення з надр. Тому методи і підходи, які застосовуються при розвідці, розробці, видобутку і переробці традиційних нафт не можуть безпосередньо впроваджуватися на покладах високов'язких нафт та природних бітумів. Застосування традиційних технологій при видобутку високов'язких нафт і природних бітумів призводить до низької вуглеводневідачі і втрати цінних попутних компонентів, що суттєво знижує рентабельність розробки покладів і наносить шкоду навколишньому середовищу. В зв'язку з цим необхідно розробити науко-обґрунтований підхід до пошуку, розвідки та розробки покладів високов'язких нафт і природних бітумів, який би враховував їх специфіку.

**Ключові слова:** високов'язка нафта, природний бітум, поклад, флюїдонасичення.

**Г.Я. Стебельская. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ ЗАЛЕЖЕЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ И ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ.** Современное состояние изученности высоковязких нефтей и природных битумов позволяет утверждать, что они отличаются от традиционных нефтей по химическому составу, физико-химическим свойствам, а также степенью взаимодействия с коллекторами и структуре их насыщения, что существенно влияет на степень их извлечения из недр. Поэтому, методы и подходы, применяемые при поисках, разведке и разработке залежей традиционных нефтей, не могут непосредственно внедряться на залежах высоковязких нефтей и природных битумов. Применение традиционных технологий при добыче высоковязких нефтей и природных битумов приводит к низкому углеводородоизвлечению и потере ценных сопутствующих компонентов, что ощутимо снижает рентабельность разработки и наносит вред окружающей среде. В связи с этим необходимо разработать научно-обоснованный подход к проведению поисков, разведки и разработки залежей высоковязких нефтей и природных битумов, который бы учитывал их специфику.

**Ключевые слова:** высоковязкая нефть, природный битум, залежь, флюидонасыщение.

Всупереч поширеним в різних колах думкам Україна є державою з досить потужним вуглеводневим потенціалом надр [1], який складається як з традиційних, так і з нетрадиційних джерел вуглеводнів. В Україні це насамперед високов'язка нафта (ВВН) та природні бітуми (ПБ), освоєння запасів яких успішно реалізують в США, Канаді та інших країнах світу. Для України вони вкрай актуальні, оскільки є комплексною сировиною для цілої низки галузей народного господарства, але на сьогоднішній день їм не приділяють належної уваги.

Високов'язка нафта та природні бітуми серед нетрадиційних джерел вуглеводнів займають особливе місце, що зумовлено, по-перше, їх генетичною спорідненістю з традиційною нафтою, а по-друге, колосальними розвіданими запасами в світі. Так, сумарні розвідані геологічні запаси природних бітумів лише в Західній Канаді (Атабаска, Вабаска, Піс-Рівер) і бітумі-

нозному поясі Оріноко перевищують 500 млрд т. [1].

В Україні є всі геологічні передумови для формування великих промислових скупчень високов'язкої нафти та природних бітумів. Але ступінь їх розвіданості, за винятком окремих покладів на Яблунівському, Бугруватівському, Бахмацькому, Скоробагатьківському, Орховицькому, Коханівському родовищах, надзвичайно низький. І в значній мірі це пов'язано з тим, що цілеспрямовані пошуково-розвідувальні роботи з метою виявлення скупчень високов'язких нафт та природних бітумів в Україні не проводяться і не проводилися. Всі відомі поклади були відкриті попутно під час пошуків нафти і газу, а їх запаси тривалий час вважалися позабалансовими і в підрахунках запасів не враховувалися.

Сучасний стан вивчення високов'язких нафт (ВВН) та природних бітумів (ПБ) дозволяє

впевнено говорити, що вони істотно відрізняються від традиційних нафт за хімічним складом, фізико-хімічними властивостями, ступенем взаємодії із вмшуючими породами та характером насичення порового середовища останніх, що суттєво впливає на їх ступінь вилучення з надр. Тому методи і підходи, які застосовуються при розвідці, розробці, видобутку і переробці традиційних нафт не можуть безпосередньо впроваджуватися на покладах високов'язких нафт та природних бітумів.

Характерною особливістю ВВН та ПБ є наявність обширної групи мікроелементів, особливе місце серед яких займають ванадій, нікель, залізо, і сірка, підвищена радіоактивність та низький газоміст (частіше всього менше  $30 \text{ м}^3/\text{т}$ ). На відміну від звичайних нафт, для яких характерна наявність "жирного газу", газ, розчинений в ВВН і ПБ, "сухий" (вміст метану близько 90 % і більше).

Головною відмінністю ВВН і ПБ від традиційних нафт є те, що нафти - це молекулярні рідини, а ВВН і ПБ - колоїдні системи, що мають аморфну будову. Групові вуглеводні входять до складу бітуму в різних співвідношеннях їх мас, що визначає їх структуру і властивості. Структура бітуму стає то типу «золя» для систем з малою в'язкістю, то типу «геля» - для систем з підвищеною в'язкістю. В залежності від температури бітуми можуть володіти як в'язкопружними, так і в'язкопластичними властивостями (реологічними).

Традиційні нафти є типовими ньютонівськими рідинами, рух яких підпорядковується закону внутрішнього тертя. В той же час ВВН і ПБ, у яких внаслідок високого вмісту асфальто-смолистих речовин значення динамічної і кінематичної в'язкості суттєво підвищуються, відносяться до неньютонівських (бінгамівських) рідин в'язко-пластичного типу, для яких залежність швидкостей течії від дотичного напруження на контакт з колектором має нелінійний характер.

Як і різноманітні суспензійні та колоїдні системи, рідкі нафтиди (ВВН і ПБ), на відміну від традиційних нафт і пластових вод, мають так звану структурну в'язкість, що зумовлена утворенням в стані спокою "жорсткої" просторової ґратчастої структури внаслідок підвищеного вмісту асфальто-смолистих компонентів. При напруженнях, що перевищують напруження зсуву  $\tau_0$  внаслідок руйнування цієї структури, вони починають поводити себе як звичайні (ньютонівські) рідини.

Таким чином, пошуки, розвідка та видобуток високов'язких нафт та природних бітумів в промислових масштабах потребує науково-

обґрунтованого підходу, пошуку нових методичних рішень, які будуть враховувати їх специфіку.

Для розроблення такого підходу необхідно, в першу чергу, встановити закономірності поширення покладів ВВН і ПБ та умови їх локалізації, що є складною комплексною задачею, вирішення якої дозволить визначити основні чинники, які контролюють їх розповсюдження. Це, в свою чергу, дає змогу розробити нові критерії пошуку покладів вуглеводнів.

Відносно умов локалізації і просторового розповсюдження покладів ВВН і ПБ існує декілька точок зору. Деякі спеціалісти допускають можливість рівномірної площадної концентрації покладів з утворенням крупних "полів". Існує і протилежна точка зору, згідно якої поклади ВВН і ПБ поширені нерівномірно по площі і розрізу в формі локальних скупчень. Ці розбіжності спонукали автора до проведення на новому рівні геологічних досліджень, спрямованих на вивчення закономірностей розміщення покладів ВВН і ПБ з метою прогнозування зон нафтобітумоносності.

На прикладі Дніпровсько-Донецької западини були визначені геологічні умови локалізації скупчень ВВН та ПБ. При визначенні цих умов розглядалися структурно-тектонічні, літологічні, та термобаричні чинники.

Автором було проаналізовано геолого-промислово інформацію по покладах вуглеводнів 210 відомих на сьогоднішній день родовищах Дніпровсько-Донецької западини (ДДз) та більше 50 покладів ВВН і ПБ в 23 родовищах.

Встановлено, що високов'язкі нафти та природні бітуми залягають в парагенезі з газовими та нафтовими покладами багатопластових родовищ вуглеводнів і зустрічаються по всьому осадовому чохла в різних стратиграфічних комплексах, тому володіють певною подібністю в умовах залягання і закономірностях поширення в земній корі.

В структурно-тектонічному відношенні переважаюча більшість відкритих (відомих) покладів ВВН та ПБ виявлена в розрізі родовищ, що розташовані в межах Дніпровського грабена (ДГ). Крім того, встановлені поодинокі поклади високов'язких нафт на Скворцівському, Іскрівському, Мигринському, Північно-Мигринському родовищах та зафіксовані бітумопрояви на Аннівській та Молодовській площах, що розташовані в південно-східній частині Північного борту ДДз.

Виявлені в межах Дніпровського грабена поклади ВВН та ПБ автором умовно згруповані в п'ять районів: Бахмацько-Анастасівський, Качанівсько-Бугруватівський, Скоробагатків-

сько-Яблунівський, Прилуцько-Богданівський та Кибинцівсько-Сагайдацький.

В структурно-тектонічному відношенні (Арсирій Ю.О., 2002, 2009) виявлені поклади ВВН та ПБ приурочені до Північної прибортової зони, Осьової частини та Південної прибортової зони Дніпровського (Центрального) грабена.

В Північній прибортовій зоні поклади ВВН та ПБ розташовані в західній частині - Бахмацько-Анастасівський район (Бахмацьке, Тваньське, Софіївське, Петрушівське, Роменське, Скороходівське, Східно-Рогинцівське, Анастасівське родовища) та центральній частині Качанівсько-Бугруватівський район (Бугруватівське, Качанівське, Хухринське родовища).

В Осьовій частині Дніпровського грабена поклади ВВН та ПБ знаходяться в західній частині – Скоробагатьківсько-Яблунівський район (Скоробагатьківське, Глинсько-Розбишівське, Яблунівське, Малосорочинське родовища).

В Південній прибортовій зоні поклади ВВН та ПБ розташовані в західній - Прилуцько-Богданівський район (Прилуцьке, Левківське, Богданівське родовища) та центральній – Кибинцівсько-Сагайдацький район (Кибинцівське, Сагайдацьке родовища) частинах.

Родовища, що містять поклади ВВН та ПБ, Північної та Південної прибортової зон згідно структурно-тектонічного районування ДДЗ (Арсирій Ю.О., 2002, 2009) відносяться до мобільної підзони (підзона складних дислокацій). Родовища Осьової частини – до підзони крупних валів і депресій.

Характерною особливістю розповсюдження по площі родовищ з покладами ВВН та ПБ в межах структурно-тектонічних зон (Північної прибортової, Центральної та Південної прибортової) є те, що вони з одного боку межують з зонами розповсюдження покладів високопарафіністих нафт, з другого – з зонами «фонових» (легких за густиною, малосмолистих малопафафіністих, малосірчистих) нафт. Така закономірність, ймовірно, пов'язана з генезисом самих вуглеводнів, погляди на який до цього часу в різних дослідників суттєво відрізняються.

Переважаюча більшість виявлених покладів приурочена до антикліналей та брахіантикліналей, деякі – до геміантикліналей. Практично всі відомі на сьогоднішній день поклади ВВН і ПБ в межах ДДЗ пластового типу, тому характеризуються найбільш сприятливими умовами для локалізації значних запасів вуглеводнів. Внаслідок цього вони були обрані як об'єкт досліджень даної роботи.

Для 99 % покладів ВВН і ПБ колекторами слугують теригенні, в основному пісковики, відклади. І тільки 1 % покладів приурочено до карбонатних колекторів. Пористість теригенних колекторів висока, в середньому складає 16-22 %. При цьому проникність порід змінюється в дуже широкому діапазоні (від перших одиниць до ста і більше мД) і не має прямої залежності з пористістю. Це обумовлено різним вмістом твердого бітуму (асфальту) в поровому середовищі колектора, який може заповнювати майже половину об'єму пор. Внаслідок цього при однакових або близьких значеннях пористості колектора проникність буде відрізнятися на порядок.

В гіпсометричному відношенні, на відміну від традиційних покладів вуглеводнів, які в ДДЗ зустрічаються по всьому розрізу осадового чохла, поклади ВВН та ПБ залягають в двох температурних інтервалах. Перший з них охоплює діапазон температур 45-55 С, другий – 95-103 С. Вище і нижче цих температурних інтервалів локалізуються поклади іншого фазового стану (газові, газоконденсатні, нафтогазові), або нафтові, які різко відрізняються за хімічним складом і фізико-хімічними властивостями. На глибинах, де температура складає близько 87-93°C, або більше 105°C залягають в основному, або поклади високопарафіністих нафт, або поклади перехідного типу.

Одночасно з певною подібністю в умовах залягання з покладами традиційних нафт, є і суттєві відмінності в геологічній будові виявлених на сьогоднішній день покладів ВВН та ПБ.

З особливостей геологічної будови покладів ВВН та ПБ слід відзначити наступне:

- виявлені поклади не є гідродинамічно усталеними рівноважними системами і характеризуються різкою мінливістю коефіцієнтів вуглеводненасиченості. Так, в приконтурній частині покладів зустрічаються пропластки з відносно високим коефіцієнтом нафтонасиченості, тоді як в припіднятих склепінних ділянках зустрічаються пропластки з низьким значенням коефіцієнта нафтонасиченості, характерним для перехідних зон;

- наявність в колекторі покладу лінз води, які хаотично розміщені у в'язкому об'ємі нафтобітумонасичених порід;

- відсутність чіткого водобітумного контакту.

Нафтобітумінозні породи характеризуються значною різноманітністю літолого-петрографічного складу, різкою літологічною мінливістю фільтраційно-ємнісних характеристик колекторів, чим мало що відрізняються від колекторів традиційної нафти. Однак, на відміну від

останніх, містять значну кількість акцесорних мінералів (пірити, сидерити), бітумів в порах у твердому стані (до 50 %), підвищеним вмістом води в поровому середовищі, як зв'язаної, так і вільної), володіють підвищеною радіоактивністю, обумовленою наявністю урану в складі бітуму.

Неврахування цього фактора при інтерпретації матеріалів ГДС призводить до помилкового завищення глинистості породи, зменшення її пористості, а відповідно віднесення бітумонафтонасиченого колектора до ущільненого, непродуктивного.

Петрофізичні дослідження, проведені на зразках керну Яблунівського родовища і співставлення отриманих результатів з результатами ГДС показали, що існує невідповідність  $K_p$  і  $K_{ng}$  визначених за керном та ГДС, що в основному пов'язано з електричними характеристиками порід колекторів, обумовленими наявністю піритів і сидеритів у вигляді зерен та значної кількості вільної води в порах породи. Визначені граничні насиченості для нафтобітумних порід показали, що вони є нижчими, ніж для нафтонасичених порід. Так, наприклад по московських відкладах Яблунівського родовища граничне значення бітумонафтонасиченості складає 47 %, в той час як для нафтонасичених порід московського ярусу сусідніх родовищ – 55-56 %. Зазначена особливість нафтобітумних порід має важливе значення при інтерпретації матеріалів промислово-геофізичних досліджень свердловин і визначенні характеру насичення колекторів, оскільки в переважній більшості до нафтонасичених відносять колектори з насиченістю більше 50-52 %, нижче цього значення колектор вважають водонасиченим. Таким чином, певна частина бітумонасичених пластів помилково відноситься до водонасичених і «пропускається» при розвідці.

Важливою особливістю колекторів, що містять ВВН та ПБ є їх характер змочування, який у всіх без виключення досліджених зразках, виявився гідрофобним. Крайовий кут змочування досягає  $116^\circ$  [2]. Результати проведених досліджень тільки підтвердили результати отримані різними дослідниками в інших нафтогазоносних регіонах світу.

З точки зору проектування розробки отримані результати мають надзвичайно важливе значення, оскільки гідрофобність порових каналів сприятиме інтенсивному вторгненню води у першу чергу в надкапілярні порові канали розміром 10-100 мкм і більше та формуванню «язиків» обводнення. Таким чином, застосування методів заводнення в класичному варіанті на покладах ВВН та ПБ вкрай небажане.

Враховуючи встановлену високу неоднорідність фізико-хімічних властивостей ВВН та ПБ, а також припускаючи апріорі необхідність широкого застосування для найбільш повного їх вилучення з надр різних агентів, набуло великого значення вирішення питання про модель насичення пустотного простору нафтобітумоносних порід.

З метою визначення особливостей будови колектора покладів ВВН та ПБ та його порового середовища були проведені лабораторні дослідження колекції зразків керну, відібраного із московських та башкирських відкладів Яблунівського родовища.

Колекторами цих відкладів є пласти поліміктових, дрібно-, рідше середньозернистих пісковиків сірого та алевролітів і темно-сірого кольору. Цемент колекторів гідрослюдисто-каолінітовий нерівномірнопорового типу, вміст якого досягає 30 %. Наявний також бітумний цемент.

Діапазон зміни газопроникності порід 0,5-116,7 мД, відкритої пористості 4-17,7 % і нафтонасичення 38-90 %. Ефективна товщина змінюється від 9 до 51 м.

Результати проведених лабораторних досліджень показали, що структура порового простору нафтобітумовміщуючих порід суттєво відрізняється від структури порового простору нафтовміщуючих і складається з води (зв'язаної і вільної), адсорбованої нафти (бітумів у твердому стані), плівкової нафти, рухомої нафти. При цьому було встановлено: а) перевищення частки рухомих нафти дів в теригенних колекторах в порівнянні з колекторами карбонатного типу; б) досить високий вміст (до 45-65 %) вільної води в пустотному просторі нафтобітумовміщуючих порід, який значно перевищує вміст зв'язаної води.

Структура флюїдонасичення і нафтонасичення безпосередньо залежить від фільтраційно-ємнісних властивостей порід і для колекторів, наприклад, проникністю 9,9, 50,5, 116,7 мД виглядає наступним чином.

В породах-колекторах проникністю близько 10 мД структура флюїдонасичення наступна: залишкове водонасичення 27 %, вміст нафти у вільному, плівковому і адсорбованому стані становитиме відповідно 26 %, 26 % і 21 %. Коефіцієнт нафтонасичення – 73 %. Структура нафтонасичення буде такою: вміст вільної нафти 36 %, плівкової 36 % і адсорбованої 26 %. Коефіцієнт витіснення нафти водою не перевищуватиме 40 %.

В породах-колекторах проникністю близько 50 мД структура флюїдонасичення наступна: залишкове водонасичення 19 %, вміст нафти у

вільному, плівковому і адсорбованому стані становитиме відповідно 41 %, 25 % і 15 %. Коефіцієнт нафтонасичення – 81 %. Структура нафтонасичення буде такою: вміст вільної нафти 51 %, плівкової 31 % і адсорбованої 18 %. Коефіцієнт витіснення нафти водою не перевищуватиме 53%.

В породах-колекторах проникністю понад 100 мД структура флюїдонасичення наступна: залишкове водонасичення 10 %, вміст нафти у вільному, плівковому і адсорбованому стані становитиме відповідно 58 %, 21 % і 11 %. Коефіцієнт нафтонасичення – 90 %. Структура нафтонасичення буде такою: вміст вільної нафти 62 %, плівкової 22 % і адсорбованої 16 %. Коефіцієнт витіснення нафти водою не перевищуватиме 63 %.

Співвідношення між ефективною і відкритою, динамічною і відкритою пористістю порід-колекторів дають підстави стверджувати, що в діапазоні зміни відкритої пористості 7-10,4 % нафта перебуває в фазово-нерухомому стані. За відкритою пористістю порід понад 10,4 % фіксується поява динамічної пористості, тобто має місце процес витіснення нафти [3].

Щодо механізму вилучення високов'язких нафт та природних бітумів можна відзначити наступне.

Результати визначень впливу гідродинамічних і капілярних сил на механізм нафтовилучення вказують на те, що в порових каналах радіусом менше 0,3-0,5 мкм залишкова вода не може вилучатися з пор і не передає пластового тиску. Нафта в адсорбованому стані, залежно від її в'язкості зосереджена в порових каналах

радіусом 0,5-3 мкм. При цьому капілярний тиск при самих найнесприятливіших умовах може досягати 0,09–0,12 МПа (градієнт тиску 3–4 МПа/м). Вилучення плівкової нафти відбувається за тисків від 0,05 до 0,52 МПа (капілярні тиски 0,0085–0,09 МПа, градієнт тиску 0,28–0,3 МПа/м). Нафта у вільному стані витісняється за тисків менше 0,05 МПа (капілярні тиски <0,0085 МПа і наближаються до 0 у порових каналах радіусом близьким до 100 мкм і більше.

Результати проведених досліджень дають змогу зробити висновок про недоцільність застосування заводнення, а також методів, пов'язаних із закачуванням газоподібних агентів.

Всі виявлені особливості ВВН і ПБ та їх покладів вимагають специфічного підходу, як до проектування геолого-розвідувальних робіт, інтерпретації матеріалів ГДС, так і до оконтурювання покладів, визначення підрахункових параметрів, методики підрахунку запасів і розділення їх на класи в залежності від їх промислового значення. Відсутність такого підходу призвела до численних переоцінок запасів і ресурсів найбільших за ступенем розвіданих запасів ВВН і ПБ Яблунівського та Бугруватівського родовищ [4]. Це в свою чергу ускладнює вибір і впровадження сучасних ефективних методів розробки покладів ВВН і ПБ, оскільки техніко-економічна доцільність останніх безпосередньо залежить від достовірності оцінки їх ресурсної бази.

#### Література

1. Лукін, О. Є. Вуглеводневий потенціал надр України та основні напрямки його освоєння [Текст] / О. Є. Лукін // Вісник Національної Академії Наук України. – 2008. – №4. – С. 56-67.
2. Стебельська, Г. Я. Особливості розробки покладів високов'язких нафт [Текст] / Г. Я. Стебельська // Матеріали наук.-практ. конф. «Новітні проблеми геології». – Харків, 2015. – С. 133-135.
3. Петрофізична модель нафтонасичення порід-колекторів баширського ярусу Яблунівського родовища ДДз [Текст] / С. О. Паюк, Г. Я. Стебельська, М. Ю. Нестеренко, Р. С. Балацький // Нафтогазова галузь України. – 2015. – №2. – С. 22-25.
4. Селюзкін, Є. Ф. Геологічні особливості покладів високов'язких нафт Дніпровсько-Донецької западини в зв'язку з підвищенням достовірності підрахунку запасів [Текст] / Є. Ф. Селюзкін, М. П. Козій // Матеріали наук.-практ. конф. «Нафта і газ України-96». – Харків, 1996. – С. 97-98.

## ТАФНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАНДРЫКОВСКИХ СЛОЕВ ВЕРХНЕГО ЭОЦЕНА (г. ДНЕПРОПЕТРОВСК, УКРАИНА)

Мандрыковские слои рассматриваются как неоднородное тафогермное тело, имеющее ограниченное распространение в южной части территории Днепропетровска близ русла Днепра. Уникальное систематическое разнообразие мандрыковского фаунистического комплекса обусловлено накоплением и смешением остатков представителей различных экологических ниш литорали и зоны распространения коралловых построек. В состав мандрыковских слоев входят образования онколитовых биогермов, пляжевых коралловых песков, водорослевых зарослей, скалистых участков дна и др.

В юго-восточной части Рыбальского карьера установлены отложения зоны литорали. Они включают многочисленные остатки пателлогастропод, разнообразной эпифауны (*Chama*, *Spondilus*, *Dymia*, *Vulsella*, *Vermetus*, *Balanus*), гальку гранита и песчаника. В южной части карьера преобладают остатки раковин обитателей песчаного дна (*Glycymeris*, *Arca*, *Barbatia*, *Acturellina* и др.), растительноядных гастропод (*Turritella*, *Mesalia*, *Tectus* и др.). Представители собственно зоны литорали здесь относительно немногочисленны.

Ископаемые биогермы не обнаружены, но остатки колониальных кораллов весьма многочисленны и представлены не менее 22 видами. Кроме мандрыковских слоев в Рыбальском карьере присутствуют и другие фацции верхнего эоцена (детритовые мелкозернистые пески без целых раковин, темные углефицированные глины с остатками губок, и др.).

**Ключевые слова:** тафономия, верхний эоцен, Украина.

**В.Л. Стефанский. ТАФНОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕРХНЬОЕОЦЕНОВИХ ФАУНІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ІЗ МАНДРИКІВСЬКИХ ВЕРСТВ (м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК, УКРАЇНА).** Мандриківські верстви розглядаються як неоднорідне тафогермне тіло, що має обмежене поширення в південній частині території Дніпропетровська поблизу русла Дніпра. Унікальна систематична різноманітність мандриківського фаунистичного комплексу обумовлена накопиченням і змішанням залишків представників різних екологічних ніш літоралі і зони поширення коралових споруд. У склад мандриківських верств входять утворення онколітових биогермов, пляжевих коралових пісків, водорослевих заростей, скелястих ділянок дна та інші.

У південно-східній частині Рыбальського кар'єру встановлені відклади зони літоралі. Вони включають численні залишки пателлогастропод, різноманітну епіфауну (*Chama*, *Spondilus*, *Dymia*, *Vulsella*, *Vermetus*, *Balanus* та інші.), гальку граніту та пісковика. У південній частині кар'єру переважають залишки раковин мешканців піщаного дна (*Glycymeris*, *Arca*, *Barbatia*, *Acturellina* та інші.), рослинної фауни гастропод (*Turritella*, *Mesalia*, *Tectus* та інші.). Представники власне зони літоралі тут відносно нечисленні.

Викопні биогерми не виявлені, але залишки колониальних коралів дуже численні і представлені не менше ніж 22 видами. Крім мандриківських верств в Рыбальському кар'єрі присутні й інші фації верхнього еоцену (детритові дрібнозернисті піски без цілих раковин, темні углефіковані глини із залишками губок, та інші.).

**Ключові слова:** тафономія, верхній еоцен, Україна.

**Введение.** Унікальний фаунистический комплекс мандрыковских слоев широко используется при корреляции верхнеэоценовых отложений Украины и Западной Европы. При этом в ряде работ к нему причислены фоссилии других фаций верхнего эоцена Среднего Приднпровья и Северного Причерноморья [4,5,8,10,12,16,17 и др.] и даже техногенные породы [14]. Таким образом, уточнение объема и структуры мандрыковского комплекса фауны, его ревизия и доизучение является важной и первоочередной задачей стратиграфии палеогена Украины.

Мандрыковские слои развиты в локальных понижениях кристаллического фундамента Украинского щита в южной части г. Днепропетровска (рис. 1). На правом берегу р. Днепр они задернованы и вскрыты скважинами (район ул. Мандрыковская и ж/м Победа). На левом берегу они доступны для наблюдения в Рыбальском карьере, что дало возможность изучить литологическую и палеонтологическую изменчивость слоев на площади более 2,5 кв. км.

**Материал и методы.** Полевые исследования в Рыбальском карьере проводились автором с 1980 г. Нами также проведены комплексные палеонтологические и литологические лабора-

торные исследования мандрыковских слоев. Изучены коллекции палеогеновой фауны геолого-минералогического музея Национального горного университета, фондовые материалы НИИ геологии Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара, КП «Южукргеологии» и Днепропетровского отделения УкрГГРИ. Использованы оптические микроскопы МБС-2 и МИН-8, а также растровый электронный микроскоп РЭММА-102-02 (оператор С.И. Овечко, Днепропетровское отделение УкрГГРИ). Микропалеонтологические определения выполнены Т.А. Стефанской, определения моллюсков и кораллов – В.Л. Стефанским.

**Результаты и обсуждения.** Комплексные литолого-фаунальные исследования показали, что мандрыковские слои в основном представлены мелкозернистыми коралловыми песками, включающими линзы ракушняка и онколитовые биогермы. Кроме детрита в песках присутствуют многочисленные целые фоссилии различной сохранности и таксономической принадлежности. Мандрыковский комплекс фауны уникален как в количественном, так и в систематическом отношении. В его составе уста-



новлены остатки наннопланктона, фораминифер, инфузорий, одиночных и колониальных кораллов, червей, остракод, баянусов, моллюсков (хитонов, двустворок, гастропод, скафопод), брахиопод, мшанок, морских ежей, рыб, а также палеобактериальные объекты и

следы жизнедеятельности различных организмов (губок, червей, моллюсков, мшанок и др.). Наннопланктон представлен в пределах зоны NP 19 *Isthmolithus recurvus* – основание зоны NP 20 *Sphenolithus pseudoradians* по шкале Э. Мартини [7, 19].

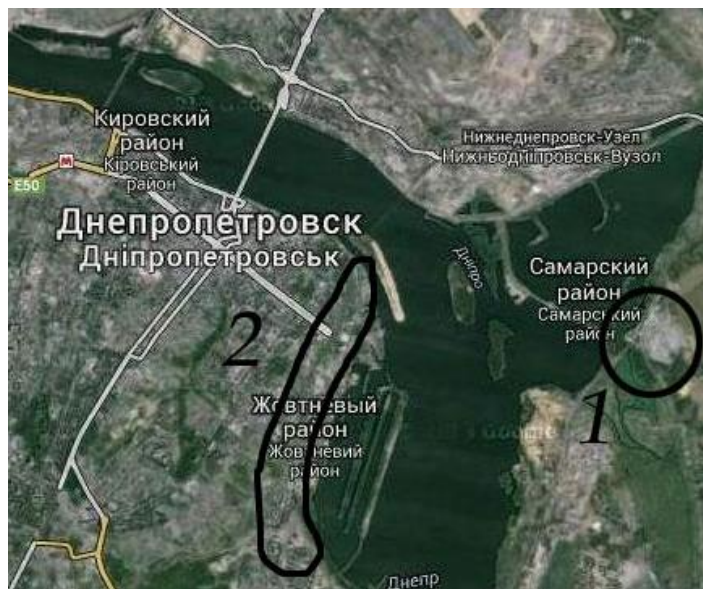


Рис. 1. Схематическая карта распространения мандрыковских слоев в г. Днепропетровске (оконтурено): 1 – Рыбальский карьер; 2 – район ул. Мандрыковская и ж/м Победа

Распределение фауны в Рыбальском карьере неравномерное, несет признаки гранулометрической сортировки. Во время проведения горных работ в разное время вскрывались участки, в одном из которых какой-либо вид мог быть представлен единичными обломками, а в другом – десятками целых раковин. Так, например, по данным А.А. Веселова [17], в 1978 г. при сборах встречались только столбики *Tectus*. Впоследствии десятки их целых раковин обнаружены нами после продвижения стенки карьера на несколько десятков метров на юго-восток. То же относится и к крупным *Venericardia*, *Lucinidae*, *Conus*. С другой стороны, отмечаются формы, имеющие повсеместное распространение: *Glycymeris*, *Chama*, *Neritopsis*, *Acturellina*, *Corbula*, *Cerithium* и др. Автор может только подтвердить мнение О.В. Амитрова [2, 3 и др.] о высокой вероятности находок новых палеонтологических форм, ранее неизвестных из мандрыковских слоев карьера. Указанные факты указывают на крайне неравномерную сортировку осадков. Также очевидно, что на формирование мандрыковских пород существенное влияние оказывали многочисленные обитатели песчаного дна – зарывающиеся и полужарывающиеся формы, грунтоеды, подвижный бентос, рыбы-кораллиофаги и др., которые в процессе жизнедеятельности ак-

тивно перемешивали и перерабатывали поверхностные слои субстрата.

Анализ мандрыковского фаунистического комплекса говорит о его формировании в прибрежной зоне (глубина от 0 до 10–20 м), в условиях тепловодного (среднегодовая температура не ниже 20,5°C) нормальносоленого бассейна, в условиях хорошей аэрации и активной динамики вод (в том числе волноприбойных). Однако изучение распределения таксонов мандрыковской фауны по площади указывает на то, что она обитала в различных экологических нишах кораллового биотопа близ побережья палеобассейна. На различных участках мандрыковских слоев (как в Рыбальском карьере, так и в районе ул. Мандрыковская) установлены онколитовые биогермы, коралловые пески зоны литорали, а также тафогермные образования других мелководных участков дна палеобассейна (внешней зоны коралловых построек, межрифовых и зарифовых участков с широким развитием водорослевой растительности).

В юго-восточной части Рыбальского карьера распространены отложения, сформировавшиеся непосредственно близ береговой линии палеобассейна. Они характеризуются наличием онколитовых биогермов [15], многочисленных пателлогастропод, крупной гальки гранитоидов и песчаников, обилием остатков прикрепляю-

щейся к скалам фауны (двустворки *Chama*, *Spondilus*, *Dymia*, *Vulsella*, гастроподы *Vermetus*, рачков *Balanus* и др.). (рис. 2). Признаки литорали обнаружены и на правом берегу Днепра, в

районе ул. Мандрыковская (бывший пос. Мандрыковка) [2, 3 и др.]. В частности, к ним относятся находки гальки гранитоидов и костей наземных млекопитающих.



Рис. 2. Представители зоны литорали в мандрыковских слоях южной части Рыбальского карьера: а – желваки онколитов, образующие биогерм; б – многочисленные раковины *Pateloida poseidonis* Gieb.; в – многочисленные раковины *Vulsella oblique* Коен

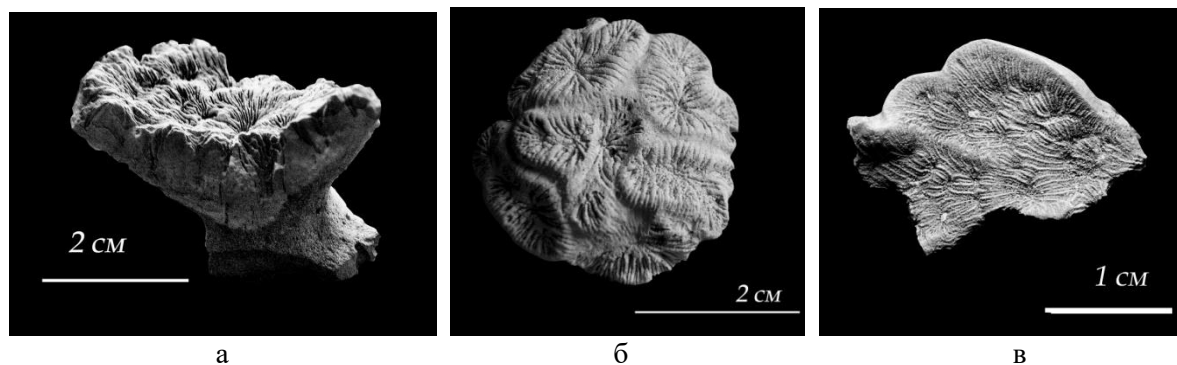


Рис. 3. Некоторые формы мандрыковских кораллов из Рыбальского карьера: а – грибовидная форма одиночного *Cyathoseris infundibuliformis* (Bl.); б – массивная полусферическая колония *Colpophylla slavutischensis* Kusm.; в – фрагмент листовидной колонии *Lithophyllum priorum* (d'Orb.)

Коралловые биогермы в мандрыковских слоях не зафиксированы. Однако на их существование указывает повсеместное присутствие в породе многочисленных обломков и целых скелетов рифостроящих кораллов. Среди них установлено не менее 22 видов [9 и др.]. Обычны корковидные, стелющиеся по субстрату формы, дисковидные и слаборазветвленные колонии с короткими толстыми ветвями, массивные грибовидные одиночные особи (рис. 3). Кроме собственно кораллов, в мандрыковском комплексе весьма значительный процент занимают остатки типичных представителей кораллового биоценоза. Следует отметить, что состав мандрыковской фауны Рыбальского карьера существенно отличается от эпифауны биогермов палеогена Среднего Приднестровья и Северного Причерноморья, которая представлена преимущественно ассоциацией устричников [12,13].

В южной части Рыбальского карьера структура мандрыковского комплекса фауны несколько иная. Здесь отмечено заметно большее количество остатков обитателей песчаного

и ракушечно-песчаного дна (многочисленные двустворки *Glycymeris*, *Arca*, *Barbatia*, *Venericardia*, *Acturellina*, различные *Lucinidae* и др.) (рис. 4, а). Также часты находки раковин растительноядных и хищных гастропод (*Turritella*, *Mesalia*, *Tectus*, *Natica* и др.) (рис. 4, б–в). Обитатели прибрежных скал встречаются намного реже. Онколитовые биогермы не обнаружены, а количество онколитовых желваков значительно меньше или они отсутствуют.

Некоторые представители фауны регистрируются косвенно [1,12]. Так, например, обилие остатков растительноядных организмов говорит о развитии здесь богатой водорослевой растительности, о присутствии губок свидетельствуют следы их сверления и т.д. Также весьма часты следы сверления раковин моллюсков, что согласуется с многочисленными находками остатков хищных гастропод.

В южной части Рыбальского карьера, на периферии мандрыковских слоев зарегистрированы также «переходные» фации, в основном включающие детрит. Целые мезофоссилии в



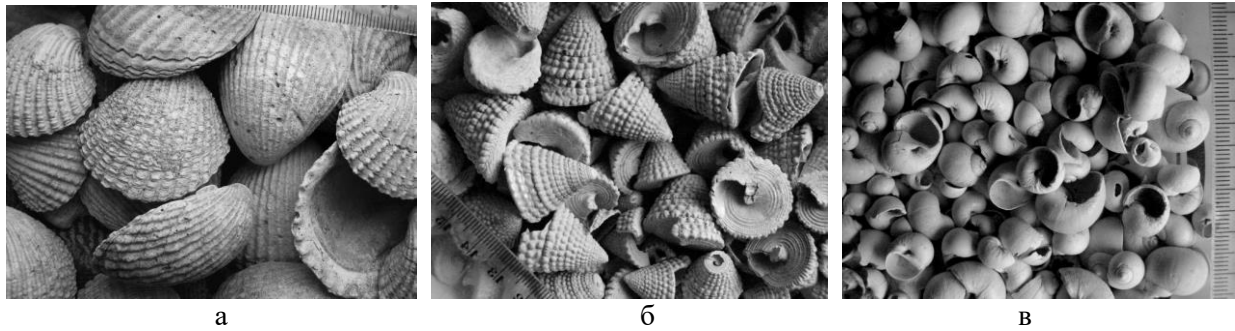


Рис. 4. Многочисленные обитатели ракушечно-песчаного дна: а – полузарывающиеся подвижные *Venericardia dnjeprovensa* Kluz.; б – растительные *Tectus* aff. *lucasianus* (Brong.); в – хищные гастроподы *Natica epiglottina* Lamck.

них обладают плохой сохранностью, встречаются относительно редко или отсутствуют. В кровле эти отложения с нерезкой границей замещаются углистыми фациями, включающими многочисленные спикулы губок, фораминиферы и раковинный детрит плохой сохранности. Углистые породы находятся на одном гипсометрическом уровне с вышеописанными коралловыми песками юго-восточной части карьера. По литологическим и фаунистическим характеристиками углистые образования весьма своеобразны [6] и, по нашему мнению, не могут быть включены в состав мандрыковских слоев.

Таким образом, мандрыковские слои в целом представляют собой сложное тафогермное тело, имеющее ограниченное распространение в пределах прибрежной зоны позднеэоценового бассейна. Уникальное систематическое разно-

образии мандрыковского комплекса фауны во многом определено накоплением и смешением остатков представителей разнообразных экологических ниш литорали и кораллового биотопа.

Существующие различия в верхнеэоценовых фаунистических комплексах Рыбальского карьера и правобережья р. Днепр (район ул. Мандрыковская) мы рассматриваем как внутрifaциальные. Однако, при корреляции необходимо учитывать, что в ряде работ [4,5,8,10, 12,16,17 и др.] к мандрыковским слоям ошибочно отнесены вскрытые в г. Днепропетровске и его окрестностях скважинами и выработками более глубоководные верхнеэоценовые образования, имеющие отличный от мандрыковских слоев фациальный облик и не относящиеся к ним.

#### Литература

1. Аблец, В. В. Следы жизнедеятельности в твердых субстратах кайнозоя Украины [Текст] / В. В. Аблец. Дис. ... канд. геол.-мин. Наук : 04.00.09. – Кривой Рог, 1994. –18 с., 46 табл.
2. Амитров, О. В. История гастропод палеогеновых морей Запада Евразии [Текст] / О. В. Амитров. – М. : Наука, 1993 – 208 с.
3. Амитров, О. В. Мандрыковские слои (верхний эоцен Украины): изученность гастропод и описание нового вида *Soporbis* [Текст] / О. В. Амитров // Палеонтологический журнал, 2008. – №6. – С. 11–14.
4. Барг, I.M. Нариси геологічної історії Дніпропетровщини [Текст] / I. М. Барг. – Дніпропетровськ : ТзОВ «Альфа», 1997. – 148 с.
5. Барг, I. М. Стратиграфія палеогенових відкладів південного схилу Українського щита (Никопольсько-Марганецький район) [Текст] / I. М. Барг, В. В. Манюк // Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Геологія. Географія. – Вип. 11. – Т. 17, №3/2. – 2009. – С. 3–12.
6. Березовский, А. А. Новые данные о строении верхнеэоценовой толщи Рыбальского карьера г. Днепропетровск [Текст] / А. А. Березовский, В. В. Демьянов // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Сталій розвиток промисловості та суспільства». Кривий Ріг, 22-25 жовтня 2014 р. – Кривий Ріг : КНУ, 2014. – С. 38–41.
7. Новые данные о стратиграфическом положении и возрасте мандрыковских слоев окрестностей г. Днепропетровска (СССР) [Текст] / А. А. Веселов, Б. Т. Голев, С. А. Люльева и др. // Докл. АН СССР, 1974. –Т. 217, №5. – С. 1145–1147.
8. Ключников, М. Н. Стратиграфия и фауна нижнетретичных отложений Украины [Текст] / М. Н. Ключников. – Киев : Изд-во АН СССР, 1958. – 428 с.
9. Кузьмичева, Е.И. Верхнемеловые и палеогеновые кораллы СССР [Текст] / Е. И. Кузьмичева. – М. : Наука, 1987. – 190 с.
10. Нестеренко, П. Г. Палеогеновые отложения окрестностей г. Днепропетровска и стратиграфическое положение мандрыковских слоёв [Текст] / П. Г. Нестеренко // Палеогеновые отложения Юга Европейской части СССР. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – С. 136–142.

11. Новое местонахождение мандрыковских слоев в районе г. Днепропетровска и их палеонтологическая характеристика [Текст] / М. Ф. Носовский, И. Д. Коненкова, И. М. Барз и др. // Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. ун-та, 1978. – С. 40–48.
12. Стефанский, В. Л. Двустворчатые моллюски позднего эоцена Северного Причерноморья и юго-восточной части Украинского щита, их стратиграфическое значение [Текст] / В. Л. Стефанский. Автореф. дисс... канд. геол.-мин. наук. – Киев, 1992. – 23 с.
13. Стефанский В. Л. К вопросу о корреляции верхнеэоценовых отложений Среднего Приднепровья и Северного Причерноморья [Текст] / В. Л. Стефанский // Вісник ДНУ. Сер. Геологія. Географія. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2013. – Т. 21. – Вип. 15. – № 3/2. – С.14-19.
14. Стефанский В. Л. О техногенных и природных нарушениях мандрыковских слоев Рыбальского карьера (г. Днепропетровск) [Текст] / В. Л. Стефанский // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету. – Кр. Ріг : КНУ, 2013. – № 12 (2–930). – С. 73–77.
15. Стефанский В.Л. Верхнеэоценовые онколитовые биогермы Рыбальского карьера (г. Днепропетровск) как фациальный индикатор мандрыковских слоїв [Текст] / В. Л. Стефанский // Вісник ДНУ. Сер. Геологія. Географія. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2014. – Т. 22. – Вип. 16. – № 3/2. – С.121–131.
16. Стратиграфическая схема палеогеновых отложений Украины (унифицированная) [Текст] // Д. Е. Макаренко, В. А. Зелинская, Б. Ф. Зернецкий и др. – Киев : Наукова думка, 1987. – 116 с.
17. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуш М-36-XXXVI (Дніпропетровськ). Центральноукраїнська серія. Пояснювальна записка. Міністерство охорони навколишнього середовища України. Держ. Геол. служба. КП «Південьургелогія» [Текст] / В. О. Шпильчак, В. В. Манюк, В. В. Сукач и др. – Київ : УкрДГРІ, 2007. – 116 с., 11 рис., 4 дод.
18. Широков, А. З. Формирование и возраст мандрыковских слоев окрестностей г. Днепропетровска [Текст] / А. З. Широков, А. А. Веселов, В. Л. Стефанский и др. // Докл. АН УССР, сер. Б, Геол. хим. и биол. науки, 1986. – №2. – С. 25–28.

## КОНЦЕПТУАЛЬНА СИНЕРГЕТИЧНА ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ СУФОЗІЇ ТА КАРСТУ У КАРБОНАТНИХ ПОРОДАХ НА ТЕРИТОРІЇ СВЯТОГІРСЬКОГО МОНАСТІРЯ

*Розглянуто причини розвитку геодинамічних процесів суфозії та карсту у карбонатних породах. Визначено, що основним фактором їх формування виступають підземні води, що мають різне походження та напрямки руху. Їх фільтрація у масиві мергельно-крейдяних порід забезпечується трьома системами тріщин – екзогенних (вивітрювання), літогенних (діагенетичних) та тектоногенних. Показано, що процеси суфозії, яка є наслідком механічної діяльності підземних вод, відбуваються паралельно з процесами карстоутворення, що обумовлено хімічного взаємодією компонентів системи "порода – вода" за участю різного за генезисом діоксид у вуглецю. За результатами ізотопного аналізу на вміст важких ізотопів вуглецю у мінеральній речовині встановлено, що його генезис у продуктах епікарсту відповідає атмосферному, а у речовині арагоніту з тектонічних тріщин – глибинному.*

*Уперше побудовано концептуальну синергетичну просторову геолого-гідрогеологічну модель суфозії та карсту у карбонатних верхньокрейдяних породах "крейдяної скелі", на якій розташовані історично-архітектурні пам'ятки Святогірського монастиря. Ця модель дозволяє визначити можливі геологічні ризики для монастирських будівель та споруд та розробити методику їхнього захисту від руйнівних геодинамічних процесів.*

**Ключові слова:** підземні вод, карбонатні породи, розлом, діоксид вуглецю, фільтрація, суфозія, карст, геодинамічні процеси тепломасоперенесення, історично-архітектурні пам'ятки.

**В.Г. Суярко, В.В. Сухов. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ СУФФОЗИИ И КАРСТА В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ НА ТЕРРИТОРИИ СВЯТОГОРСКОГО МОНАСТЫРЯ.** Рассмотрены причины развития геодинамических процессов суффозии и карста в карбонатных породах. Определено, что основным фактором их формирования выступают подземных воды, имеющие различное происхождение и направления движения. Их фильтрация в массиве мергельно-меловых пород обеспечивается тремя системами трещин – экзогенных (выветривания), литогенных (диагенетически) и тектоногенных. Показано, что процессы суффозии, являющейся следствием механической деятельности подземных вод, происходят параллельно процессам карстообразования, что обусловлено химическим взаимодействием компонентов системы "породы – вода" при участии двуокиси углерода различного генезиса.

*Впервые построена концептуальная синергетическая пространственная геолого-гидрогеологическая модель суффозии и карста в карбонатных верхнемеловых породах "меловой скалы", на которой расположены историко-архитектурные памятники Святогорского монастыря. Эта модель позволяет определить возможные геологические риски для монастырских зданий и сооружений и разработать методику их защиты от разрушительных геодинамических процессов.*

**Ключевые слова:** подземные воды, карбонатные породы, разлом, двуокись углерода, фильтрация, суффозия, карст, геодинамические процессы, тепломассоперенос, историко-архитектурные памятники.

Святогірська брахіантикліналь знаходиться на північному борту Бахмутської улоговини у східній частині Дніпровсько-Донецької западини. Мергельно-крейдяні відклади північніше м. Святогірськ відслонюються на правому березі р. Сіверський Донець у вигляді скелі висотою до 100 м з розташованим на ній історично-архітектурним комплексом Святогірського монастиря. Основним об'єктом комплексу є "крейдяна" Миколаївська церква, що збудована у XVI–XVII століттях на її вершині. Вона частково вирубана в крейдяних породах, а частково складена з крейдяних брил та цегли. Купол церкви висічений у вигляді башти з крейдяного моноліту.

У товщі крейдяної брили є два яруси печерних споруд. Верхній ярус (колишня церква Іоанна Хрестителя) є системою коридорів та камер, які вирубано у мергельно-крейдяних породах. Нижній ярус печерних споруд (колишня церква Олексія Людини Божої) складається з головної зали та службових приміщень, що розгалужуються на два коридори, що закінчуються отворами-вікнами, які виходять у бік річки на

північному та східному боках скелі. Похилі коридори слугують для переходів на нижче – та вищезалягаючі рівні підземних споруд.

Від розташованого унизу Успенського собору ведуть напівзруйновані східці паломників з двома майже повністю зруйнованими павільйонами.

Породи верхньої крейди, які представлені мергельно-крейдяною товщею туронського і кон'яського ярусів (K<sub>2</sub>t-cn), що складають крейдяну скелю, розбиті тріщинами. Ці тріщини, що є каналами циркуляції підземних вод, різні за генезисом, напрямками та глибиною і поділяються на три види: екзогенні, літогенні та тектоногенні (табл. 1).

Екзогенна тріщинуватість мергельно-крейдяної товщі пов'язана з процесами геологічного вивітрювання. Тріщини мають хаотичний характер і часто – похиле (до субгоризонтального) падіння, а глибина їх рідко перевищує перші метри.

Літогенні тріщини, утворення яких відбувалося в процесі діагенезу крейдяного осаду, мають падіння від 30 до 50° на південь – у гліб

Таблиця 1

Характеристика тектонічних тріщин та тріщинних зон на ділянці знаходження крейдяної Миколаївської церкви

| №<br>н\н | Параметри тріщин (зон)        |              |                           |                  |         | Характер<br>стінок     | Матеріал, заповнення                            | Мінеральні ново-<br>утворення, форма |
|----------|-------------------------------|--------------|---------------------------|------------------|---------|------------------------|---|--------------------------------------|
|          | Місцезнаходження              | Ширина,<br>м | Кути<br>падіння,<br>град. | Азимути, град.   |         |                        |   |                                      |
|          |                               |              |                           | простяган-<br>ня | падіння |                        |   |                                      |
| 1        | 2                             | 3            | 4                         | 5                | 6       | 7                      | 8   | 9                                    |
| 1.       | 1 <sup>а</sup> від краю брили | 0,01-0,2     | 84-90                     | 225-250          | 340-345 | Нерівні<br>шорохуваті  | Крейдяний пил                                   | Натічний<br>кальцит                  |
| 2.       | 2 <sup>а</sup> від краю брили | до 0,2       | 80-90                     | 245-260          | 335-350 | Нерівні,<br>бугристі   | Крейдяні щебінка та<br>«мука»                   | Натічний<br>кальцит                  |
| 3.       | 3 <sup>а</sup> від краю брили | 0,03-0,05    | 82-88                     | 240-255          | 340-345 | Нерівні,<br>східчасті  | Дресва та щебінка<br>крейди, крейдяна<br>«мука» | Натічний<br>кальцит                  |
| 4.       | 4 <sup>а</sup> від краю брили | 0,03-0,2     | 84-88                     | 240-250          | 330-340 | Нерівні,<br>шорохуваті | Дресур, крейдяна<br>«мука»                      | Натічний<br>кальцит                  |
| 5.       | 5 <sup>а</sup> від краю брили | 0,03-0,05    | 75-88                     | 240-250          | 330-340 | Нерівні                | Дресур, крейдяна<br>«мука»                      | Натічний<br>кальцит                  |
| 6.       | 6 <sup>а</sup> від краю брили | 1,5-2,0      | 60-88                     | 240-280          | 310-320 | Вихлясті               | Крейдяна<br>«мука»                              | Натічний<br>кальцит                  |
| 7.       | 7 <sup>а</sup> від краю брили | 0,6-0,8      | 75-78                     | 275-300          | 335-350 | Нерівні                | Щебінка та дресва<br>крейди, крейдяна<br>«мука» | Не виявлено                          |

Бахмутської улоговини. Починаючись від вершини "крейдяної скелі", вони затухають на глибинах до 30,0–40,0 м.

Тектоногенні тріщини, утворення яких пов'язане з ларамійською та пізнішими фазами альпійської тектонічної активізації Петрівсько-Кремінського розлому [5], по зоні якого проходить русло р. Сіверський Донець, субвертикально розбивають "крейдяну скелю" і уходять униз на сотні метрів.

Тріщинуватість у масиві мергельно-крейдяних порід "крейдяної скелі" характеризується гетерогенністю та анізотропністю проникності і має певну ієрархічність. У верхній частині брили вона представлена переважно неглибокими різноспрямованими тріщинами, які утворюють найширші канали фільтрації, рух підземних вод у яких є найінтенсивнішим і часто носить турбулентний характер. З глибиною кількість тріщин (за рахунок зникнення тріщин вивітрювання) різко зменшується, хоча діагенетичні тріщини, які також ущільнюються, все ще мають широке розповсюдження. Тут фільтрація тріщинних вод має переважно ламінарний характер, хоча на деяких ділянках спостерігається їх турбулентний рух [6].

Такі ділянки, зокрема, приручені тут до місць перетину літогенної та тектоногенної тріщинуватості. Але тенденція до зменшення швидкостей фільтрації з глибиною чітко витримується.

Порожнинність та проникність тріщин залежить не лише від процесів їх формування та розвитку, що серед іншого обумовлюється їх розширенням при механічному руйнуванні, вилугованні та розчиненні бокових карбонатних порід [4]. У цьому можуть бути задіяні як інфільтраційні (зони суфозії та епікарсту), так і глибинні (зона гіпокарсту) води, що мають не лише різні лужність, мінералізацію, хімічний та газовий склад, а й протилежні напрямки руху.

При розкритті тріщин більше 5–15 мм в процесі фільтрації починають виникати нелінійні ефекти, пов'язані з турбулентним рухом води [4,8]. Експериментально доведено, що зміна гідродинамічних режимів з ламінарного на турбулентний відповідає двом важливим граничним ефектам: розчинення і механічній руйнації порід. У режимі повільної ламінарної кінетики відбувається розчинення карбонатних порід і перенесення речовин у справжніх водних розчинах, а у режимі швидкої турбулентної кінетики – їх механічна руйнація і перенесення речовини у вигляді суспензії [8].

Швидкості руху інфільтраційних потоків у породах зони вивітрювання верхньокрейдяних порід на вершині "крейдяної скелі" досягають

3–5 м за секунду. Однак, нижче цієї зони, згідно з проведеними спостереженнями, вони різко зменшуються і, зазвичай, становлять від одного до декількох сантиметрів у секунду. На цих глибинах максимальні швидкості інфільтраційних потоків часто приурочені до перехрестя тріщин різного походження – вивітрювання та діагенетичних. Інколи до них долучаються тектонічні тріщини. І тоді у карбонатному масиві формуються кавернозні канали діаметром до 10,0 см. Саме канали такого типу з видимими суспензійними продуктами суфозії у вигляді "крейдяного борошна" досліджені нами в інтервалі 3–10 м нижче рівня Миколаївської крейдяної церкви.

Якщо головним чинником суфозії, як наслідку механічної діяльності тріщинних вод, є їхня динаміка, то карбонатний карст розвивається завдяки хімічній агресивності водних розчинів. Останнє, зокрема, забезпечується присутністю у підземних водах як вільного, так і розчинного діоксиду вуглецю ( $CO_2$ ).

Інфільтраційні води, що вміщують  $CO_2$  атмосферного походження, проникають у масив крейдяних порід від земної поверхні. Фільтрація їх відбувається як по екзогенних тріщинах, зона розвитку яких не перевищує, переважно, 3–5 м, так і по літогенних (діагенетичних) тріщинах. З такими водами пов'язані хімічні перетворення у карбонатно-водяних системах, наслідком яких є епікарст [1,3].

З іншого боку, багаторазова тектонічна активізація Святогірської структури призвела до формування у потужній карбонатній мергельно-крейдяній товщі систем субвертикальних тектонічних тріщин, які забезпечують висхідне розвантаження напірних вод юри, тріасу і палеозою. Останні, формування котрих пов'язане з глибокими горизонтами гідросфери, забезпечували міграцію ендегенних флюїдів, провідну роль серед яких відіграє  $CO_2$ . Напірні води глибоких горизонтів, що характеризуються лужністю та хімічною агресивністю, циркулюючи по первинних тріщинах та порах і взаємодіючи з карбонатною речовиною (кальцитом), постійно розширювали канали фільтрації, що врешті-решт обумовило формування проникних гідродинамічних зон різних розмірів. Періодичне розвантаження по них хімічно активних вод, насичених агресивними до карбонатів флюїдами (передусім,  $CO_2$ ) призвело до утворення зон ендокарсту у масиві мергельно-крейдяної товщі.

Виходячи з цього, нами побудовано просторову синергетичну геолого-гідрогеологічну модель розвитку суфозії та карсту у масиві мергельно-крейдяних порід нижньої крейди

(рис. 1). Вона може бути описана наступним чином: після дуже активного прояву на рубежі крейди та палеогену ларамійської фази альпійського тектогенезу, південний блок активізованого Петрівсько-Кремінського розлому в межах Святогірської брахіантиклиналі було здійснено [5,7] і під сучасну пору він представлений у вигляді "крейдянної скелі". В процесі геологічної історії регіону цей розлом, як геодинамічна система, що відбиває процеси великих глибин [2], відігравав важливу роль у тепломасоперенесенні. Завдяки йому гірські породи різного віку зазнавали впливу різних екзогенних та ендегенних процесів, які й обумовили розвиток таких геодинамічних явищ, як суфозія і карст.

Інфільтраційне живлення масиву мергельно-крейдянних порід відбувається за рахунок атмосферних опадів та поверхневих вод, які інфільтруються спочатку у сильно тріщинуваті породи верхньої частини розрізу. Пересуваючись згори вниз під дією сил гравітації по тріщинних каналах фільтрації різного походження, ці води характеризуються турбулентним типом руху, спричиняючи механічне руйнування карбонатних порід з наступним перенесенням продуктів руйнування у механічних частках різного розміру. Серед них основною формою є суспензійна, яка, як найменша за розмірами, має найдовші шляхи міграції. Суспензії, що випали з водних потоків у вигляді "крейдяного порошку", присутні не лише у екзогенних та літогенних, а й у тектоногенних тріщинах. Суфозійними процесами охоплено зону вільного водообміну, яка сформувалася у верхній частині "крейдянної скелі" (рис. 1).

Зі зменшенням швидкостей потоків інфільтраційних вод і розподілом їх у тріщинно-поровому просторі карбонатних порід за участю аніону  $\text{HCO}_3^-$  та атмосферного  $\text{CO}_2$  нижче зони вивітрювання відбуваються процеси хімічної взаємодії інфільтраційних вод з кальцитом нижньокрейдяної товщі. Саме це, вірогідно, і обумовило розширення простору деяких з діагенетичних тріщин з утворенням карстових порожнин, які є типовими для епікарсту (рис. 1).

Тектонічні субвертикальні тріщини частково приймають участь у сучасній інфільтрації атмосферних опадів, тому в них також зустрічається суспензійний матеріал суфозійних процесів. Проте їхня основна гідродинамічна роль полягає в іншому. Утворені в різні за силою періоди тектонічної активізації Петрівсько-Кремінського розлому – від потужної ларамійської (на межі крейди та палеогену) та значно слабшої савської (на межі палеогену і неогену) до найновіших і сучасних [7], ці тріщини, які, по суті, є найдрібнішими складовими глибин-

ного розлому, виконують важливу роль у локальному тепломасоперенесенні. Як і по усій зоні розлому, тут відбуваються процеси обміну між різними флюїдодинамічними та гідродинамічними системами, що обумовлює вертикальне розвантаження вод глибокого формування та ендегенних флюїдів з формуванням поблизу земної поверхні гідрогеотермічних та гідрогеохімічних аномалій [3]. Серед компонентів глибинного походження найважливішим для реакцій розчинення карбонатів підземними водами є діоксид вуглецю (можливо матаморфогенного походження), який сприяв розвитку гіпокарсту у масиві "крейдянної скелі". Як свідчать результати ізотопного аналізу вуглецю у арагоніті, що повсюдно зустрічається на стінках тектонічних тріщин,  $\text{CO}_2$ , який відігравав основну роль у реакціях хімічного розчинення карбонатів і, зокрема, кальциту: був, швидше за все, матаморфогенним. Це дає підстави для виділення у нижній частині "крейдянної скелі" зони гіпокарсту.

Сучасна тектонічна активність регіону проявляється не лише у загальному зростанні Святогірської брахіантиклиналі зі швидкістю до 2,0 мм/рік, а й у землетрусах, які у 1913 та 1937 роках відбувалися приблизно за 50 км північніше та південніше території досліджень. Ці поштовхи викликали не лише коливання рівня води у колодязях, а й зміну її сольового складу (з прісних – на солоні). Води хлоридного натрієвого та сульфатно-хлоридного (натрієвого, кальцієвого) складу з мінералізацією до 5,0–10,0 г/дм<sup>3</sup> зустрічаються тут у крейдянних породах і зараз [6].

Дослідження особливостей розвитку суфозійних та карстових процесів у мергельно-крейдянних породах нижньої крейди на території Святогірського монастиря дозволили зробити наступні висновки:

1. Підземні води є основним чинником розвитку геодинамічних процесів у карбонатних породах.

2. Тріщинуватість мергельно-крейдянної товщі верхньої крейди в межах "крейдянної скелі" пов'язана з розвитком трьох генетичних видів тріщин: вивітрювання (екзогенних), діагенетичних (літогенних) та тектонічних (ендогенних), які виконують основну гідродинамічну роль, забезпечуючи фільтрацію по них підземних вод різного походження.

3. Важливим фактором тепломасоперенесення, з яким пов'язане висхідне розвантаження вод глибоких горизонтів та ендегенних флюїдів, є нова та сучасна тектонічна активізація Петрівсько-Кремінського розлому.

4. Встановлено, що у карбонатних породах



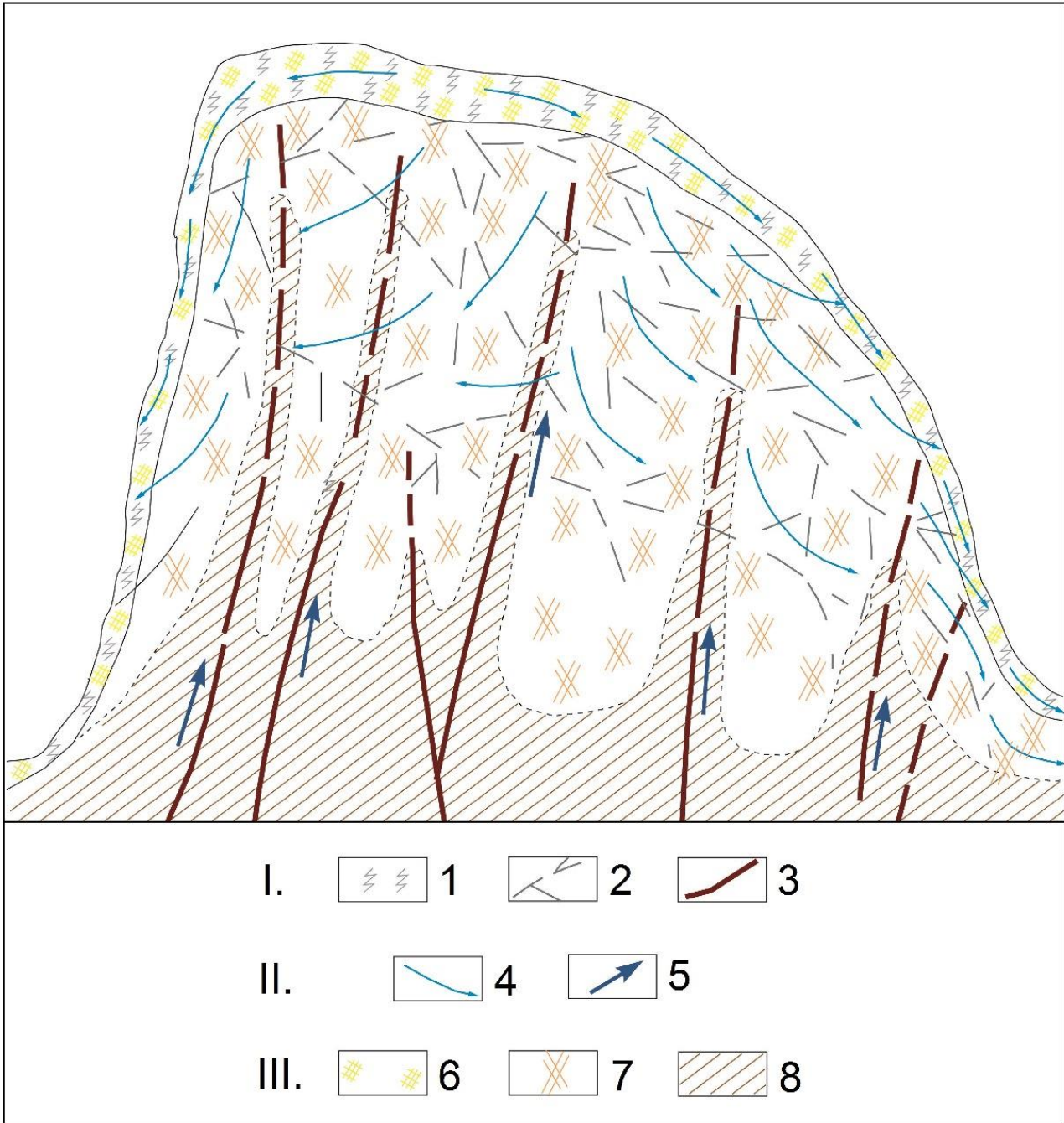


Рис. 1. Геолого-гідродинамічна модель розвитку суфозійності і карстових процесів у масиві мергельно-крейдяних порід («крейдяна брила»)

Умовні позначення:

I. Тріщини:

1 – вивітрювання (екзогенні); 2 – літогенні (діагенетичні); 3 – тектоногенні (ендогенні).

II. Напрямки руху підземних вод:

4 – низхідний (інфільтраційних, безнапірних, з атмосферним; 5 – висхідний (глибинних, напірних, з ендегенним CO<sub>2</sub>).

III. Зони розвитку геодинамічних процесів:

6 – суфозії; 7 – епікарсту; 8 – гіпокарсту.

верхньої крейди на території досліджень за участю підземних вод відбуваються геодинамічні процеси суфозії (пов'язаною з механічною дією підземних вод) та карсту (обумовленого хімічною взаємодією водних розчинів і гірських порід). При цьому, в залежності від генезису підземних вод та  $CO_2$  і напрямком їх фільтрації, у карбонатних породах утворюються зовні подібні, але генетично різні зони карсту – приповерхнева (епікарст) та глибинна (гіпокарст).

5. На основі аналізу фактичного матеріалу вперше створено концептуальну просторову синергетичну геолого-гідрогеологічну модель розвитку геодинамічних процесів суфозії та карсту у верхньокрейдяній мергельно-крейдяній товщі Святогірської брахіантикліналі яка дозволяє визначити не лише взаємозв'язки окремих системи “порода – вода”, а й можливі геологічні ризики для історично-архітектурного комплексу Святогірського монастиря.

#### Література

1. Андрийчук, В. Карст как геоэкологический фактор [Текст] / В. Андрийчук. – Сосновец-Симферополь: Высшая школа экологии и НАН Украины, 2007. – 137 с.
2. Белоконь, В.Г. Бассейн р. Северский Донец как геодинамическая система, отражающая процессы больших глубин [Текст] / В.Г. Белоконь // Геологический журнал, 1984. – Т. 34, вып. 5. – С. 11–27.
3. Климчук, А.Б. Гипогенный спелеогенез, его гидрогеологическое значение и роль в эволюции карста [Текст] / А.Б. Климчук. – Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. – 180 с.
4. Пиннекер, Е.В. Роль воды в осадочном породообразовании и метаморфизме [Текст] / Е.В. Пиннекер. – В кн.: Геологическая деятельность и история воды в земных недрах. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 28–43.
5. Скаржинский, В.И. Эндогенная металлогения Донецкого бассейна [Текст] / В.И. Скаржинский. – К.: Наукова думка, 1973. – 203 с.
6. Суярко, В.Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена [Текст] / В.Г. Суярко. – Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2006. – 225 с.
7. Шумлянский, В.А. Киммерийская металлогеническая эпоха на территории Украины [Текст] / В.А. Шумлянский. – К.: Наукова думка, 1983. – 220 с.
8. White, W.B. Karst hydrology : recent developments and open questions // Eng. Geol., 2002. – 65. – P. 85–105.



## FEATURES OF GEOLOGICAL STRUCTURE AND PROSPECTS OF GAS CONTENT IN ZMIIV BASEMENT LEDGE

**В.Г. Суярко, Ю.В. Якименко, Л.В. Ищенко. ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ І ПЕРСПЕКТИВИ ГАЗОНОСНОСТІ ЗМІЙВСЬКОГО ВИСТУПУ ФУНДАМЕНТУ.** Розглянуто особливості геологічної будови та визначено перспективи газоносності Зміївського виступу фундаменту. З'ясовано, що характер будови пасток та їхній літологічний склад обумовлені структурою Зміївського блоку, від чого також залежить і ступінь насичення вуглеводнями.

Осадкові породи виступу, що представлені теригенно-карбонатними відкладами палеозою, мезозою та кайнозою, розбиті розривними порушеннями різних напрямків та соляними штоками. Це створило передумови для формування різноманітних за походженням і формою вуглеводневих пасток. Серед них переважають тектонічно- та літологічно-екрановані різновиди. Аналіз геологічних, літологічних та тектонічних досліджень особливостей території досліджень дозволив визначити як можливі шляхи та напрямки міграції вуглеводневих флюїдів, так і місця їх накопичення у пастках не лише у породах Зміївського виступу фундаменту, а й на частині північної приобортової зони Дніпровсько-Донецької западини.

**Ключові слова:** вуглеводні, структура, міграція, пастка, поклад.

**В.Г. Суярко, Ю.В. Якименко, Л.В. Ищенко. ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГАЗОНОСНОСТИ ЗМИВСКОГО ВЫСТУПА ФУНДАМЕНТА.** Рассмотрены особенности геологического строения и определены перспективы газоносности Змиевского выступа фундамента. Установлено, что характер строения ловушек и их литологический состав обусловлены структурой Змиевского блока, от чего также зависит и степень насыщения углеводородами.

Осадочные породы выступа, представлены терригенно-карбонатными отложениями палеозоя, мезозоя и кайнозоя, разбиты разрывными нарушениями различных направлений и соляными штоками. Это создало предпосылки для формирования различных по происхождению и форме углеводородных ловушек. Среди них преобладают тектонические- и литологически-экранированные разновидности. Анализ геологических, литологических и тектонических исследований особенностей территории исследований позволил определить как возможные пути и направления миграции углеводородных флюидов, так и места их накопления в ловушках не только в породах Змиевского выступа фундамента, но и на части северной приобортовой зоны Днепровско-Донецкой впадины.

**Ключевые слова:** углеводороды, структура, миграция, ловушка, залежь.

**Actuality.** Fuel and energy raw materials play an important role in the viability of any country, as almost all sectors of the economy are associated with them, and to some extent, its political and economic independence. Ukraine is among the countries of the world that have stocks of all kinds of raw materials, but the degree of stock coverage, its production and use are different and in the total amount they do not provide the necessary level of state energy security.

The use of energy and raw materials is growing very fast today. Therefore as many efforts as possible are required to prepare the required reserve fund objects (traps, structures) for purposeful deep drilling in order to discover reserves of hydrocarbons.

The study of geological features, formation conditions and types of hydrocarbon traps, lithologic-facial and reservoir properties of productive strata, as well as generation sources and channels of hydrocarbons income on Zmiiv ledge not only indicates the presence of hydrocarbons in unattractive at first glance textures, but also shows how important it is to study oil and gas in this other similar areas.

**Materials.** Features of the geological structure of Zmiiv basement have been identified as a result of processing and synthesis of materials

composed on the basis of studies by SE "Ukrnaukageotsentr" and UkrNDIgaz.

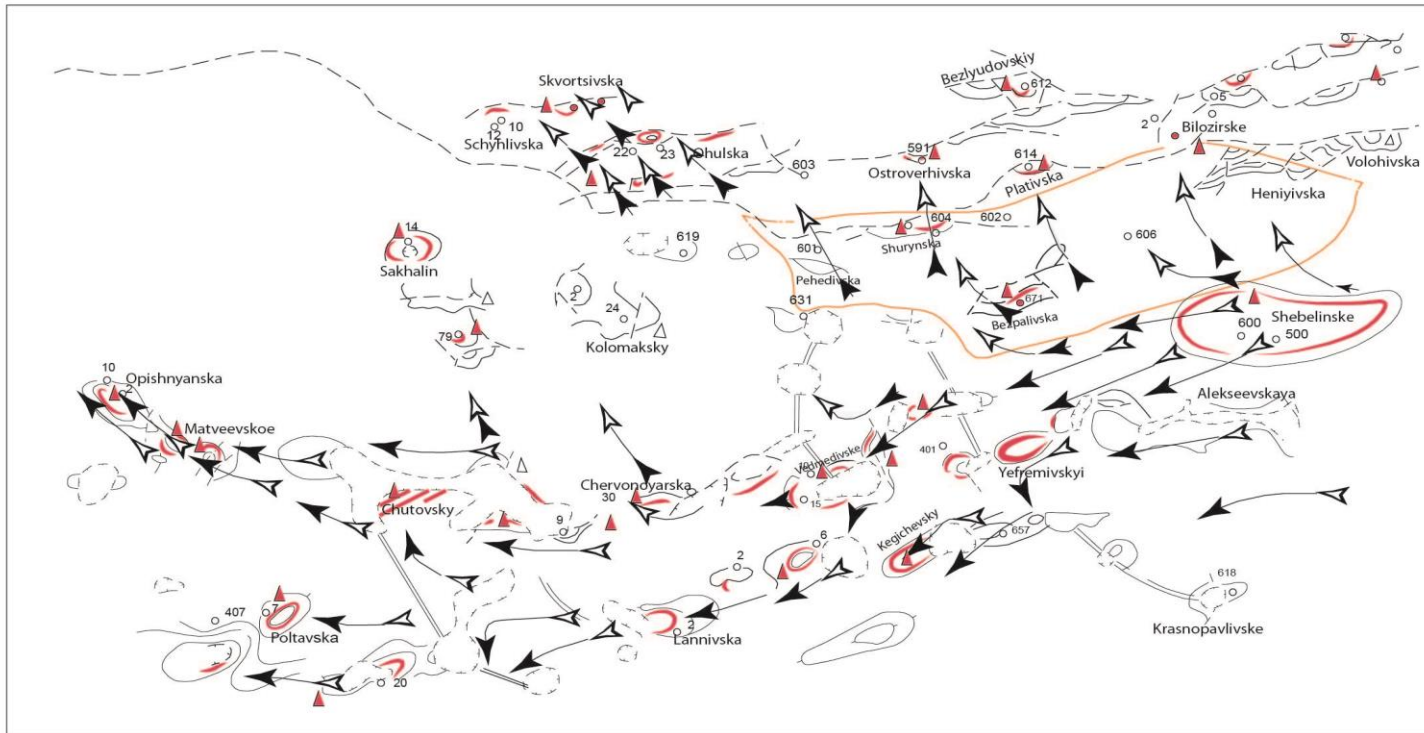
**Research methods.** Exploration work was united in three phases: forecast, exploration and prospecting. Research methods included: geophysical (seismic, gravimetric, radiometric, magnetometric), geological (lithological and stratigraphic, tectonic, facial), hydrogeological (dynamics and chemical composition of bedded water) and others. At the regional stage the areas for priority study have been allocated, the object of oil and gas accumulation – Zmiiv basement ledge as well as the presence of hydrocarbon traps on the research territory have been found.

At the prospecting stage rocks reservoirs and overlays (fluid locks) have been found in the cut of sedimentary thickness, their geophysical properties have been determined, industrial gas inflows have been obtained, and promising areas for detailed exploration have been allocated. At the stage of exploration, which defines the structure of traps, phase conditions of deposits, physical and chemical properties of hydrocarbons and objects for research and industrial development have been selected.

**Geological structure.** Zmiiv structure is mostly in Zmiiv district of Kharkiv region. Tectonically, it is confined to the northern edge of the






# Predictive scheme migration of hydrocarbons

The scope 1 : 500 000



Scheme composed by materials SE "Poltava RGP" and "UkrNDIgaz" PJSC Ukgasdobycha

## CONVENTIONS

-  The most possible directions of longitudinal migration of explosives
-  The most possible directions transverse movement of explosives
-  Transverse grouping salt rods
-  Gas, condensate and oil fields
-  Conditional border Zmiev the basement

Dnieper-Donets basin, which is part of the Dnieper-Donets avlakogene.

This structure is elongated and extends in sub-latitudinal direction for almost 72 km. Zmiiv basement ledge as a lifted block of Precambrian basement is a slab, within which no Devonian salt-bearing deposits have been found. That is why moving-fluid thickness of salt rocks is missing in the sedimentary cover, which could contribute to the oil and gas structure formation. Sedimentary cover is a three-storey structure and is compiled of coal deposits, Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous, Paleogene, Neogene and Quaternary systems.

Zmiiv ledge is limited by regional faults on the north side (Baranovytsky-Astrahansky), a downthrow is in the west forming pehedivsky ledge, southwestern limit goes on salt stocks and the north-east structure is limited by Bryhadyrivska depression.

According to seismological data, a basement dipping is traced from east to west which manifests by step-like increase of sedimentary rock thickness from -14-8000 m to -14000m, which deposits lie with small angles of incidence. It should be noted that the regional fault is not one downthrow but the entire zone of parallel to it interruptions, apophyses and smaller disjunctives which break Zmiiv basement ledge. This determines the presence of traps on the territory of the structure in the form of near-fault blocks [2,3].

**Features.** It happened on faults interruptions where lateral movement of gas and condensate flow in the direction of lifting layers took place. As a result of obstacles - deep faults and salt rods transverse directions of migration have formed. Due to the movements of blocks on faults that limit a seam zone ledge from the south, especially during the migration period in the history of the region, the ways of fluids overflows from the immersed zone to traps in Zmiiv ledge continuously restored [5]. Medium and upper-Carboniferous and lower-Permian sediments that contain high-filtration layers and collectors packs can be the ways for lateral movement of hydrocarbons, and

act as diffusion leaders, such as gases in the destruction of deposits [4].

The main reasons for the migration is compacting of sediments and squeezing of fluids from them into thinning areas. That is, under conditions of pressure difference micro and macrocracks appear in clay rocks, through them hydrocarbons are brought into the zone with lower pressure – reservoir [5].

Thus, there was saturation of traps with gas and condensate. Within Zmiiv basement ledge they are mostly tectonically shielded (near-fault blocks) and lithologically screened (sandy strips associated with fluvial-lacustrine facies) [1]. The productive horizons are sandstones, siltstones and argillites and fractured limestones of the lower and middle carbon with low filtration properties (average K from 3% to 7%) [7].

Having analyzed structural and lithological features, it can be concluded that hydrocarbons income to traps of Zmiiv ledge is associated with lateral migration of transverse direction from gas reservoir in Shebelinsk – Hrestyscheynsky area to north-east (toward the board).

During the migration hydrocarbons are exposed to chemical reactions and processes of molecular exchange through which chemical and isotopic composition of methane is always mixed. Hydrocarbons can be mutually enriched, for example, by gases that lie below and have different nature of origin. Thus, heavy isotope composition of hydrocarbon  $^{13}\text{C}$  in such deposits can vary from 48 to 35% [6,8]. Gases on the territory under study are medium-methane, half-oily and methane-naphthenic condensate.

Based on the given materials, it is possible to forecast directions of hydrocarbon flows within Zmiiv basement ledge. Because this structure is part of the Dnieper-Donetsk Depression, the migration routes of hydrocarbons are spread to adjacent geological structures. Therefore, tracing the directions of fluid flows movements, we can forecast prospective for the accumulation of oil and gas structures.

#### References

1. Височанський, І. В. Наукові засади пошуків не склепінних пасток вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькому авлакогені [Текст] / І. В. Височанський. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 236 с.
2. Гавриш, В. К. Глубинные структуры (разломы) и методика их изучения на примере Доно-Днепровского прогиба [Текст] / В. К. Гавриш. – К. : Наукова думка, 1969. – 269 с.
3. Гавриш, В. К. Заложение, развитие Днепровско-Донецкой впадины и проблема её крупномасштабного тектонического районирования [Текст] / В. К. Гавриш // Геол. журнал, 1986. – Т.46, №4. – С. 3-16.
4. Дем'яненко, І. І. Гіпсометричні поверхи нафтогазоносності фанерозою Дніпровсько-Донецької западини : монографія [Текст] / І. І. Дем'яненко. – Ч. : Чернігівський ЦНТЕІ, 2001. – 156 с.
5. Еременко, Н.А. Экранирующие способности флюидов и их роль в процессах, миграция газа и нефти [Текст] / Н. А. Еременко, Н. А. Крылов, Ю. А. Пецюк. // В сб. "Генерация и миграция нефти". Доклады геологов на XXVIII сессии международного геологического конгресса (Вашингтон, июль 1989). – С. 15-23.

6. *Изотопные и битуминологические методы при поисках нефти и газа [Текст] / Сборник научных трудов. – М.: ВНИИГеонформсистем, 1988. – 162 с.*
7. *Новітні проблеми геології [Текст] / Матеріал науково-практичної конференції до 100-річчя від Дня народження В. П. Макридіна. Харків, 21-23 травня 2015 р. – Х. : Вид-во Іванченка І. С., 2015. – 188 с.*
8. *Суярко, В. Г. Изотопи вуглеводню – як критерій досліджень скупчень вуглеводнів [Текст] / В. Г. Суярко, С. В. Кривуля // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «геологія-географія-екологія», 2013. – №1049. – С. 65-67.*

УДК 551.7

\*Г.Л. Трохименко, к.г.-м.н.,

\*\*І.В. Височанський, д.г.-м.н., професор,

\*\*\*Г.Є. Святенко, ст. наук співр.,

\*Відділення морської геології та осадового рудоутворення НАН України,

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

\*\*\*Український науково-дослідний інститут природних газів

## МЕЗОЗОЙ ДДЗ: ПЕРСПЕКТИВИ, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ

Перспективний мезозойський комплекс ДДЗ включає відклади тріасу, юри і ранньої крейди. Дані про потенційну нафтогазоносність тріасу і юри на декількох десятках локальних структур, не рахуючи відомих мезозойських родовищ, на яких є пропущені перспективні пласти і цілі стратиграфічні комплекси, говорять про виключну цікавість цього напрямку досліджень. Теоретичних передумов, які заперечують можливість формування промислових скупчень вуглеводнів в мезозої на більшій частині території Східно-Українського НГБ не існує, навпаки, на переважній більшості його структур присутні сприятливі генетичні, міграційні і акумуляційні умови існування тріасових, юрських і, можливо, - крейдових скупчень нафти і газу. Для прогнозних покладів тріасової і юрської систем ДДЗ характерні невеликі і середні глибини залягання, сприятливі термобаричні і гідрогеохімічні умови. Пропонується раціональний комплекс робіт по виявленню мезозойських покладів і залученню їх в промислову розробку.

**Ключові слова:** каротаж, розріз, ресурси, поклад, пошуки.

**Г.Л. Трохименко, І.В. Височанський, Г.Є. Святенко. МЕЗОЗОЙ ДДЗ: ПЕРСПЕКТИВИ, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ НАФТЕГАЗОНОСНОСТІ.** Перспективний мезозойський комплекс ДДЗ включає отложения триаса, юры и раннего мела. Данные про потенциальную нефтегазоносность триаса и юры на нескольких десятках локальных структур, не считая известных мезозойских месторождений, на которых есть пропущенные перспективные пласты и целые стратиграфические комплексы, говорят про исключительный интерес этого направления исследований. Теоретических оснований, которые противоречили бы возможности формирования промышленных скоплений углеводородов в мезозое на преобладающей части территории Восточно-Украинского НГБ не существует, напротив, на большей части его структур присутствуют благоприятные генетические, миграционные и аккумулятивные условия существования триасовых, юрских и, возможно, - меловых скоплений нефти и газа. Для прогнозных залежей триасовой и юрской системы ДДЗ характерны небольшие и средние глубины залегания, благоприятные термобарические и гидрогеохимические обстановки. Предложен рациональный комплекс работ по выявлению мезозойских залежей и вовлечению их в промышленную разработку.

**Ключевые слова:** каротаж, разрез, ресурсы, залежь, поиски.

В Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) на декількох структурах у відкладах тріасу і юри були виявлені, розвідані і введені в експлуатацію поклади вуглеводнів (ВВ). На державному балансі у відкладах мезозою зареєстровані запаси ВВ по десяти родовищах. Відомо також про присутність газового покладу і у відкладах тріасу унікального Шебелинського родовища [1]. На цих 11-ти родовищах в мезозойській частині розрізу продуктивність приурочена тільки до тріасу – на 6-ти, тільки до юри – на 2-х, до тріасу і юри – на 3-х структурах. За фазовим станом ВВ офіційно виявленими в мезозої є 7 газових, 3 нафтових і 2 нафтогазоконденсатних покладів. Газовий поклад у тріасі на Погарщинському піднятті Глинсько-Розбишівського нафтогазо-конденсатного родовища оцінений і поставлений на державний баланс в 1985р. За даними атласу [2], поклади ВВ в мезозойських відкладах ДДЗ інших 10-ти родовищ були вияв-

лені протягом хронологічно короткого відрізка часу – з 1950-го по 1965-й роки.

Саме з середини ХХ століття палеозойські перспективні горизонти стали основними об'єктами пошукових робіт. В цей же час пропав інтерес до подальшого планомірного вивчення відкладів мезозою. І в друге десятиліття ХХІ віку палеозойські горизонти залишаються практично безальтернативними цільовими пошуковими об'єктами в регіоні. І це в умовах, коли глибини цільових об'єктів і, відповідно, витрати на їх освоєння тільки зростають. Після вичерпання крупних об'єктів в рамках пануючої стратегії пошуків, розміри покладів ВВ, що зараз відкриваються в палеозої, стали порівнюваними з розмірами покладів, виявлених в мезозої іще в середині минулого століття. Для поновлення інтересу українських фахівців до необхідності і доцільності глибокого вивчення перспектив мезозою, в своїх попередніх публікаціях [3,4] автори, зокрема, показали геологіч-

ні і промислово-геофізичні передумови регіональної нафтогазоносності відкладів тріасу в ДДЗ. Мета даної публікації, - крім тріасу, привернути увагу також до юрських та крейдових комплексів порід, тобто до відкладів всього мезозою.

Нинішнє покоління геологів-практиків не було і не є орієнтованим на системну оцінку продуктивності мезозою. Тому, на нашу думку, буде доречним коротко охарактеризувати уже встановлені особливості продуктивності мезозою. Для переконливості використаємо для цього дані тільки по офіційно виявлених родовищах ВВ.

Фільтраційно-ємнісні властивості продуктивних горизонтів мезозою, за даними керну та промислової геофізики, коливаються в таких межах [2]:

- пористість – від 0,056 в тріасі Рибальської площі до 0,34 в юрі на Більській та Решетниківській площах;

- проникність, – за даними по тріасу, від  $(0,1 - 48) \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> на Качанівській площі до  $4747,3 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> на Більській площі.

Покрівля виявлених в мезозої покладів ВВ фіксується на глибинах від 346 м на Червонопопівській до 1778 м на Більській площах. Ефективна вуглеводне-насичена товщина продуктивних горизонтів варіює від перших одиниць до 42м.

Результати випробувань мезозойських відкладів свідчать, що для продуктивних горизонтів характерними є такі початкові дебіти свердловин:

- газу – від 56 до 9102 тис. м<sup>3</sup>/добу;

- нафти – від 6 до 146,5 т/добу.

В табл. 1 наведена інформація про початкові запаси ВВ 10-ти офіційно виявлених родовищ в мезозойських відкладах ДДЗ. З неї видно, що в середньому одне родовище містить біля 2,8 млн тон умовного палива. Ця цифра сумірна з середньою величиною запасів родовищ, які в останнє

Таблиця 1

Початкові запаси ВВ по десяти родовищах у мезозойських відкладах ДДЗ

| Горизонти | Нафта, тис. тон | Попутний газ, млн м <sup>3</sup> | Природний газ, млн м <sup>3</sup> | Конденсат, тис. тон | Нафта + конденсат, тис. тон |
|-----------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Юра       | 169,0           | 1,0                              | 11866,7                           | 109,5               | 278,5                       |
| Тріас     | 4879,4          | 788,4                            | 10437,4                           | 147,96              | 5027,36                     |
| Мезозой   | 5048,4          | 789,4                            | 22304,1                           | 257,46              | 5305,86                     |

десятиріччя відкриваються в глибоко занурених відкладах палеозою. При цьому варто мати на увазі, що відклади мезозою на офіційно виявлених родовищах у свій час були недооцінені. Про переконливість даної тези свідчать результати спеціальних геофізичних досліджень свердловин, підкріплені випробуваннями. Зокрема, можна впевнено говорити про наявність у розрізах тріасу та (або) юри Глинсько-Розбишівського, Радченківського, Рибальського, Сагайдацького, Солохівського родовищ нових продуктивних пластів, які були недооцінені при початковому розкритті мезозойських відкладів.

Попередня публікація [4] була присвячена аналізу передумов регіональної нафтогазоносності відкладів тріасу. В ній показано, що серед широкого стратиграфічного діапазону відкладів, в яких з високою ймовірністю прогноуються об'єкти, що їх проминули при геологорозвідувальних роботах, помітне місце займають відклади тріасу. Недостатня ефективність гео-

фізичних досліджень свердловин (ГДС) з виявлення продуктивних пластів в тріасі найбільш характерна для глинистої пачки Тгл, що викликано особливостями її тонкошаруватої літологічної будови.

З 50-60-х років минулого сторіччя, тобто від часу відкриття родовищ ВВ у мезозої, комплекс ГДС доповнився новими інформативними методами досліджень. Виникли нові теоретичні, методичні та інтерпретаційні напрацювання, націлені на підвищення ефективності вивчення геологічних розрізів. Тому сучасний комплекс ГДС, з залученням результатів випробувань та петрофізичних досліджень як опорної інформації, дозволяє впевненіше оцінювати складно побудовані розрізи, що розкриваються бурінням, у т.ч. і розрізи типу глинистого тріасу ДДЗ.

Складності та особливості оцінки тонкошаруватого розрізу за даними ГДС коротко зводяться до наступного. За матеріалами електричного (ЕК) та індукційного (ІК) каротажу вирішення у розрізі та оцінка характеру насичення

окремих піщаних верств можливі тільки при умові, що товщина окремого піщаного прошарку є більшою ніж 0,5–1,0 м. При менших товщинах піщаних прошарків використання ЕК та ІК не дозволяє як виокремити у розрізі піщані верстви, так і оцінити характер насичення тонкошаруватої пачки. При оптимальних величинах діаметра та відповідній підготовці свердловини розчленування тонкошаруватого розрізу на опіщанені та глинисті пачки принципово можливе за даними електричних мікрометодів.

Якщо реєстрацію діаграм природного гамма-випромінювання (ГК) та імпульсного нейтрон-нейтронного каротажу (ІННК) виконувати в режимі спеціальних деталізованих досліджень, за даними таким чином виконаних методів ГК та ІННК можливе виокремлення в тонкошаруватому розрізі піщаних верств, якщо їх товщина перевищує 0,1–0,2 м. По комплексу ГК-НК тонкошаруватий розріз розчленується на більш і менш піщані ділянки. Більш інформативними для цього типу розрізу є двозондові модифікації НК. Сервісні геофізичні підприємства України апаратно і методично забезпечені трьома модифікаціями НК: нейтрон-нейтронний каротаж по теплових нейтронах (ННК-Т), нейтронний гамма-каротаж (НГК), ІННК. За матеріалами двозондового НК можливо упевнено ідентифікувати в розрізі газоносні піщані верстви, що мають товщину 0,5–1,0 і більше метрів. При зменшуванні товщин піщаних верств до 0,05–0,1 м роздільна здатність радіоактивних методів не забезпечує виокремлення окремої піщаної верстви в пачці перешарування. За таких умов проти пачки перешарування, що містить газоносні піщані верстви, забезпечується приріст показань великого зонда НК відносно відповідних показників малого зонда в порівняльних умовних одиницях. Проти пачки перешарування, що містить газоносні піщані верстви, ефект приросту показань великого зонда над показаннями малого зонда буде не настільки переконливим, як для чистого газоносного пісковика. Але цей ефект фіксується.

Для виявлення газоносності тонкошаруватого розрізу інформативною може бути термометрія, особливо у високочутливому варіанті. Її ефективність нижче буде продемонстрована на конкретному прикладі.

Після 60-х років минулого сторіччя мезозойські відклади, у т.ч. відклади глинистого тріасу, в абсолютній більшості свердловин досліджувались тільки скороченим комплексом ГДС. Лише в поодиноких експлуатаційних свердловинах виконані дослідження методом ІННК, які у більшості досліджених свердловин підтвердили продуктивність певних горизонтів тріасу

чи юри як у межах раніше виявлених у мезозойських родовищ, так і на інших структурах ДДЗ. Усе ж методики і технології дослідження з метою оцінки тонкошаруватого піщано-глинистого розрізу в Україні уже напрацьовані і пройшли певну практичну апробацію.

За особливостями будови розрізу, певним аналогом глинистого тріасу ДДЗ є відклади нижніх нижньодашавських горизонтів та косівської світи неогену в окремих зонах Передкарпатського прогину. Ці відклади Передкарпаття дуже часто також представлені перешаруваннями тонких піщаних верств з глинами. При глибинах залягання, порівнюваних з глибинами глинистого тріасу ДДЗ, піщані верстви неогену Передкарпаття мають хороші ємнісні властивості. При достатній товщині тонкошаруватих пачок неогену, вони здатні забезпечувати комерційні припливи газу і в останні роки є об'єктом пошуків, розвідки та експлуатації. В історичному плані, газоносність тонкошаруватих пачок неогену в Передкарпатті була доведена ще першими пошуковими свердловинами. В свердловинах цього регіону, що розкрили перспективні піщано-глинисті відклади неогену, були розроблені і пройшли практичну апробацію спеціальні програми з метою напрацювання оптимального комплексу досліджень та методико-технологічних засобів оцінки подібного типу розрізів.

Можливості двозондового НК демонструє рис. 1, на якому наведено результати досліджень зондами ННК-Т нижньосарматських відкладів неогену в свердловині В-Вижомля. Газоносність цих відкладів на площі пов'язана з пачками перешарування тонких пластів та прошарків пісковиків з глинами. Шарувата глинистість пачок сягає 0,5 і більше. Як видно, у цьому розрізі електрокаротаж практично «німий». У той же час, газоносна пачка перешарування (1269–287 м) і тонкі верстви пісковиків в загальному інтервалі 1262–1267 м вирізняються певним відносним приростом показань великого зонда над відповідними показаннями малого зонда ННК.

Виходячи з потенційних методичних можливостей, за даними ІННК слід очікувати більш помітний, ніж по ННК, ефект приросту показань великого зонда над показаннями малого зонда. При проведенні ІННК слід забезпечувати виконання таких необхідних умов: методичної – реєстрації наведеної інтенсивності нейтронів двома зондами на одній і тій же затримці; інтерпретаційної – зіставлення результатів обох зондів в масштабі однакової долі відповідної умовної одиниці.

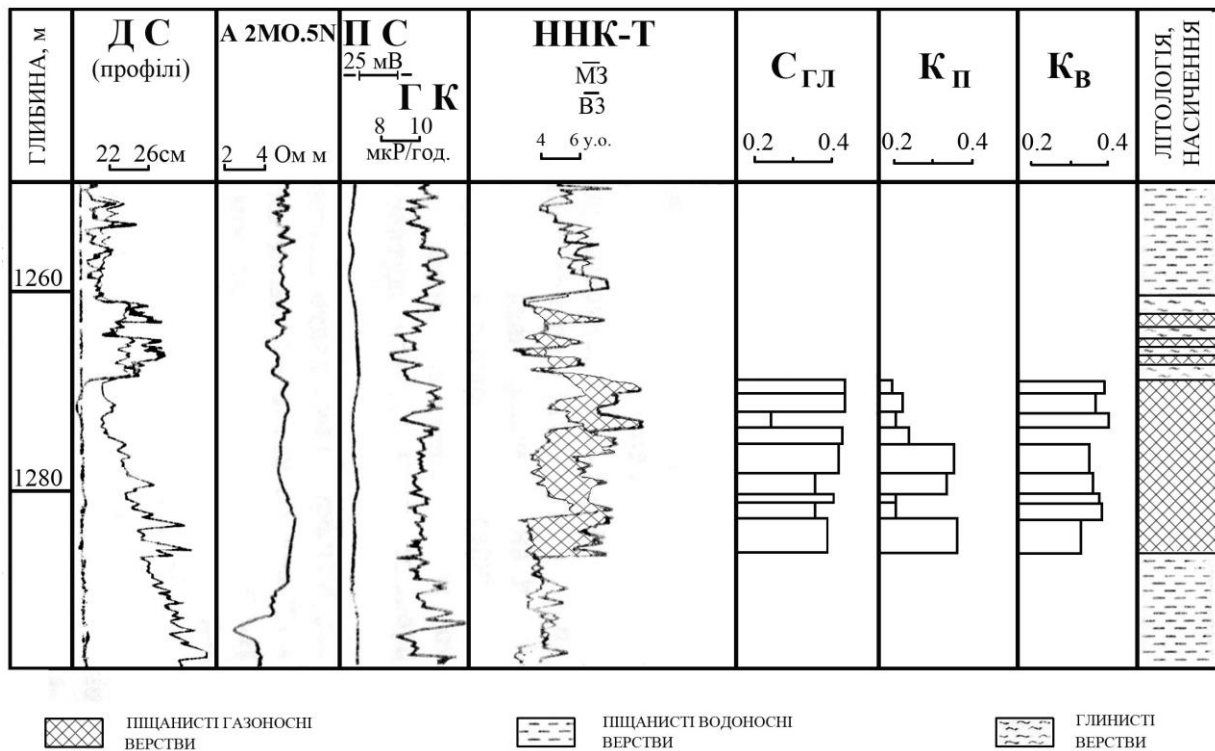


Рис. 1. Результати досліджень зондами ННК-Т та оцінки нафтогазоносності тонкошаруватих піщано-глинистих відкладів неогену в свердловині В-Вижомля

При випробуванні газоносних горизонтів та експлуатації газових покладів термометрія входить в комплекс гідродинамічних досліджень обсаджених свердловин. Метод дозволяє досить упевнено виявляти інтервали, що віддають газ. Фізичною основою методу є дросельний ефект на границі «пласт – свердловина», який проявляється пониженням температури. Дослідно-методичними дослідженнями, проведеними під керівництвом одного із авторів публікації, показано, що, при невеликих глибинах залягання покладів газу, високочутлива термометрія інформативна і при дослідженні необсаджених свердловин [4]. В необсаджених свердловинах особливістю технології високочутливої термометрії є проведення повторних досліджень після гідродинамічного впливу на перспективні інтервали, розкриті свердловиною. Перше дослідження виконується після зменшення репресії на перспективні пласти, повторні дослідження – як мінімум через 2–3 години перебування свердловини в спокої.

На рис. 2 наведені результати геофізичних досліджень перспективних піщано-глинистих горизонтів НД-2-3-4 в свердловині Г Летня. В інтервалі досліджень газоносні і водоносні пласти ідентифікуються по стандартному комплексу геолого-геофізичних робіт. Тому дослідно-методичне відпрацювання методики проведення високочутливої термометрії для виділення

газоносних горизонтів базувалось на опорних даних. В свердловині Г за даними радіоактивного та електрокаротажу в межах горизонту НД-3 впевнено виділені газоносний пласт на глибині 415-464 м та водоносний на глибині 477-506 м. У межах горизонту НД-4 ідентифіковані газоносні пісковики в інтервалах 541-555 та 562-578 м. Як видно на рис. 2, формування і поглиблення температурного мінімуму з часом, після зменшення репресії на пласти, фіксується проти газоносних інтервалів.

Від тріасу перейдемо до інших стратиграфічних одиниць мезозою ДДЗ. Юрські відклади незгідно залягають на різновікових породах тріасу [2]. В їх розрізі переважають сірі теригенні і карбонатні утворення з рештками морської фауни. На всій території ДДЗ відклади юри присутні у обсязі середнього і верхнього відділів. Вище юрських відкладів залягають утворення крейдової системи. Вони включають нижньокрейдіві континентальні теригенні (товщиною до 160 м) та верхньокрейдіві морські мергельно-карбонатні (до 800 м) відклади.

Аналіз приведених в табл. 1 даних свідчить, що по юрських горизонтах на державному балансі зареєстровано 43%, а по тріасових – 57% офіційно виявлених у мезозої початкових запасів ВВ. На родовищах з установленою нафтогазоносністю в юрі продуктивними є відклади середнього відділу; це – переважно піщані



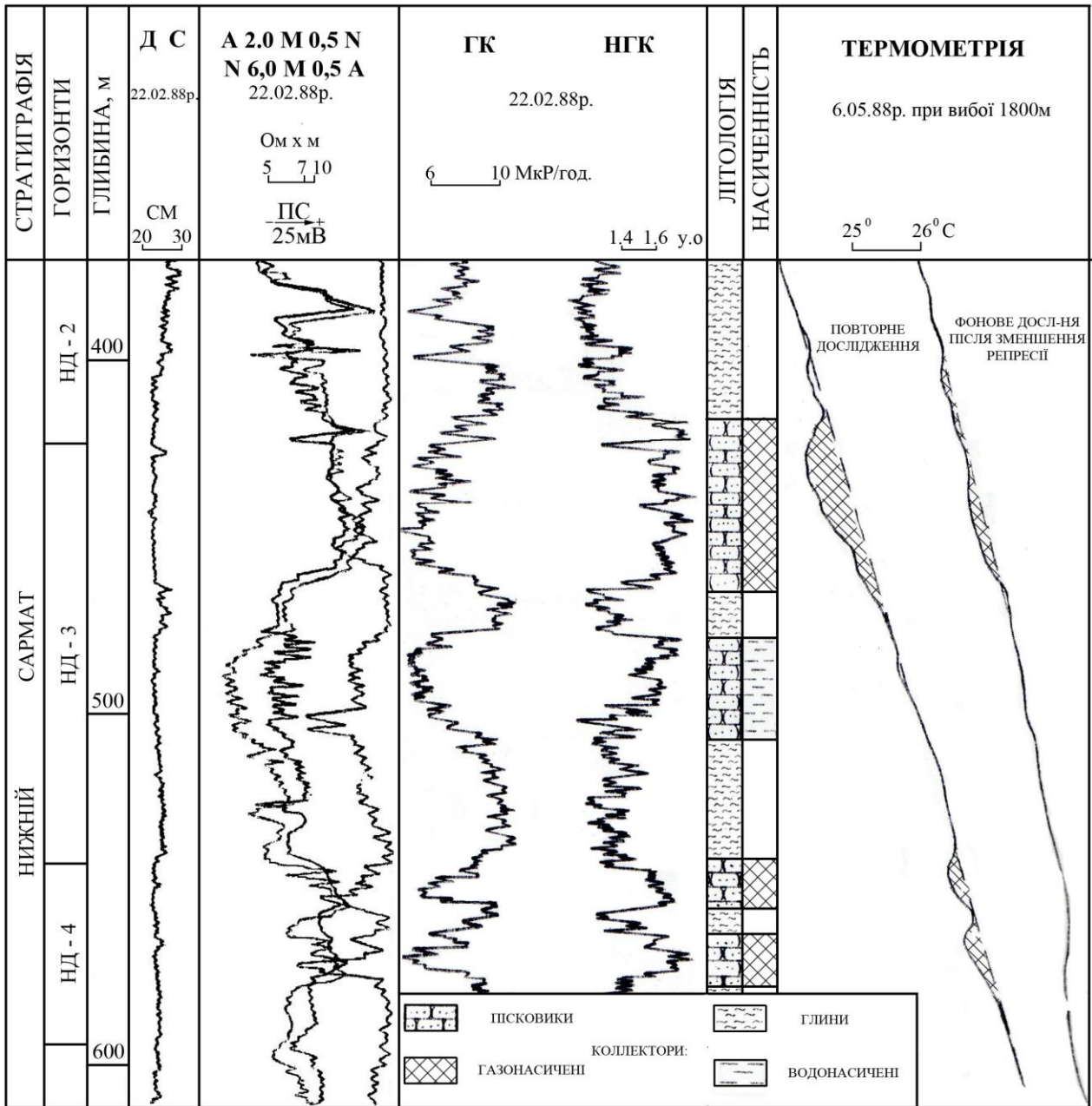


Рис. 2. Виявлення в тонкошаруватому розрізі газоносних горизонтів за результатами спеціальних термометричних досліджень в свердловині Г Летня

горизонти байоського ярусу. Вони мають хороші фільтраційно-ємнісні властивості і товщини, що дозволяють задовільно виокремлювати їх в розрізі та оцінювати по ГДС. У порівнянні із розрізом тріасу, піщані горизонти байосу – менш глинисті; піщано-глинисте перешарування тонких верств у розрізі не є розповсюдженим. Тому дуже складних методичних та інтерпретаційних проблем з вичленування у розрізі та оцінки характеру насиченості піщаних горизонтів середньої юри принципово не повинно бути. Існували і поки що існують такі психологічно-організаційні проблеми: юрські утворення в ДДЗ усе ще не визнаються цільовими, тому вони досліджуються обмеженим комплек-

сом геолого-геофізичних методів. У разі виконання повного детального комплексу ГДС, оцінка продуктивності піщаних горизонтів середньої юри повинна вирішуватись добре і задовільно.

В теригенно-карбонатних утвореннях верхнього відділу юри та теригенних відкладах нижньої крейди поклади ВВ поки що не виявлені. На думку авторів публікації, тільки цей голий факт не повинен характеризувати верхньоюрсько-нижньокрейдові відклади як неперспективні. По-перше, ці відклади цілеспрямовано не досліджувались і не випробовувались. По-друге, вони мають свої певні літологічні,

гідрогеологічні та геофізичні особливості, які ми спробуємо показати.

У порівнянні з утвореннями середньої юри, відклади верхнього відділу мають більш різноманітний літологічний склад. Крім піщаних і глинистих порід, в розрізі кімеридзького ярусу присутні вапняки, які місцями глинисті. Нижня крейда складена чергуванням піщанистих і глинистих пластів та прошарків, які перекриваються потужною товщею мергельних порід верхнього відділу.

Складність оцінки розрізу верхньої юри та нижньої крейди за даними ГДС обумовлена не тільки літологічною неоднорідністю цих відкладів. Вона також викликана зміною мінералізації пластових вод, яка ймовірна по розрізу кімеридзького ярусу верхньої юри та нижньої крейди. За даними атласу [1], мінералізація пластових вод у відкладах мезозою найбільше залежить від глибини залягання цього комплексу. На виявлених родовищах експериментально встановлено, що вона змінюється від 5 г/л в тріасі Рунівщинської площі до 150 г/л в юрі Солохівської площі.

Відклади кімериджу та нижньої крейди досить широко представлені в північній прибортовій та центральній частинах ДДЗ. Відклади є витриманими по площі та розрізу. На зведеному розрізі Дніпровсько-Донецької нафтогазоносною області, за О.Ю. Лукіним [2], глинисті утворення верхньої юри відносяться до основних флюїдоупорів; за цими ж даними, флюїдоупором є також потужна комбінація глин горішньої частини юри разом із мергельними утвореннями верхньої крейди.

У розрізі кімериджського ярусу верхньої юри пласти вапняків і пісковиків, а у нижній крейді пласти пісковиків за даними ГДС відмічаються низькою природною гамма-активністю. Такі пласти на багатьох структурах мають як високі, так і низькі значення позірною електричного опору. Неоднаковість величин позірною опору пісковиків та вапняків ніяк не пояснити тільки змінами літології чи електричного опору пластових вод. Можливими причинами такого явища можуть також бути відмінності в глибині зони проникнення прісного фільтрату промивальної рідини, а також відмінності у характері пластових флюїдів, якими насичені пласти-колектори.

Про те, що пласти-колектори верхньої юри і нижньої крейди можуть бути насичені вуглеводнями, свідчать і окремі прямі ознаки, зафіксовані у різні часи при бурінні свердловин. Ще у 50-ті роки минулого століття при бурінні свердловини 13-Солохівська на границі верхньої крейди і кімериджу були відмічені газопрояви.

В оперативних висновках за даними обробки ГДС задокументована рекомендація на випробування пластів-колекторів з метою з'ясування їх характеру насиченості. Відомості щодо реалізації цієї рекомендації відсутні. За даними «Укрбургазу» (М.Г. Ульянов, О.Е. Яковлев, 1985 р.), в свердловині 68-Яблунівська зафіксовані газопрояви у підшві нижньої крейди і кімериджі. Випробування об'єктів у мезозойських відкладах цієї свердловини не проводилось. За усним повідомленням О.Е. Яковлева (1987р.), в процесі розбурювання верхньоюрських відкладів в свердловині 18-Кегичівська фіксувались водо-газопрояви. Об'єкти в юрі не були випробувані через негерметичність технічної колони. В Куп'янській опорній свердловині, пробуреній на перикліналі Північно-Голубівського ярусу в керні мали запах сірководню і нафти, при їх розбурюванні відмічались газопрояви, нафтові плівки і падіння густини бурового розчину. На Малоперещепинській структурі при проходженні кімериджських порід спостерігалось сильне газопроявлення, інтенсивне розгазування розчину в тріщинуватих пісковиках кімериджського ярусу. Дослідженнями керна тут виявлений вміст в юрських і крейдових породах легких бітумів. На Старобільській структурі газопроявлення спостерігались в сенманських пісковиках крейдової системи.

На рис. 3 наведена геофізична характеристика розкритої свердловиною Д-Гадяч частини розрізу мезозою, що представлена пограничними відкладами між юрою і крейдою. Два пласти вапняків у кімериджі відзначаються високими величинами середнього часу  $\tau$  життя теплових нейтронів. Високі величини  $\tau$  можуть бути зумовлені або дуже низькими колекторськими властивостями цих пластів або, якщо пласти є колекторами, їх вуглеводненасиченістю. Вище від покрівлі верхнього пласта вапняків, по розрізу кімериджського ярусу та в підніжжі нижньої крейди аж до глибини 1275 м, пласти колекторів складені пісковиками, що відмічаються пониженими величинами  $\tau$ ; по комплексу ЕК-НК пласти колекторів у зазначеному інтервалі однозначно характеризуються як водоносні.

У відкладах нижньої крейди на глибинах 1275-1131 м, виокремлюються дві пачки піщаних пластів з високими  $\tau$  по НК і позірними опорами на зондах ЕК. У тому ж розрізі, між згаданими пачками і вище верхньої, пласти пісковиків характеризуються пониженими і позірними опорами і величинами середнього часу  $\tau$  життя теплових нейтронів; ці пісковики по ГДС оцінюються як водоносні. А ось дві пачки піщаних пластів з високими  $\tau$  і високими опора-

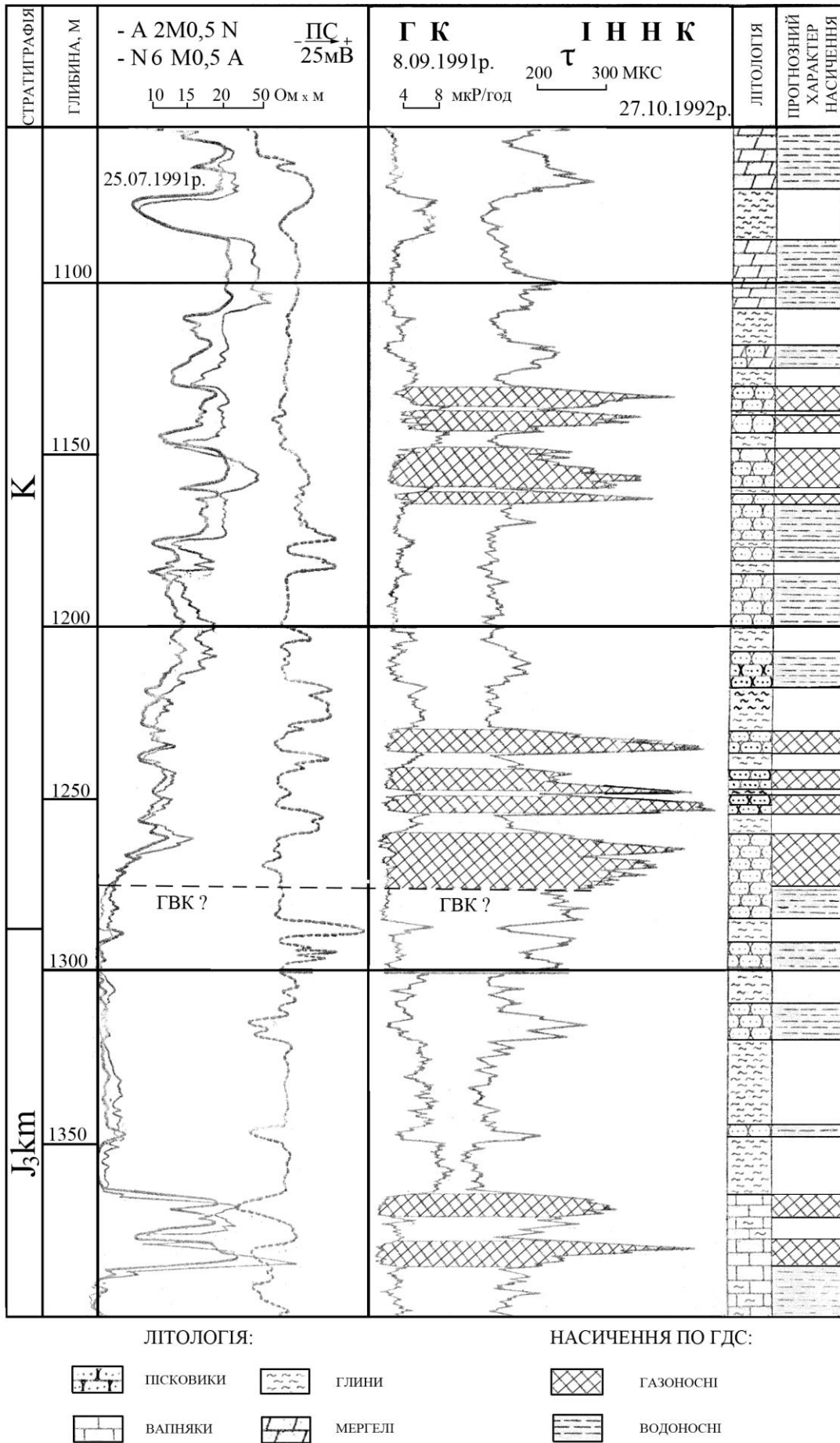


Рис. 3. Оцінка розрізу верхньої юри та нижньої крейди за даними ГДС в свердловині Д Гадяч

ми на зондах ЕК, за даними наявного комплексу ГДС мають два варіанти інтерпретації:

- або за час біля одного року після обсадження стовбура свердловини колоною і до дати проведення ІННК у ближній до стовбура зоні піщаних пластів не розформувалась зона проникнення;

- або пласти-колектори в цих пачках насичені вуглеводнями.

Тобто, аналіз існуючих матеріалів ГДС, з урахуванням певних прямих ознак нафтогазоносності, дозволяє стверджувати, що канонічні висновки про безперспективність в нафтогазоносному відношенні утворень верхньої юри та нижньої крейди слід вважати недостатньо переконливими. Автори дотримуються принципу, сформульованого В.Я. Соколовим: «Усі докази безперспективності повинні бути переконливими, однозначними та вичерпними. Будь-яку невизначеність або сумнів слід розглядати як доказ на користь думки про пласт як перспективний об'єкт» [5]. Виходячи із цього принципу, переконливих, однозначних та вичерпних доказів безперспективності верхньоюрських та нижньокрейдових відкладів віднайти неможливо, бо цілеспрямовано вони не вивчалися. Тому постановка робіт з пошуку та дорозвідки на ці комплекси є обгрунтованим напрямком, яким би парадоксальним він не уявлявся. Особливо з урахуванням наявності переконливих доказів перспективності відкладів тріасу і середньої юри, що залягають нижче.

Підсумовуючи попередні [4,6] та викладені у цій публікації аналітичні матеріали, зауважимо, що перспективний мезозойський комплекс повинен включати відклади тріасу, юри і нижньої крейди. Загальна товщина цього комплексу сягає 1000-1500 м і більше. Він широко розповсюджений в центральній та північній прибортовій частині ДДЗ. Для нього є характерним сприятливе для накопичення й збереження скучень ВВ співвідношення в розрізі горизонтів-резервуарів та горизонтів-покришок. Це значить, що перспективний комплекс мезозою насправді є більш потужним, ніж той, що був установлений за результатами досліджень наших попередників, а потім забутий нашими сучасниками. Спеціально зазначимо, що дослідження верхніх поверхів мезозою у складі верхньої юри та нижньої крейди, яке нами пропонується до детального вивчення уперше, не потребуватиме значних спеціальних капітальних вкладень. Верхні поверхи мезозою повинні вивчатись тими ж свердловинами, що мають буритись на тріас і середню юру, висока перспективність яких є більш обгрунтованою.

Попередньо оцінимо можливий потенціал приросту запасів ВВ в мезозої. Виконуючи дослідження з власної творчої ініціативи без будь-якого фінансування, автори вже мають геолого-геофізичні дані про потенційну нафтогазоносність тріасу і юри мінімум на сорока структурах ДДЗ, не рахуючи відомих мезозойських родовищ, на яких є як окремі пропущені перспективні пласти, так і цілі стратиграфічні комплекси. За нашими оцінками, після реалізації спеціальної програми геофізичних і бурових робіт на мезозої та випробовування, близько 80 % з нових площ забезпечать отримання комерційних припливів та відповідне нарощування доведених запасів ВВ. Оскільки за даними табл. 1 одне родовище у мезозої містить в середньому біля 2,8 млн т. у. п., то проведення розвідувальних робіт тільки на перших 20-ти перспективних по мезозою структурах повинно забезпечити орієнтовний приріст запасів  $2,8 \times 16 = 44,8$  млн т. у. п. Продуктивність мезозою не обмежиться першими структурами, перспективність яких уже обгрунтована авторами. У разі подальшого цілеспрямованого вивчення нафтогазоносності мезозойського комплексу прогнозний приріст доведених запасів ВВ повинен бути значно більшим нашої попередньої оцінки, яка стосується тільки частини локальних об'єктів ДДЗ.

Прогнозні ресурси ВВ мезозойського комплексу майже в прямому сенсі «лежать на поверхні». Маючи невеликі глибини залягання, основні пошукові об'єкти мезозою зосереджені в районах розвинутої видобувної інфраструктури. Тому, при певному стимулюванні з боку центральної влади, цей напрямок робіт здатен в короткі строки забезпечити реальні прирости видобування нафти і газу в країні.

Які методи досліджень повинен передбачати цей «новий-старий» напрямок пошукових робіт?

По-перше, проведення ядерно-геофізичних досліджень та високочутливої термометрії в існуючих експлуатаційних та інших свердловинах, пробурених на палеозойські горизонти, які простоюють із будь-яких причин. Обробка та інтерпретація отриманих матеріалів разом з даними проведеного при бурінні стандартного комплексу ГДС. Випробовування в окремих свердловинах старого фонду перспективних об'єктів, якщо це дозволяє існуюча конструкція свердловин та їх технічний стан.

По-друге, використання, по можливості, наявних матеріалів сейсміки для виконання структурних побудов по відбиваючих горизонтах мезозою. При необхідності, постановка на окремих локальних ділянках чи зонах цільових сейсмічних робіт для вивчення структурних

особливостей мезозойського комплексу. Геолого-геофізичні побудови та узагальнення з метою обґрунтування перспективних локальних зон і підготовки локальних об'єктів для постановки пошукового та розвідувального буріння.

По-третє, постановка пошукового та розвідувального буріння на найбільш підготовлених локальних об'єктах з метою виявлення та оцінки покладів ВВ у відкладах мезозою. Для забезпечення достовірної оцінки нафтогазоносності мезозойського комплексу дослідження свердловин, починаючи з покрівлі нижньої крейди, повинні включати:

- комплексні геолого-геохімічні та технологічні дослідження;

- в межах проектних горизонтів мезозою - суцільний відбір та комплексні дослідження керну;

- виконання детального комплексу ГДС, включаючи індукційний каротаж та високочутливу термометрію;

- випробовування та дослідження перспективних об'єктів по розрізу мезозою.

Оскільки автори даної статті переконані в перспективності описаного напрямку пошуків, вони готові запропонувати потенційним замовникам відповідних робіт свої науково-технічні послуги.

#### *Література*

1. Дякі особливості продуктивності тріасових відкладів Шебелинського родовища [Текст] / Г.Є. Святенко, І.В. Височанський, О.Г. Дюков, Ю.М. Масалітіна // *Вісник Харківського національного університету, серія «геологія-географія-екологія», 2013. – № 1084. – С. 105–109.*
2. Атлас родовищ нафти і газу України / М.М. Іванюта та ін. – Львів: вид-во «Центр Європи», 1998. – Т. I, II, III. – 1416 с.
3. Святенко, Г.Є. Мезозойські відклади Дніпровсько-Донецької западини – парадокси вивченості і перспективи нафтогазоносності [Текст] / Г.Є. Святенко, І.В. Височанський // *Нафта і газ України. – К., 2013. – С. 43–44.*
4. Трохименко, Г.Л. Геологічні та промислово-геофізичні передумови регіональної нафтогазоносності відкладів тріасу в ДДЗ [Текст] / Г.Л. Трохименко, І.В. Височанський, Г.Є. Святенко // *Вісник Харківського національного університету, серія «геологія-географія-екологія», 2014. – № 1128. – С. 76–82.*
5. Соколов, В.Я. О некоторых причинах пропуска продуктивных горизонтов при поиске залежей нефти и газа [Текст] / В.Я. Соколов // *Геология нефти и газа, 1983. – С. 43–48.*
6. Трофименко, Г.Л. Выявление новых нефтегазоносных объектов по данным специальных геолого-геофизических исследований скважин [Текст] / Г.Л. Трофименко, Ю.З. Крупский, И.М. Федорцов // *Сб. науч. тр.: Геолого-геофизические критерии открытия новых месторождений нефти и газа. – Львов, УкрНИГРИ, 1990. – С. 94–100.*

## ВИЯВЛЕННЯ ПЛАСТІВ-КОЛЕКТОРІВ ЗА ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ДОСЛІДЖЕННЯМИ В МАЛОПОТУЖНИХ ПІСКОВИКАХ НА ПРИКЛАДІ РОДОВИЩ ПІВДЕННОЇ ПРИБОРТОВОЇ ЗОНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

Дана робота присвячується одному із методів виявлення малопотужних пісковиків на прикладі родовищ Дніпровсько-Донецької западини. При роботі потужних пластів потреба у детальному дослідженні малопотужних не виникала, натомість зараз це питання являється досить актуальним. За допомогою геолого-технологічних досліджень неодноразово були розкриті малопотужні прошарки, які являються газонасиченими. Геолого-технологічні дослідження забезпечують миттєве вирішення задач стосовно літологічного розчленування розрізу свердловини, з уточненням фізико-хімічних властивостей гірських порід, прогнозування геолого-технологічних ускладнень, уточнення інтервалу відбору керну, контроль при розкритті газонасичених горизонтів, частковий контроль за станом свердловинного та наземного обладнання. Саме завдяки застосуванню комплексних методів дослідження вдалося встановити не тільки малопотужні прошарки пісковиків, які являються газонасиченими, але й встановити потужність та глибини їх залягання.

**Ключові слова:** ГТД, малопотужні прошарки, вуглеводні, родовище, газопокази, свердловина.

**В.В. Хроль. ВЫЯВЛЕНИЕ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ ПО ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ В МАЛОМОЩНЫХ ПЕСЧАНИКАХ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ.** Данная работа посвящается одному из методов выявления маломощных песчаников на примере месторождений Днепровско-Донецкой впадины. При работе мощных пластов необходимость в детальном исследовании маломощных не возникала, сейчас же этот вопрос является весьма актуальным. С помощью геолого-технологических исследований неоднократно были раскрыты маломощные слои, которые являются газонасыщенными. Геолого-технологические исследования обеспечивают мгновенное решение задач относительно литологического расчленения разреза скважины, с уточнением физико-химических свойств горных пород, прогнозирование геолого-технологических осложнений, уточнение интервала отбора керна, контроль при вскрытии газонасыщенных горизонтов, частичный контроль за состоянием скважины и наземного оборудования. Благодаря применению комплексных методов исследования удалось установить не только маломощные пропластки песчаников, которые являются газонасыщенными, но и установить мощность и глубины их залегания.

**Ключевые слова:** ГТИ, маломощные слои, углеводороды, месторождения, газопоказания, скважина.

Зі зростанням глибини розвідувального та дорозвідувального буріння зростає потреба в якісній проводки свердловини зі збереженням колекторських властивостей продуктивних горизонтів та безаварійному поглибленні.

Геолого-технологічні дослідження (ГТД) спрямовані на підвищення ефективності бурових робіт, безпосередньо супроводжуючи даний процес впродовж необхідного часу. Одною з основних і невід'ємних комплексних геолого-технологічних досліджень являється газовий картаж, заснований на вивченні об'ємного складу та вмісту вуглеводнів, бітумів в промивній рідині в процесі буріння.

Головна потреба виникає в дослідженнях при бурінні найбільш небезпечних з точки зору геологічних та технологічних інтервалів, а також при розкритті нафтогазових горизонтів, несучи в собі розгорнуту інформацію стосовно робіт. Геолого-технологічні дослідження забезпечують миттєве вирішення задач стосовно літологічного розчленування розрізу свердловини, з уточненням фізико-хімічних властивостей гірських порід, прогнозування геолого-технологічних ускладнень, уточнення інтервалу відбору керну, контроль при розкритті газонасичених горизонтів, частковий контроль за станом свердловинного та наземного обладнання, промивної рідини, надання інформації та рекомендацій буровій бригаді та ін.

При бурінні, не завжди, але, виникають ускладнення відносно літолого-стратеграфічного розчленування розрізу свердловини. Проявленням цього являється неспівпадіння літологічних різностей затвердженим в геолого-технологічному наряді, який зіставляється спираючись на дослідження сусідніх свердловин. В силу розривних порушень, виклинування та ін., дані по сусіднім свердловинам не завжди несуть достовірну інформацію.

Застосування ГТД зробили свій позитивний внесок у вивченні літолого-стратеграфічного розрізу свердловини. Не даремно ці дослідження являються невід'ємним елементом комплексу методів, використовуваних для вивчення свердловини, тому технологія дослідження та інтерпретації отримуваної інформації повинні базуватися на основі раціонального комплексування геолого-технологічних, геофізичних та гідродинамічних методів дослідження в інтересах ефективного і оперативного виявлення продуктивних пластів з використанням всієї набутої інформації.

Комплексна технологія дозволяє максимально виключити пропуск продуктивних пластів в не залежності від їх потужності. Дає змогу скоротити час будівництва пошуково-розвідувальних свердловин за рахунок зниження об'єктів, освоєваних в колоні з неоднозначною характеристикою. Застосування ГТД з ін-

шими методами дослідження являються необхідними, так як несуть в собі першочергову, оперативну інформацію розрізу свердловини. Спираючись на ці дані можна нівелювати геофізичними дослідженнями, деталізацію встановлення інтервалу відбору кернового матеріалу, простежування процесу буріння в реальному часі в цілому.

У зв'язку з виснаженням великих покладів вуглеводнів останнім часом велику увагу приділяють вивченню мало потужних, слабо цементованих покладів, що нерідко являються продуктивними. За приклад взяті родовища, які й зараз знаходяться в стані до розвідки являються перспективним.

Ульянівське родовище розташоване в Новомосковському районі Дніпропетровської області. У тектонічному відношенні воно знаходиться у південно-східній частині південної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини.

В літологічному відношенні Ульянівське родовище характеризується перешаруванням мало потужних порід. Аргіліти темно-сірі, шаруваті алевритисто-глинисті, іноді вуглисті або карбонатизовані. Алевроліти від сірих до темно-сірих, пісковисто-глинистих, вуглистих. Пісковики сірі, від дрібнозернистих до різнозернистих, міцні, тверді, на карбонатно-глинистому цементі з прошарками та включеннями вуглистого матеріалу, хаотично розповсюджені. Вугілля чорне, матове, шарувате, крихке. Доломіт кременистий, коричнюватий, мутнуватий, приховано кристалічний, дуже твердий. Розколюється на уламки з гострими ріжучими краями. Злам нерівний.

При проведенні геолого-технологічних досліджень було виявлено декілька прошарків пісковиків та вугілля з характерним підвищенням фонових значень вуглеводнів за компонентним складом метанового ряду (C1, C2, C3). Спираючись на геолого-технологічний наряд, в тому числі на геофізичні дослідження, в даних інтервалах породи, які можуть бути потенційними колекторами не виявлені.

На Ульянівському родовищі в свердловині 26 за геолого-технологічними дослідженнями чітко зафіксовано зміну параметрів на глибині 2149,2 м, а саме: збільшення швидкості буріння при незмінному навантаженні, що майже завжди вказує на зміну породи. Згодом відбулося підвищення фонових газопоказів з сотих до десятків одиниць. Вилучення та дослідження шламового матеріалу підтвердило, що в інтервалі де відбулася зміна механічної швидкості був розкритий прошарок пісковіку, який являється газонасиченим. При підрахунку відста-

вання проходження промивної рідини "вибій-гирло", встановлено підвищення газопоказів в даному інтервалі, натомість при проведенні аналізів промивної рідини параметри залишилися не змінними. Незважаючи на незначну потужність пласта (30-40 см), завдяки застосуванню ГТД був виявлений мало потужний поклад вуглеводнів в інтервалі 2149,2-2149,6 м. Заглибившись до відмітки 2150,6 м знову відбулося підвищення механічної швидкості з подальшим виходом газової пачки. Кордони інтервалу складають 2150,6-2151,2 м, де складовою породою є пісковик. Інтервал 2149,6-2150,6 м представлений аргілітом і скоріше за все слугує так званою перемичкою між пластами-колекторами. Підтвердженням цього припущення служить почерговий вихід газових пачок з даних інтервалів за розрахунковим часом. Максимальна сума вуглеводнів склала 0,15% та 0,17% відповідно. Відсотковий показник вказує на присутність вуглеводнів метанового ряду в промивній рідині свердловини. Незважаючи на досить невисокий показник, можна з впевненістю зазначити про вуглеводонасичення пластів за невисокими тисками.

Такі явища повторювались не одноразово впродовж буріння свердловини. Спираючись на ГТД розрізу свердловини 26, можна припустити, що на території родовища залишилось без уваги або взагалі не були виявлені мало потужні вуглеводневі товщі, які цікаві з точки зору опробування та доволі перспективні.

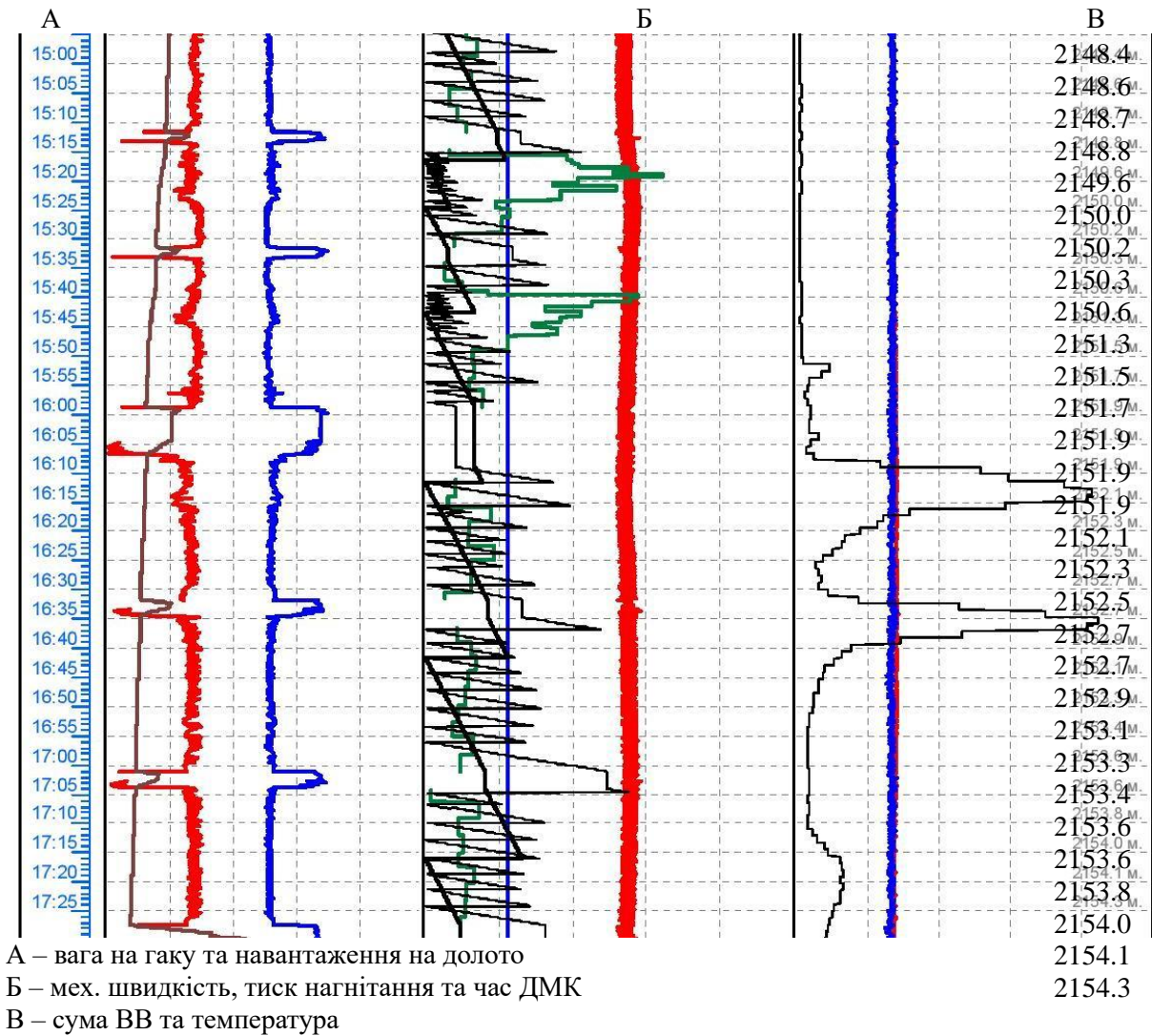
Застосовуючи геофізичні методи дослідження при розкритті малопотужних прошарків не завжди вдається однозначно встановити не тільки характер флюїдонасичення, але й взагалі їх присутність.

Нижче наведена діаграма геолого-технологічних досліджень.

Дані явища, неодноразово, були зафіксовані на Перещепинському родовищі при проведенні ГТД на свердловині 300. В літолого-стратиграфічному відношенні обидва родовища мають деяку схожість. Досліджуючи останню, було встановлено перешарування слабо потужних прошарків пісковиків схожими за властивостями на пісковики Ульянівського родовища, в яких також неодноразово спостерігалось підвищенням газопоказів. Інтервали підвищення, при проведенні геофізичних досліджень, не були встановлені в повному обсязі.

Таким чином, дослідивши вищезазначені свердловини можна з впевненістю зауважити, що при бурінні на родовищах, характеризуючихся наявністю малопотужних прошарків пісковиків, необхідно геолого-технологічні дослідження включати до складу комплексних дос-





ліджень для детального встановлення колекторських властивостей та характеру насичення порід.

Беручи до уваги дані спостереження, можна припустити, що при бурінні решти свердло-

вин, були пропущені газові горизонти, які несуть в собі велику цінність у забезпеченні країни сировиною.

**Література**

1. Миракян, В.И. Системы контроля геофизических и технологических параметров при бурении скважин [Текст] / В.И. Миракян, В.Н. Рукавицын. – М., 1986.
2. Левицкий, А.З. Геолого-технологические исследования на стадии заканчивания скважины [Текст] / А.З. Левицкий. – М., 2005.
3. Лукьянов, Э.Е. Исследование скважин в процессе бурения [Текст] / Э.Е. Лукьянов. – М.: Недра, 1979.
4. Нестеров, И.И. Фундаментальные основы формирования залежей нефти и природных газов, их поисков, разведки и разработки [Текст] / И.И. Нестеров // Геология и геофизика, 2009. – Т. 50.

CLARIFICATION INDICATORS OF DEVELOPMENT OF VILHIVSKYI'S CONDENSATE FIELD  
BY FALLING RESERVOIR PRESSURE

**Р.В. Чорненський УТОЧНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДОРОЗРОБКИ ВІЛЬХІВСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА МЕТОДОМ ПАДІННЯ ПЛАСТОВОГО ТИСКУ.** Розглянуто метод падіння пластового тиску, як один із основних методів які використовуються для вирішення питань дорозвідки газоконденсатних родовищ (на прикладі Вільхівського ГКР). За цим методом були проведені відповідні розрахунки, за якими виконано уточнення показників розробки на термін з 2013 по 2018 р. Проаналізовано поточний стан розробки газоконденсатних покладів Вільхівського родовища і проведено обґрунтування варіантів розробки. На Вільхівському родовищі в промисловій розробці знаходяться I, II, III та IV експлуатаційні об'єкти. Станом на 01.10.2013 року на східному склепінні I об'єкт розробляється однією свердловиною (св.24), що на даний час знаходиться в капремонті, II об'єкт – двома свердловинами (св. 57, 61), III об'єкт – однією свердловиною (св. 60), IV об'єкт – сьомма свердловинами (св. 51, 52, 53, 54, 55, 58, 84). На західному склепінні I об'єкт розроблявся св.26, яка була ліквідована в 1993 р. через обводнення, II об'єкт розробляється однією свердловиною (св. 9), III об'єкт – однією свердловиною (св.81), IV об'єкт – дев'ятьма свердловинами (св. 59, 62, 63, 64, 65, 70, 80, 82, 83).

**Ключові слова:** пластова система, аналіз розробки, продуктивна характеристика, вуглеводневідача, до розробка.

**Р.В. Чёрненко. УТОЧНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОРАЗРАБОТКИ ОЛЬХОВСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ.** В статье рассмотрен метод падения пластового давления, как один из основных методов, используемых для решения вопросов доразведки газоконденсатных месторождений (на примере Ольховского ГКМ). По этому методу были проведены соответствующие расчеты, по которым выполнено уточнение показателей разработки на срок с 2013 по 2018 г. Проанализировано текущее состояние разработки газоконденсатных залежей Ольховского месторождения и проведено обоснование вариантов разработки. На Ольховском месторождении в промышленной разработке находятся I, II, III и IV эксплуатационные объекты. По состоянию на 01.10.2013 года на восточном своде I объект разрабатывается одной скважиной (скв. 24), которая в настоящее время находится в капремонтте, II объект – двумя скважинами (скв. 57, 61), III объект – одной скважиной (скв. 60), IV объект – семью скважинами (скв. 51, 52, 53, 54, 55, 58, 84). На западном своде I объект разрабатывался скв. 26, которая была ликвидирована в 1993 г. из-за обводнения, II объект разрабатывается одной скважиной (скв. 9), III объект – одной скважиной (скв. 81), IV объект – девятью скважинами (скв. 59, 62, 63, 64, 65, 70, 80, 82, 83).

**Ключевые слова:** пластовая система, анализ разработки, продуктивная характеристика, углеводородоотдача, до-разработка.

**The general formulation of the problem.**

The need to perform this work due to the deviation of actual indicators of development Vilhivskiy GCF from approved design. Based on the operational analysis of development of deposits of raw data and substantiated written specification development of indicators of Vilhivskiy GCM for the period from 2013 to 2018 [2,4].

**The basic material.** Counting the initial volume of gas reserves in developing gas deposit in terms of regime made by material balance equation [1]:

$$Q_{\text{суд}} = \frac{Q_{\text{суд}}}{\bar{m}_0 - \bar{m}_{\text{н}} \cdot \bar{m}_{\text{н}}} \cdot \bar{m}_0 \quad (1.1),$$

where  $Q_{\text{суд}}$  - the total volume of gas production including losses, m<sup>3</sup>;

$\bar{P}_0, \bar{P}_{\text{ном}}$  - Initial and the current value of the reduced reservoir pressure, MPa.

The current average value reduced reservoir pressure in the deposit determined by the formula [1]:

$$\bar{m} = \frac{\sum_{\mu=1}^n \bar{m}_{\mu} \bar{W}_{\mu}}{\sum_{\mu=1}^n \bar{W}_{\mu}} \quad (1.2),$$

where  $\bar{P}_i$  - reduced reservoir pressure and well-wrong;

n - number of existing wells;

$\bar{W}_i$  - Reduced the volume of drainage and wrong-hole [1]:

$$\bar{W}_{\mu} = W_{\mu} \frac{T_{\text{н.Т}}}{T_{\text{н.о}} \cdot m_{\text{СТ}}} \quad (1.3)$$

Adjusted volume of drainage wells is determined by the graph of  $P_i(Q_i)$  as cotangent of the angle of inclination of the axis of the line of gas and corresponds to the reduction in reservoir pressure reduced on a straight section depends  $P_i(Q_i)$ , ie [1]:

$$\bar{W}_{\mu} = \frac{dQ_{\mu}}{dP_{\mu}} = \frac{\Delta Q_{\mu}}{\Delta m_{\mu}} \quad (1.4).$$

When weighted by reduced reservoir pressure specific volume of drainage wells is achieved by matching between pressure and volume and accounted for differences in reservoir temperatures and coefficients over pressure gas reservoir, which increases the reliability and accuracy of the counting of gas reserves.

For specific volume of drainage wells also is conducted an evaluation count of remaining gas reserves in the deposit [5]:

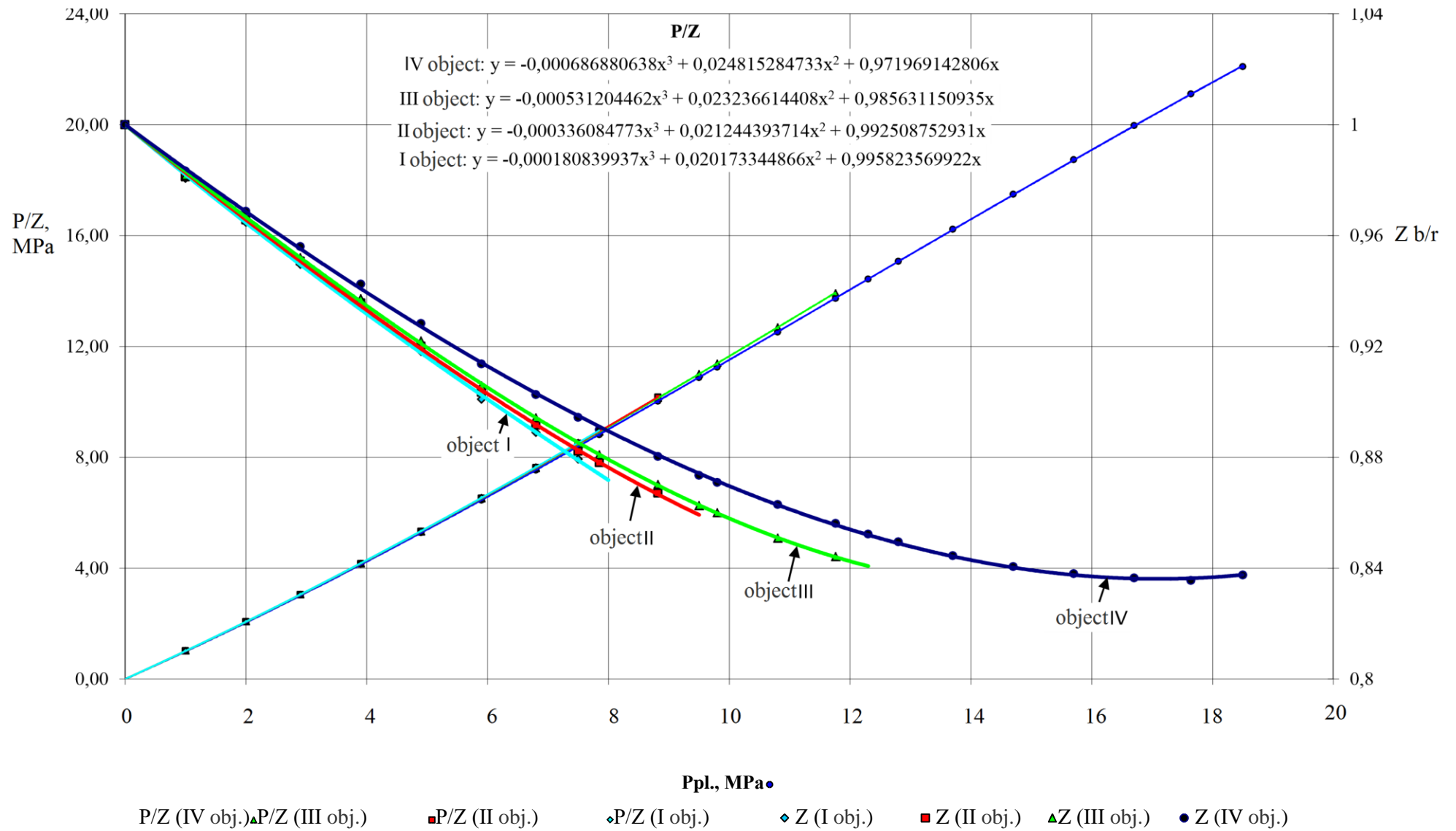


Fig. 1. Schedule dependencies Z (Ppl) and P/Z (Ppl) for I-IV of development objects Vilhivskiyi GCM

Results of calculation of reserves reservoir of gas by the method of formation pressure drop in wells Vilhivskiy deposits as at 1.10.2013

| № w.                               | Pressure, MPa                            |                |                  |                  | Current mining, million m <sup>3</sup><br>Q <sub>ext</sub> | The specific volume of drainage, million m <sup>3</sup> /MPa | Remaining reserves, million m <sup>3</sup><br>Q <sub>rem</sub> =P <sub>cur</sub> | Beginning stocks reservoir gas, million m <sup>3</sup> |  |
|------------------------------------|--|----------------|------------------|------------------|--|--|--|--|--|
|                                    | initial                                  |                | current          |                  |  |  |  | Q <sub>0</sub> =P <sub>0</sub>                         | Q <sub>0</sub> =P <sub>cur</sub> +Q <sub>ext</sub> |
|                                    | P <sub>0</sub>                           | P <sub>0</sub> | P <sub>cur</sub> | P <sub>cur</sub> |  |  |  |  |  |
| <b>Object I (eastern vaults)</b>   |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 21                                 | in 1984 transferred to the supervisory   |                |                  |                  | 139,7  |  |  |  | 139,7  |
| 23                                 | in 1985 transferred to the supervisory   |                |                  |                  | 134,0  |  |  |  | 134,0  |
| 24                                 | 4,90                                     | 5,35           | 2,92             | 3,07             | 226,9  | 73,53  | 225,7  | 393,4  | 452,6  |
| 56                                 | in 1985 transferred to the supervisory   |                |                  |                  | 15,4   |  |  |  | 15,4   |
| Medium-object                      |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| □                                  | 6,36                                     | 7,10           | 2,92             | 3,07             | 516,0  | 73,53  | <u>225,7</u><br>225,7  | <u>393,4</u><br>522,0                                  | <u>741,7</u><br>741,7                              |
| <b>Object I (western vaults)</b>   |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 26                                 | 6,49                                     | 7,27           | 3,04             | 3,21             | 112,9  | 26,95  | 86,5   | 195,9  | 199,4  |
| Medium-object                      |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| □                                  | 6,08                                     | 6,76           | 3,04             | 3,21             | 112,9  | 26,95  | <u>86,5</u><br>86,5  | <u>195,9</u><br>182,2                                  | <u>199,4</u><br>199,4                              |
| <b>Object II (eastern vaults)</b>  |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 57                                 | 8,24                                     | 9,43           | 5,03             | 5,48             | 218,1  | 55,21  | 302,6  | 520,6  | 520,6  |
| 61                                 | 8,85                                     | 10,21          | 4,14             | 4,45             | 184,036  | 58,48  | 260,2  | 597,1  | 444,3  |
| Medium-object                      |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| □                                  | 9,24                                     | 10,72          | 4,52             | 4,95             | 402,1  | 113,69   | <u>562,8</u><br>562,8  | <u>1005,1</u><br>1218,8                                | <u>964,9</u><br>964,9                              |
| <b>Object II (western vaults)</b>  |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 9                                  | 9,66                                     | 11,27          | 2,87             | 3,01             | 38,2   | 4,62   | 13,9   | 52,1   | 52,1   |
| Medium-object                      |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| □                                  | 9,58                                     | 11,16          | 2,87             | 3,01             | 38,2   | 4,62   | <u>13,9</u><br>13,9  | <u>52,1</u><br>51,6                                    | <u>52,1</u><br>52,1                                |
| <b>Object III (eastern vaults)</b> |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| <b>Horizon M-7w<sup>2</sup></b>    |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 56                                 | production (1976-1981 yy)                |                |                  |                  | 380,7  |  |  | 380,7  | 380,7  |
| 57                                 | 10,22                                    | 11,93          | 2,38             | 2,47             | 270,0  | 78,74  | 194,5  | 939,4  | 464,5  |
| 61                                 | 5,56                                     | 6,11           | 3,74             | 3,98             | 2,1  | 0,98   | 3,9  | 6,0  | 6,0  |
| Medium-object                      |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| □                                  | 10,98                                    | 12,92          | 2,40             | 2,49             | 652,8  | 79,72  |  |  |  |
|                                    |  |                |                  |                  |  |  | <u>198,4</u><br>198,4  | <u>1326,1</u><br>1030,0                                | <u>851,2</u><br>851,2                              |
| <b>Horizon M-7n<sup>2</sup></b>    |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 60                                 | 11,14                                    | 13,13          | 3,73             | 3,97             | 176,0  | 28,41  | 112,8  | 373,0  | 288,8  |
| Medium-object                      |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| □                                  | 11,66                                    | 13,81          | 3,73             | 3,97             | 176,0  | 28,41  |  |  |  |
|                                    |  |                |                  |                  |  |  | <u>112,8</u><br>112,8  | <u>373,0</u><br>392,3                                  | <u>288,8</u><br>288,8                              |
| <b>Object III (western vaults)</b> |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 81                                 | 12,65                                    | 15,11          | 4,46             | 4,81             | 308,3  | 39,37  | 189,4  | 594,9  | 497,7  |
| Medium-object                      |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| □                                  | 11,66                                    | 13,81          | 4,46             | 4,81             | 308,3  | 39,37  | <u>189,4</u><br>189,4  | <u>694,9</u><br>543,7                                  | <u>497,7</u><br>497,7                              |
| <b>Object IV (eastern vaults)</b>  |  |                |                  |                  |  |  |  |  |  |
| 51                                 | 14,46                                    | 17,16          | 5,43             | 5,90             | 165,7  | 9,21   | 54,3   | 158,0  | 220,0  |
| 51                                 | production from horizon B-5h (1977- 85.) |                |                  |                  | 214,9  | translated into vistalago horizons                           |  |  | 214,9  |
| 52                                 | 10,65                                    | 12,34          | 7,20             | 8,03             | 91,4   | 37,04  | 297,4  | 457,1  | 388,9  |
| 52                                 | production from horizon B-5h (1976-95)   |                |                  |                  | 452,8  | translated into vistalago horizons                           |  |  | 452,8  |
| 53                                 | 16,33                                    | 19,50          | 4,33             | 4,60             | 255,0  | 19,37  | 89,1   | 377,7  | 344,1  |
| 53                                 | production from horizon B-5h (1975-82)   |                |                  |                  | 123,7  | translated into vistalago horizons                           |  |  | 123,6  |
| 54                                 | 16,54                                    | 19,76          | 4,52             | 4,84             | 255,8  | 62,5   | 302,5  | 1235,0   | 558,3  |
| 55                                 | 12,78                                    | 15,04          | 8,76             | 9,95             | 461,3  | 59,17  | 588,7  | 889,9  | 1050,1   |
| 58                                 | 16,32                                    | 19,48          | 4,33             | 4,62             | 264,6  | 12,5   | 57,8   | 243,5  | 322,4  |
| 84                                 | 12,57                                    | 14,77          | 3,53             | 3,72             | 27,7   | 3,306  | 12,3   | 48,8   | 40,0   |

$$Q_{\dots A.o} = \sum_{\mu=1}^n \bar{W}_{\mu} \cdot \bar{m}_{\mu}, \quad (1.5)$$

Inventories of gas wells are defined as the sum of the extracted gas and residual [1]:

$$Q_{\dots A.n} = Q_{\%oIII} + Q_{\dots A.o} \quad (1.6)$$

The above method to determine the pressure and gas reserves only in drained of gas deposits. If the deposit is not fully bored and not covered by the development, gas reserves over time as the drilling and involvement drainage will be increased [1,3].

#### **Evaluation of gas reserves by falling reservoir pressure method.**

Determination of average deposits by commercial reserves of reservoir pressure and temperature on the development of selected objects (I-IV) Vilhivskiy GCM was conducted in accordance with the results of calculation of absolute marks midpoints deposits, reservoir pressure and temperature in the producing horizons. Critical parameters of gas were calculated by the relevant reservoir of gas.

To these data were made graphs dependence of gas over compressibility of gas Z (R) and reduced pressure from the reservoir pressure P / Z (R) (fig. 1).

According to the results of measurements of reservoir pressure was built depending static image, and reduced reservoir pressure from the total gas extraction for each hole Vilhivskiy GCM. In order to determine the drained gas reserves in dynamics and control the reliability of current values drained reserves, taking into account the gradual isolation and opening horizons with different gas-dynamic parameters were built overall dependency graphs P / Z of Qvyd. On I object the development

facility in eastern vault (w. 21, 23, 24, 56), on the second object design eastern vault (w. 57, 61) and on the fourth object of western and eastern vaults. Due to the fact that w. 56, 57, 61 to their transfer to above bedding horizons exploited separately mountains. M-7v2 (III operational object astern arches) and w. 51, 52, 53 - the mountains. B-5H (main reserves horizont IV facility on the eastern arch), they were built some dependency graphs P / Z of Q.

From the graphs as of 10.01.2013 current values lifted reduced reservoir pressure and the corresponding formation pressure in each of the facilities evaluated drained gas reserves. Stock assessment is performed by a specific volume of drainage wells, and the resulted in the average reservoir pressure by draining the specific volume of the object.

The results of evaluation of performance of gas facilities Vilhivskiy deposit method falling reservoir pressure are shown in table 1.

**Conclusions.** These materials allow the following conclusions:

1. On the basis of falling reservoir pressure analyzed the current state of development of gas condensate deposits and Vilhivskiy deposits held justification of options for development. According to data was performed specification of the indicators of development Vilhivskiy GCM for the period from 2013 to 2018.

2. According to data calculations was constructed dependence graph of gas factor Z (R) and reduced pressure on the reservoir pressure P / Z (R)

3. All calculation results are listed in table evaluation of operating gas facilities Vilhivskiy deposit by method falling reservoir pressure.

#### **Література**

1. Современное состояние исследований газа центральнобассейнового типа в Днепровско-Донецкой впадине [Текст] / Ю. Кабышев, С. Вокарчук, В. Стрыжак и др. // Геолог Украины. – 2011. – № 2. – С. 120-125.
2. Лурье, А. И. О принципах сосуществования гидродинамических и геотемпературных аномалий в нефтегазовых провинциях [Текст] / А. И. Лурье // Вісник Харківського національного університету. Серія: «Геологія–географія–екологія». – 2011. – № 956. – С. 38-42.
3. Терещенко, В. А. Гидрогеологические условия газонакопления в Днепровско-Донецкой впадине : Монография [Текст] / В. А. Терещенко. – Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2015. – 244 с.
4. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. – М. : Недра, 1985. – 458 с.

# ГЕОГРАФІЯ

UDC 551.4:631.6

*Yu.F. Kobchenko, PhD (Geography), Assistant Professor;  
O.Yu. Kobchenko, MSc (Physics and Mathematics),  
V.N. Karazin Kharkiv National University*

## SPACE-TIME TENDENCIES OF AIR TEMPERATURE CHANGE IN CLIMATE WARMING PERIOD IN THE TERRITORY OF UKRAINE

**Ю.Ф. Кобченко, О.Ю. Кобченко. ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ У ПЕРІОД ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.** Розглянуті питання особливостям просторово-часової тенденції змін температури повітря у період потепління клімату на території України. Проаналізувавши статистичні показники гідрометеорологічних даних метеостанцій України за 1970-2014 рр. було показано, що зміни річної температури за 100-літній період, в межах території дослідження, становлять 3,1-3,5°C, а зміни місячних температур показали більш відчутні коливання температури повітря і особливо це характерно для літніх місяців, де різниці температур між періодом потепління і періодом похолодання за липень і серпень місяці становлять 5.3 і 5.1°C відповідно. Методами математичної статистики і зокрема дисперсного аналізу показано часовий розподіл змін річних і місячних температур і розміщення їх по ієрархічних рівнях. Аналіз розподілу змін температури повітря у період потепління клімату на території України показав, що середня річна температура з 1970 по 2014 рік складає у Луганську 8.1°C, у Харкові 7,4°C, у Львові 6,7°C. Якщо порівняти хід температури повітря за 40 років з даними багатолітніх досліджень, то прийдемо до висновку, що клімат на території України поступово теплішає, але у східних регіонах країни це відбувається інтенсивніше.

Метод аналізу просторово-часової тенденції змін температури повітря у період потепління клімату на території України дозволяє уніфікувати гідрометеорологічні характеристики розглянутих років і можуть бути використані для вирішення певних завдань у різних галузях економіки.

**Ключеві слова:** *Погода, клімат, температура, гідрометеорологічні характеристики, методи математичної статистики, дисперсний аналіз.*

**Ю.Ф. Кобченко, О.Ю. Кобченко. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПЕРИОД ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ.** Рассмотрены вопросы особенностям пространственно-временной тенденции изменений температуры воздуха в период потепления климата на территории Украины. Проанализированы статистические показатели гидрометеорологических данных метеостанций Украины за 1970-2014 гг. Было показано, что изменения годовой температуры за 100-летний период, в пределах территории исследования, составило 3,1-3,5°C, а изменения месячных температур показали более ощутимые колебания температуры воздуха и особенно это характерно для летних месяцев, где разницы температур между периодом потепления и периодом похолодания за июль и август месяцы составляет 5.3 и 5.1°C соответственно. Методами математической статистики и в частности дисперсного анализа показано временное распределение изменения годовых и месячных температур и размещения их по иерархическим уровням. Анализ распределения изменений температуры воздуха в период потепления климата на территории Украины показал, что средняя годовая температура с 1970 по 2014 год составляет в Луганске 8.1°C, в Харькове 7,4°C, во Львове 6,7°C. Если сравнить ход температуры воздуха за 40 лет с данными многолетних исследований, то приходим к выводу, что климат на территории Украины постепенно теплеет, но в восточных регионах страны это происходит интенсивнее.

Метод анализа пространственно-временной тенденции изменений температуры воздуха в период потепления климата на территории Украины позволяет унифицировать гидрометеорологические характеристики рассматриваемых лет и могут быть использованы для решения определенных задач в различных отраслях экономики.

**Ключевые слова:** *Погода, климат, температура, гидрометеорологические характеристики, методы математической статистики, дисперсний аналіз.*

**Statement of the Problem.** Temperature regime, as a component of a climatic system, reflects the relationship between weather-climatic conditions and human activity, indicating the degree of being favorable to humans. The climate of Ukraine is favorable for human life, but the occurrences of natural atmospheric phenomena, sometimes taking catastrophic character, especially in recent decades due to the climate change, cause damage to different sectors of the economy and other spheres of human activity.

The World Meteorological Organization, which is a specialized agency of the United Nations on the state of the Earth's atmosphere and

climate, plays a leading role at the international level to monitor and protect the environment, promotes cooperation in the establishment of networks for making meteorological, climatological, hydrological observations, as well as the exchange, processing and standardization of related data, has found out that over the past 100 years the average surface temperature has risen by about 0.74°C. The level of average warming over the past 50 years almost doubles the figures for the last 100 years. At the end of the 90s of the 20th century and early 21st century we experienced the highest annual temperatures since records began registering the current temperature data. In view of the fact that



the problem of global climate change is a major problem in the world, there is a need in the scientific substantiation and methodical support of climate change assessment for preventive measures.

Ukrainian climatologists, on the basis of modern ideas about the nature of the climate, give an important place to the factors and conditions shaping the regional climate, the scale of natural and man-made climate change and variability, develop scenarios and forecast possible changes in the climate of Ukraine under the influence of global warming. This enables to find a more efficient way to use climate information for development of research projects, improve operational service production organizations, to solve a number of other practical problems. In the proposed article on the basis of this approach, attempts are made to analyze the features of the space-time changes in air temperature on the territory of Ukraine in the light of new warming tendency and to apply objective means to develop effective generalization of hydro-meteorological information methods of mathematical statistics.

**Initial conditions.** The founder of climatology O.I. Voyeykov was the first to systematically study climatic components, including temperature. Later they were involved in the study by P.I. Brounov, V.H. Rotmystrov, R.Ye. Davyd, P.I. Koloskov, T.H. Selyanynov and others. Later science has made significant contributions to the study of these issues.

Climatological studies in Ukraine have long traditions. The most complete characterization of climate in Ukraine and its components are presented in the monographs "Climate of Ukraine" (1967), edited by H.F. Pryhotka, A.V. Tkachenko and V.M. Babichenko and "Climate of Ukraine" (2003), edited by V.M. Lipinski, V.A. Dyachuk and V.M. Babichenko. A special section is devoted in these publications to climate change in Ukraine and temperature fluctuations. In the 80s, climatologists of the UkrNDHMI under the leadership of V.N. Babichenko prepared the monograph "The temperature of the Air in Ukraine" (1987), which highlighted the patterns of temperature in Ukraine, sharing its main parameters, century changes and the impact on economic activity.

Under the theme of "Climate of Large Cities" in 80s and 90s, a climatological description of the main cities in the country was prepared. UkrNDHMI together with Hydrometeorological Center of Ukraine and universities compiled and published a number of books, including "Climate of Kiev" (1980) and "Climate of Kharkov" (1983), where separate sections provide temperature characteristics, their changes and fluctuations.

Climatologists of research institutes, research centers, universities of Ukraine paid great attention to the study of temperature in Ukraine. From 50s to 80s, I.O. Buchynskyy, M.T. Hook (UkrNDHMI) found their brief and slight fluctuations. H.P. Dubynskyy, A.D. Babych, Yu.F. Kobchenko (Kharkiv University), based on the scientific theme of hydrometeorologic support of irrigation, studied the effect of irrigation on climate change. H.I. Shvebs, E.O. Burman studied the effect of landscapes on climate, under the direction K.T. Lohvynova studied climate change under the influence of natural and anthropogenic factors; they were continued by V.F. Martazinova, M.B. Barabash, I.V. Trofimova which drew conclusion on climate regime and precipitation change in Ukraine in the 20th century against the backdrop of global climate change.

In the 90s at UkrNDHMI, V.M. Voloshchuk on the basis of modern science developed new approaches and methods to study changes and variability of climate. They are based on model calculations and climatic paleo-reconstructions that allow objectively to address this important issue in climatology. The evidence of global warming of the planet was obtained, which levels off the spatial and temporal distribution of temperature field.

**Statement of the Problem.** The paper aims to study the spatial and temporal patterns of air temperature distribution during climate warming in Ukraine. Since Ukraine territory lies within various natural areas, it is important to track temperature change trends both in time and in area. In the study of these issues one should have an objective assessment of the impact of natural and anthropogenic factors on the level of weather and climate change, as defined in the following objectives: to study the initial conditions of this problem; analyze the data of the Hydrometeorologic Service since 1970, when the beginning of a new period was determined by the climatological changes towards warming; identify the empirical connections of the spatiotemporal distribution of the studied air temperature with the natural and anthropogenic factors.

**Exposition of basic material.** The problem of climate change is a global problem that requires participation of the entire international community. The result of the efforts of the international community was the signing in 1992 of the Framework Convention on Climate Change. Ukraine is one of the participants in this process and in 1997 it became a full Party, and has committed to climate research in the state [1,6,10]. To solve this problem working up "Climate program of Ukraine" which insertion development of an effective system of climatological information, projected climate



change and environmental consequences of these changes.

Conducting scientific, technical and socio-economic assessments of global climate change and related issues The World Meteorological Organization (WMO) and the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) at the United Nations showed that the global climate during the late XX century changed in the direction of warming and air temperature near the earth's surface increased by  $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  [12,13]. In 1998 the average annual global temperature proved to be  $0.7^{\circ}\text{C}$  higher as compared with the surface air temperature over the period of 1961-1998 and was  $15.5^{\circ}\text{C}$ . This is still a record year in terms of warming.

According to instrumental observations, the researchers [1,2,5] have found out that the Earth's climate is changing and the need to work up climate prediction and climate protection activities determines the relevance of climate change both on global, and regional scale.

The dynamics of regional climate within Ukraine, as stated in the book "Climate of Ukraine" published by V.M. Lipinskiy [6] to some extent repeat the characteristics trait of the global climate change. Climate of Ukraine is perceptible to the global climate change that it's confirmed of long course anomalies in global and regional air temperature.

The intensity of temperature changes in regional climate can be judged based on its comparison with global averaged temperature. According to the research of the Ukrainian Research Hydrometeorological Institute, the temperature at the end of XIX, the beginning of the XXI century, rose in Ukraine by  $0.8^{\circ}\text{C}$ . For some decades an increase in air temperature averages  $0.5^{\circ}\text{C}$ , for the last 30 years it has doubled.

According to UkrNDHMI analysis of structural connection regional and global temperature gives chance to predict the most likely regional

climate changes in the first decade of the XXI century. It was determined that if the global temperature rises by another  $0,3-0,4^{\circ}\text{C}$  in two or three future decades, the regional increase in separate seasons may be: in winter and spring by  $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$ , in summer and fall by  $0,3-0,9^{\circ}\text{C}$  as compared to the temperatures of the existing regime in Ukraine. It will decrease the temperature between seasons. Given the hierarchical connections of global, regional and local climates [10], and the fact that regional and local temperature is linearly related to global temperature, we can assume that in general increase in regional and local annual temperature can be more intense than the annual increase in temperature in the global climate system by 1,3-1,5 times and it will be  $1,0-1,5^{\circ}\text{C}$  above the temperature regime in Ukraine. The main features of the regime change in temperature for the 100th anniversary, which were recorded in Ukraine, can be seen at certain stations, which determines the climate dynamics at the local level.

To assess changes in local climate of Kharkiv area in modern time, we used climatology standard rules summarized in climatological references [8,9,11,12]. Climatological edition of 1950 includes processed meteorological data for the period from 1891 to 1935, which enables to make a picture of the climate at the early twentieth century. Climatological information in 1967-69 edition includes a number of meteorological observations within the 1917-1961 biennium. It brought new Climatological standard norms characterizing features of climate in mid-twentieth century. Inventory of climate in Ukraine, in 1990 and 2005 editions, give updated Climatological standard rules for the defined periods. Climatological data presented in these sources are summarized in Table 1 and give reason to analyze the overall assessment of climatological changes in the study area, i.e. to determine the trends of climate change at the local level.

Table 1

Average monthly and annual air temperature

| Year of publication | Months |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Year |
|---------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 01     | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   |      |
| 1950                | -5.9   | -5.0 | 0.8  | 10.6 | 19.0 | 22.0 | 24.8 | 23.8 | 18.4 | 10.9 | 2.0  | -4.0 | 9.8  |
| 1967                | -7.4   | -7.0 | -1.8 | 7.0  | 14.8 | 18.2 | 20.2 | 19.2 | 13.5 | 6.6  | 0.2  | -5.0 | 6.5  |
| 1990                | -7.5   | -6.3 | -1.0 | 8.1  | 14.9 | 18.1 | 19.5 | 18.7 | 13.5 | 6.8  | 0.7  | -4.0 | 6.8  |
| 2005                | -5.5   | -4.9 | -0.8 | 8.5  | 14.7 | 18.0 | 20.4 | 19.0 | 13.4 | 7.0  | -0.4 | -4.9 | 7.2  |

Changes in annual temperature over 100-year period within the territory of a study is  $3,1-3,5^{\circ}\text{C}$ . Fluctuations in annual temperature correspond to the above period, i.e during the warming observed in the late XIX to the 50s of XX century. It was

$9.8^{\circ}\text{C}$ , in a subsequent period down to  $6.5-6.8^{\circ}\text{C}$  and later again rises to  $7,2^{\circ}\text{C}$ .

Analyzing changes in monthly temperatures it should be noted that there are more tangible fluctuations in air temperature. This is typical for the summer months. Thus, the temperature difference

between the period of warming and cooling in July and August months are 5.3 and 5.1°C, respectively. In the transitional seasons change in monthly temperatures, characterized by the temperature difference between these periods is slightly lower. Yes, this temperature difference for April and October months is 3.6 and 4.1°C, respectively. For the winter months the downward trend in the temperature difference remains. For example, in January it is

1.6 °C, and in February – 2.0°C. If we consider the indirect seasonal temperature changes according to calculations of climatic guides 1950, 1967 (table 2), the temperature difference between the periods of warming and cooling are lower compared to the monthly difference. Thus, the difference between summer temperatures is 5.1°C, winter is 1.7°C, Spring - 3.1°C, fall - 2.4°C.

Table 2

Indirect seasonal temperatures according to climatic guides of 1950, 1967 edition (weather station Kharkiv)

| Seasons | 1950 year of publication | 1967 year of publication | Difference |
|---------|--------------------------|--------------------------|------------|
| Winter  | - 5.0                    | - 6.7                    | 1.7        |
| Spring  | 10.1                     | 7.0                      | 3.1        |
| Summer  | 23.8                     | 18.7                     | 5.1        |
| Autumn  | 9.1                      | 6.7                      | 2.4        |

Method of determining the dynamics of the climate at the local level has been used in our work to specify the extent of climatological processes and climatic features influence on the size of the country as compared to western and eastern regions of Ukraine. The climatic conditions of territories of Ukraine are influenced by strengthening continental climate from west to east.

To clarify this question, we attempted to compare the climatic characteristics and trends to

changes in temperature on the example of some weather stations in Ukraine, located on the latitudes from west to east. Meteorological stations in the south of the country were not considered. For this we used data reference materials and data of meteorological stations in Zolochiv and Kharkiv.

According to the inventory of climate of Ukraine a comparative table of thermal regime of the territories with meteorological stations (table 3) was compiled.

Table 3

Average and extreme temperature of air at weather stations of Ukraine

| Cities   | Average temperatures |      | Average maximum temperatures |      | Absolute maximum temperatures |      | Average minimum temperatures |      | Absolute minimum temperatures |     |
|----------|----------------------|------|------------------------------|------|-------------------------------|------|------------------------------|------|-------------------------------|-----|
|          | Jan                  | Yul  | Jan                          | Yul  | Jan                           | Yul  | Jan                          | Yul  | Jan                           | Yul |
| Lviv     | - 4.1                | 18.3 | - 1.8                        | 19.8 | 11                            | 36.0 | - 6.0                        | 14.1 | - 33.5                        | 6.7 |
| Rivno    | - 4.8                | 18.5 | - 2.2                        | 21.5 | 11                            | 36.2 | -8.4                         | 12.8 | -34.3                         | 6.5 |
| Zhytomyr | - 5.6                | 18.7 | - 2.5                        | 22.4 | 11                            | 36.7 | -8.7                         | 13.0 | -34.8                         | 6.2 |
| Kyiv     | - 5.9                | 19.3 | - 3.2                        | 24.8 | 8                             | 37.2 | -8.5                         | 14.6 | -35.2                         | 6.1 |
| Poltava  | - 7.1                | 19.5 | -3.5                         | 26.1 | 8                             | 37.6 | -10.1                        | 14.8 | -35.4                         | 6.0 |
| Kharkiv  | -7,3                 | 20,9 | -3,8                         | 26,4 | 8,6                           | 38,8 | -10,1                        | 14,2 | -35,6                         | 6,0 |
| Donetsk  | -7,6                 | 22,4 | -4,5                         | 25,7 | 10,0                          | 39,2 | -10,2                        | 14,3 | -36,0                         | 5,1 |
| Lugansk  | - 8.0                | 22.0 | -5.8                         | 27.3 | 11.5                          | 40.3 | - 10.9                       | 14.6 | -42.2                         | 4.0 |

The data for January and July for all aggregation levels exceeding showed average values and absolute air temperature in the specified areas of Eastern cities compared to the cities of Western territory. The difference between average monthly temperature in the winter is on average of 3.9-4.0°C, in the summer - 3.5-3.7°C. Medium and absolute maximum and minimum temperatures are slightly higher as compared to the previous ones. Thus, the average maximum temperature differ-

ence in winter temperatures is 4.0°C and summer - 7.5°C, the absolute maximum temperature difference in winter - 3.4°C, and in summer - 4.3°C. Average minimum temperatures in winter make difference of 4.6°C, in the summer - 2.0°C. The absolute minimum temperature difference in winter temperatures is 8.7°C and summer - 2.7°C.

Comparing only the data of the investigations, it is not possible to be sure in tendencies of warming and climate change age. To convincingly

demonstrate increasing temperature it is necessary to statistically calculate local climate change based on natural climate fluctuations against the background of global warming and thus, prove that the climate affects the eastern regions of continental component.

To analyze the changes in the local climate a number of statistical meteorological observations from 1970 to 2014 were taken according to weather stations in Lviv, Kharkiv and Lugansk, as indicative of different regions in Ukraine. This period, according to anomaly global averaged surface temperature over the past 140 years, given in the book "Climate of Ukraine" [6], refers to the period of maximum warming of global climate. Thus, it is important to identify trends in climate change at the local level against the background of global warming.

To study this question, we used the average decade, the average monthly and average annual air temperature. To reduce random variations and identification of common patterns of temperature changes five years of moving average were calculated, then these data constructed a trend character-

izing the basic pattern of temperature change over time.

The long-term march of temperature according to the values of the trend, as seen in the graph (Fig.1,2,3) tends to increase. During the study period the value of the average annual air temperature, according to a weather station Lviv is about 1.5°C, Kharkiv - 1.7°C, and Luhansk - 2.5°C. But the importance of temperature (trend) in Lugansk exceeds the values in comparison to the previous station by almost 1°C, indicating the growing influence of the continental part of atmospheric processes. In the context of a long-term linear trend in air temperature we observed almost periodic fluctuations in average temperature. Physical nature of modern fluctuations of temperature is defined as the natural and man-made processes. City changes the century – long course of air temperature. In all major cities with increasing population we observed increase in average annual temperature regardless of fluctuations in natural climate. Trending temperature for some seasons and months of the study showed distinct fluctuations in air temperature under the trend values (table 4).

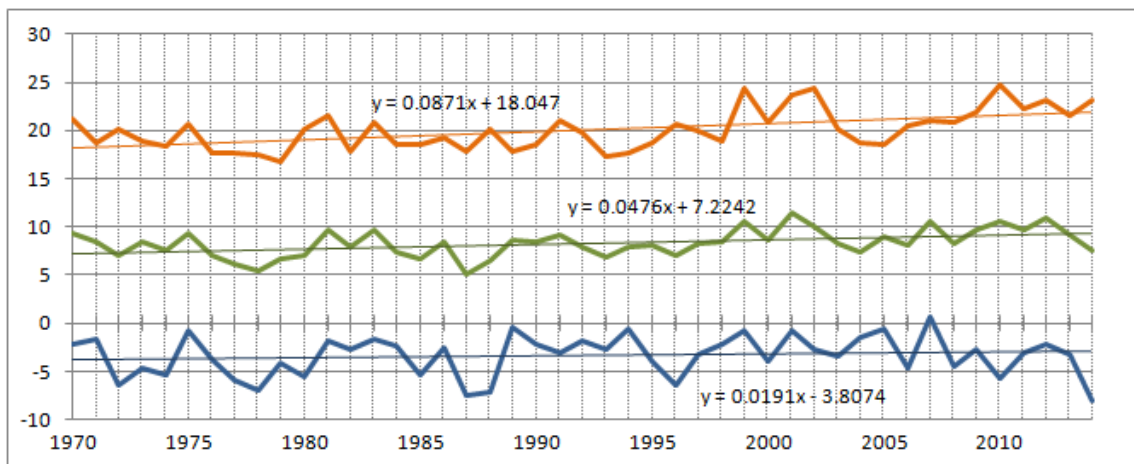


Fig. 1. Average monthly and yearly air temperatures from Lviv meteo-station

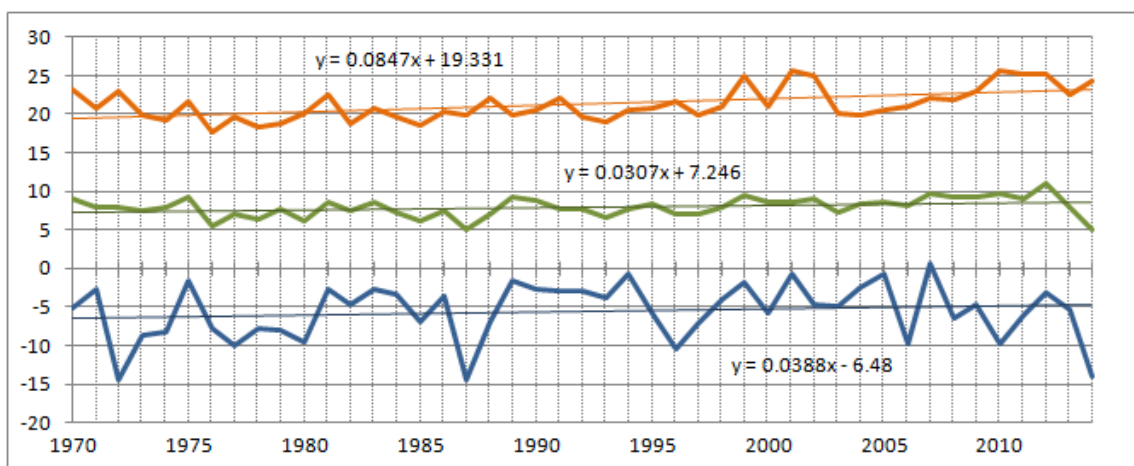


Fig. 2. Average monthly and yearly air temperatures from Kharkiv meteo-station

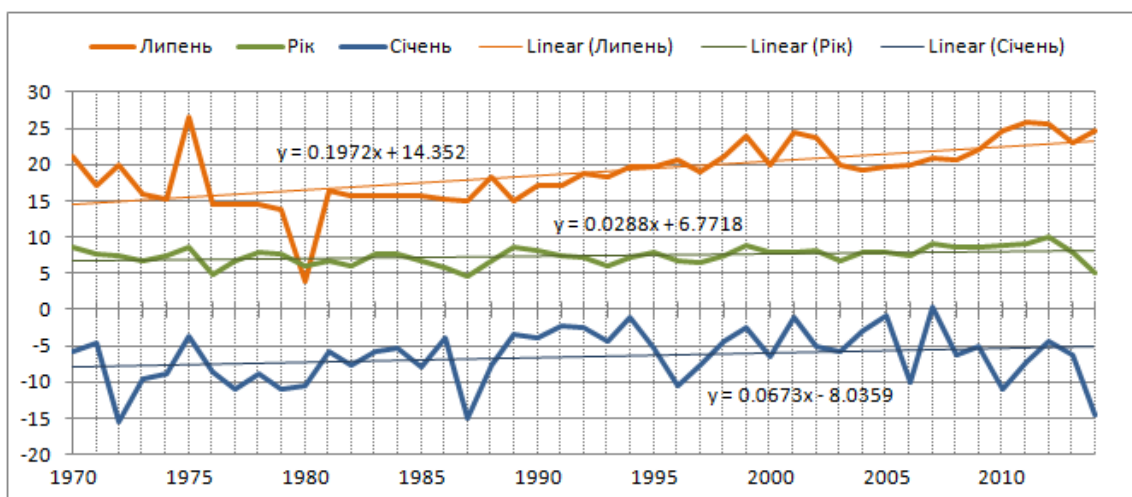


Fig. 3. Average monthly and yearly air temperatures from Luhansk meteo-station

Table 4

Increased average and annual of the air temperature according to weather stations

|          | Lugansk |        |        | Kharkiv |        |        | Lviv   |        |        |
|----------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | Jun     | Jul    | Year   | Jun     | Jul    | Year   | Jun    | Jul    | Year   |
| Increase | 0.0673  | 0.1972 | 0.0288 | 0.0388  | 0.0847 | 0.0307 | 0.0191 | 0.0871 | 0.0476 |

According to this technique the graphs for individual seasons and months of the study showed that the overall trend is the planned increase in air temperature in January and July in accordance with the values of the trend. For 45-year period in winter the temperature trend showed increase by 2,4°C in Lviv, Kharkiv 2.7 °C and 3,0°C in Lugansk and summer 3,0°C, 3.5°C, 4,8°C, respectively.

From year to year fluctuation in average air temperature in some months is greater than for the year. In the early period (first decade) some increase in air temperature was noted. In the following years (80-90 years) the temperature trend decreased accordingly. In the last decade the difference was not so clear.

Comparing changes in global and regional annual temperature, it should be noted that the global temperature in the last period increased by 0.6 °C for research of UkrSRHMI [6]. Regional increase in annual temperature is 0.8°C, and we estimate annual temperature research territory as an important indicator of the local climate, increased by 1.4°C.

Comparing only the data of the multi-year investigations, it is not possible to conclude on trends of gradually warming climate and changes in the course of a century air temperature. To convincingly demonstrate increasing temperature based on natural climate fluctuations we need to make statistical calculations of local climate change against the background of global warming and thus prove that climatic conditions affect large industrial cities by anthropogenic activities.

Such a comprehensive study of the issues of space-time structure of the distribution of temperature in the period of warming climate on the territory of Ukraine makes it possible to use a common approach to the handling of information in the hydrometeorological climatological purposes. Based on the analysis, it was concluded that the dynamics of the climate study area, both at the regional and the local levels, repeats the characteristics trait of change of the global climate. This benefit permits to effectively use climatological information for working up research projects, improving operational service of the production organization, solving a number of other practical tasks.

**Conclusions.** On the basis of the study, the following conclusions can be made: for the study of space-time structure of temperature distribution during the period of climate warming on the territory of Ukraine it is necessary to use hydrometeorological information both at the global and regional, as well as at local levels; selected array of meteorological data from 1970, which established the beginning of a new period of climatological changes allows sufficient duration of the meteorological array, which informs on climatological findings; methods of mathematical statistics as the basis for atmospheric processes allow us to fully characterize the spatial and temporal structure of the distribution of temperature in the period of climate warming. This integrated approach allows to conduct a unified analysis and synthesis in space and time of all available information on the qualitative state of atmospheric air.

The analysis of the distribution in air temperature changes during the climate warming in Ukraine has showed that the average annual temperature from 1970 to 2014 in Lugansk was 8.1°C, in Kharkiv 7.4°C, and in Lviv 6.7°C. If we compare the temperature variation in the air for 40 years with these long-term studies, we arrive at the conclusion that the climate in Ukraine is gradually warming, but in the Eastern regions of the country it is more intense.

Based on the analysis, it was concluded that the dynamics of the climate study area, both at the regional and the local level, repeats the characteristics of global climate change. This will permit to more effectively use the climatological information for working on research projects, improving operational maintenance of the manufacturing companies, solving a number of other practical tasks.

#### References

1. Бабиченко, В.Н. Температура воздуха на Украине [Текст] / В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 399 с.
2. Бучинский, И.Е. Климат прошлого и будущего [Текст] / И.Е. Бучинский. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 147 с.
3. Дубинский, Г.П. Климат Харьковской области [Текст] / Г.П. Дубинский, Я.А. Смалько, А.И. Лотошникова // *Материалы Харьковского отдела Географического общества Украины*, 1971. – Вып. 8. – С. 31-54.
4. Клімат України [Текст] / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
5. Климат Харькова [Текст] / Под ред. В.И. Бабиченко. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 385 с.
6. 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 // *Вестник Харьк. ун-та, Геология-география-экология*, 2003. – № 610. – С.143-150.
7. Кобченко, Ю.Ф. Обработка гидрометеорологической экспериментальной информации методом системы кривых Пирсона [Текст] / Ю.Ф. Кобченко, В.А. Резуненко // *Материалы конференции «Каразинские природоведческие студии»*. – Харьков, ХНУ, 2004. – С. 287-290.
8. Климат Украины [Текст] / Под ред. Л.И. Сакали. – Л.: Гидрометеоздат, 1957. – 415 с.
9. Клімат України [Текст] / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
10. Климат Харькова [Текст] / Под ред. В.И. Бабиченко. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 385 с.
11. Кліматологічні стандартні норми (1961-1990). – Київ, Гідрометеорологічний центр Мінекоресурсів України, 2005. – 832 с.
12. Климатологический справочник СССР [Текст] / Вып 10. – Л.: Гидрометеоздат, 1950. – 713 с.
13. Монин, А.С. «Новое о климате» [Текст] / А.С. Монин, А.А. Берестов // *Вестник РАН* №2, 2012, том 75.
14. Справочник по климату СССР [Текст] / Вып. 10, ч. II. – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 640 с.
15. Справочник по климату СССР [Текст] / Вып. 10, ч. III. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 696 с.
16. IPCC, 2014: *Climate Change 2014. Mitigating of Climate Change*. – Cambridge, United Kingdom and New York, Cambridge University Press, 2014. – 954 p.
17. James, G. *Stistical learning*. New York, 2014. – *Mathematics*. – 426 p.
18. Moore, D. *Essanitial Stistic*. New York, 2013. – *Mathematics*. – 495 p.

## ENVIRONMENT AS A FACTOR OF THE SPATIAL ORGANIZATIONS OF THE BIG CITY (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KHARKIV)

*К.А. Немець, А.В. Мазурова. ПРИРОДНІ УМОВИ, ЯК ФАКТОР ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЕЛИКОГО МІСТА (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХАРКІВА). У статті охарактеризований рельєф території міста Харків та його вплив на формування міського середовища. Зокрема розглянуто орографічні та геоморфологічні особливості території міста, розповсюдженість ерозійних форм рельєфу, характер долин річок Харків, Лопань, Уди та Немышля. Визначені особливості гідрографічної мережі міста та їх використання у господарстві. Охарактеризовані кліматичні умови міста Харків, зокрема наведені особливості річного температурного та вітрового режиму. Розглянутий вплив зони високого тиску Воейкова-Броунова на формування клімату міста. Наведені особливості ґрунтового покриву, а саме розподіл типових та деградованих ґрунтів за територією міста. Охарактеризовані особливості розповсюдження флори та фауни на території міста Харків. Визначений вплив окремих природних факторів на формування просторової організації міста.*

*Ключові слова:* природні умови, місто Харків, рельєф, річки, клімат, ґрунтовий покрив, флора, фауна.

*К. А. Немец, А. В. Мазурова. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ, КАК ФАКТОР ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БОЛЬШОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ХАРЬКОВА). В статье охарактеризован рельеф территории города Харькова и его влияние на формирование городской среды. В частности рассмотрены орографические и геоморфологические особенности территории города, распространенность эрозионных форм рельефа, характер долин рек Харьков, Лопань, Уды и Немышля. Определены особенности гидрографической сети города и их использования в хозяйстве. Охарактеризованы климатические условия города Харькова, в частности приведены особенности годового температурного и ветрового режима. Рассмотрено влияние зоны высокого давления Воейкова-Броунова на формирование климата города. Приведены особенности почвенного покрова, а именно распределение типичных и деградированных почв по территории города. Охарактеризованы особенности распространения флоры и фауны на территории города Харькова. Определено влияние отдельных природных факторов на формирование пространственной организации города.*

*Ключевые слова:* природные условия, город Харьков, рельеф, реки, климат, почвенный покров, флора, фауна.

**Introduction.** Formation of the big urban spatial organization is a difficult process which depends on many factors, among which are environment, population, settlement, production specialization, economic activity and many others. However, environment is a primary factor. Exactly by virtue of a favorable environment the effective city spatial systems are formed.

For Kharkiv, as the second by population city of Ukraine, formation of optimum city structure is an urgent need because in many respects it defines the city's efficiency of functioning. The social and geographical analysis of an environment gives the chance to optimize the spatial city organization, to define phenomenal features of urban infrastructure formation taking into account requirements and expectations of people.

**Literature overview.** The attention of many scientists is focused on the research of various aspects of urban processes. Some of the national and foreign authors have considerable scientific achievements in the urban spatial organization. They are A. Druzhynin, G. Lappo, K. Mezensev, E. Percyk, B. Rodoman and others. Characteristics of natural Kharkiv environment are represented in the works of Ju. Gamulja, L. Gorelova, K. Zvjaginceva, G. Strizhel'chik, Yu. Shubyn, and others. However, features of environmental conditions impact on the city spatial organization formation of Kharkov in terms of social geography is insufficiently investigated.

**The purpose of this article** is to analyse social and geographical environment of Kharkiv territory for definition of their influence on formation of the spatial city organization.

**Main content of research.** Kharkiv is one of the largest industrial, scientific and cultural Ukrainian centers, the core city of the Kharkiv agglomeration, the second millionaire city after Kyiv in Ukraine. For today, the extent of the city territory from West to East is 25 km, from North to South – more than 20 km; the total area of the city is 350 km<sup>2</sup>. City borders gradually continue to extend, the spatial city organization becomes more difficult every year. For April 1, 2015 the population of the city made 1451522 people [6], the population density was the 4157 persons per km<sup>2</sup> on April 1, 2015.

The territory of Kharkiv is located in the northeast of Ukraine within the East European Plain on the southern border of the Forest-steppe. On tectonic division the city territory carry to a northern onboard zone of the Dniepr-Donetsk avlakogen. In the orographical light, the biggest part of the territory of the city, respectively, is in the limits of southeastern part of the Dniepr-Donetsk Basin. The surface of urban area is defined as the wavy plain, slightly inclined in the southern direction (fig. 1). The most part of the Kharkiv region is located within Dnieper Lowland, northern part – on a Spur of Central Russian Upland, eastern part – on a spur of the Donetsk Upland.

In the territory of the city of Kharkiv fourteen geomorphological levels are allocated: water separate plateaus, in the Uda River valley (and partially in valleys of its tributaries) twelve terraces and floodplains [5].

The city is located in rather deep erosive hollow formed by the activity of the Uda, Lopan, Kharkiv and Nemyshlya rivers (fig. 1). The hollow shape has an amphitheater appearance formed by terraces of the rivers widely open to the south and the southeast, towards falling of the Uda River, and with exits to the north on valleys of the rivers Lopan and Kharkiv. The rivers divide the city into three main parts with different character of a relief.

Low sites with marks of 90-110 m make 46% of the city territory, average marks of 110-160 m – 49% and high with marks of 160-205 m – 5% of all urban area [7].

The highest point within Kharkiv is in the northern part of the city, namely near the Zhukovsk neighborhood (Kyiv district), is 205,5 m above the sea level, the lowest point is in the south of the city around Dikanevka (Chervonozavodsk district), is 94 m above the sea level. Generally, the minimum marks are observed in valleys of the Lopan and Kharkiv rivers, on the northern and northeast suburb, in confluence near the downtown.

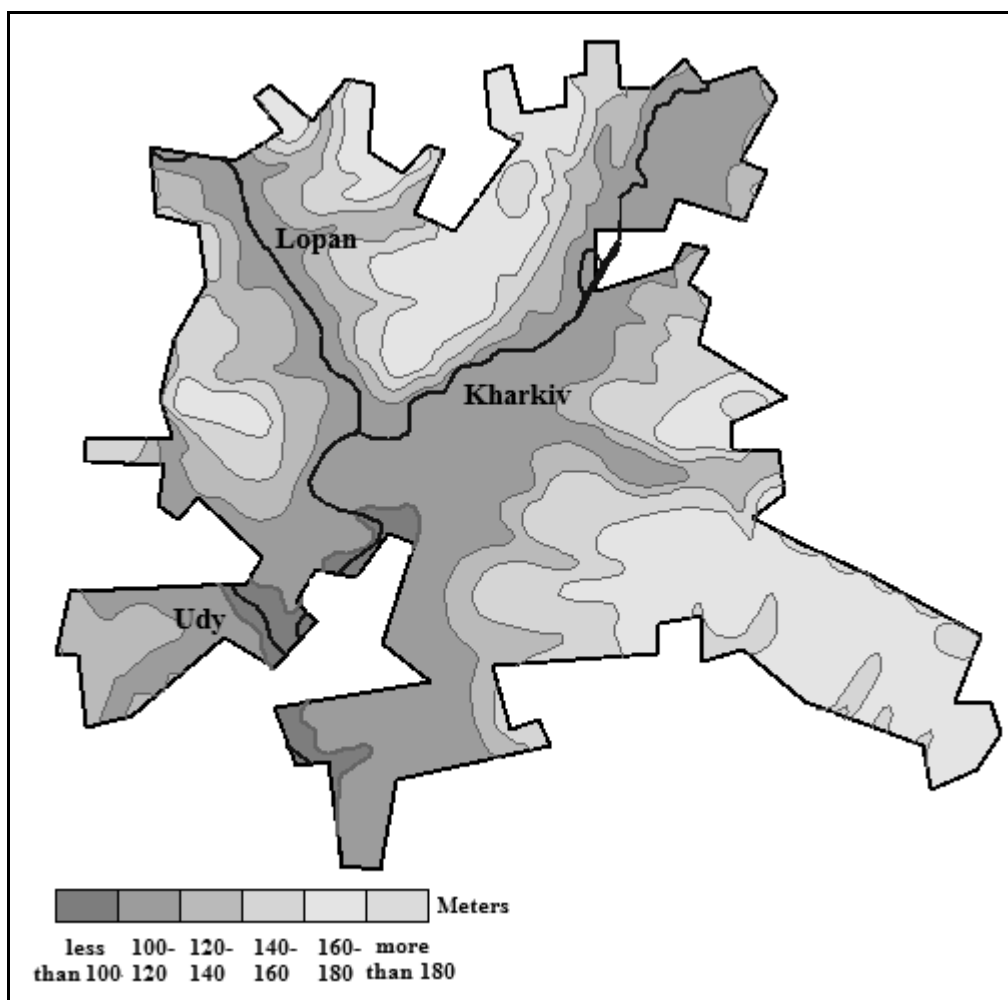


Fig. 1. The relief and hydrographic Kharkiv network (built by authors)

The central city part formed on the terraced interstream between the Lopan and the Kharkiv with maximum surface marks (160-165 m) are dated for its northeast part near Vesnin and Novgorod str. The second elevated city center area is in the western part, in the right Lopan bank, where the Holodna and Lysa mountain slopes tagging reach maximum values and then gradually decrease toward the river valleys at the city center.

Characteristic forms of a city relief are also gullies and ravines. The sizes of gullies depend on

their age. Younger gullies are about 2-3 km long, and olden reach 10 km. The depth of gullies fluctuates from several meters to tens of meters. By form they are linearly extended outlines. There are also arched gullies (mainly on the right slopes of the river valleys). Unbranched and treelike ravines prevail in the region. Short, deep and strongly branched ravines are widespread on high and steep right slopes of the river valleys. Depth of ravines reaches 20 m. Total length of gullies network in the city boundaries reaches 194 km, that averages



0,6 km/km<sup>2</sup> of an urban area. The area occupied with gullies and ravines is 13,9 km<sup>2</sup> that is about 3% [7]. Now the small size of the gullies network has no considerable impact on formation of the spatial city organization. However, the gradual growth of gullies and ravines quantity demands monitoring and an artificial revegetation of certain territories.

Flat urban relief and an unbranched gullies network are favorable factors for creation of the optimized city space system. Rather equal surface allows construction of any architectural designs without probability of further destruction of an adverse environment. Lack of considerable height differences of a territorial surface gives the chance evenly to arrange objects of city infrastructure.

The Uda, Lopan, Kharkiv, Nemyshlya rivers, belonging to the Don basin, small reservoir storages and ponds represent the hydrographic network of Kharkiv. The rivers of Kharkiv are typically flat. They have wide valleys with well-developed flood plains, quite often boggy with cutoff lakes. For all valleys existence of 3-4 terraces and well expressed asymmetry is characteristic at the cliff right and glaciis of the left slope. By nature of flood the Kharkiv rivers belong to the type of snow flood rivers which makes 70-80% of an annual runoff. The significant role in flood of the Kharkiv rivers is played by underground waters and rain [1]. Underground waters in the Kharkiv territory are dated for the main water layer relating to the province of hydrocarbonate-chloride and chloride-sulfate waters of the Donetsk artesian basin and lie in Mesozoic deposits.

Existence of four rivers within the city has a great influence on its spatial structure. Kharkiv city as a large settlement was formed on the basis of the rivers. Rivers play a significant role in economic activity of the Kharkiv city of the modern period. They are used for drinking, agricultural water supply, fishing, recreation and ground irrigation.

Now on the basis on the Lopan and Kharkiv interstream area in the downtown, a city recreation area for inhabitants and city visitors is being created. The successful combination of natural beauty of the river system and urban architecture creates an attractive recreational zone.

The analysis of the current condition of the rivers of Kharkiv and assessment of their economic use have shown that at low-water content and big unevenness of a river flow intensive water use will lead to exhaustion and considerable deterioration of water resources. The comprehensive analysis of interrelations of all landscape and geographical system components in general taking into account their properties, formation regularities and changes

under the influence of natural and anthropogenous factors is necessary for rational use of water resources within the big city. Further, if appropriate measures are not taken, the intensive use can lead to their exhaustion and excessive pollution.

The climate in Kharkiv is moderately continental and changeable. During the winter period frosts often alternate with thaw. Average annual temperature is +7,5 °C. The coldest month in the city is January with an average monthly temperature about -7 °C, however, sometimes temperature falls to -15 - -30 °C. The winter begins in the middle of November and is rather long, but not severe, with frequent thaw, sometimes so intensive that the ground surface is completely exempted from snow cover. The spring comes in March. The beginning of summer can last till the middle of May. Summer is moderately warm or hot, the warmest month is July with an average temperature of about +21 °C. In June and July the greatest number of rainfall drops out. Upon transition of average daily air temperatures through +15 °C that occurs in the first half of October, the summer ends and the fall begins.

The district of Kharkiv and the Kharkiv area in general belong to a zone of insufficient humidification. The average annual rainfall amount for Kharkiv is 522 mm. Long shortage of rainfall at air temperature increase during the warm year period causes droughts and dry winds (spring, summer, autumn). Dry winds are observed in April-September, with maximum in August. This phenomenon arises at air temperature increase of more than +25 °C, decrease of relative humidity to 30% and the wind speed of more than 5 m/s.

A climatic Kharkiv feature is that a high pressure zone of Voyeykov-Brounov crosses its territory serving an important wind separator and increasing repeatability of winds of the southern, southeast and east directions, promoting formation of a powerful steady anti-cyclone. In the summer influence of a high pressure zone is almost imperceptible, however accurately expressed in the winter. This area is the boundary distribution of moist air masses and precipitation in Ukraine. The displayed climatic feature also has a significant impact on the spatial city organization, including stable weather and the lack of strong winds that allows you to build high-rise structures, reduces the likelihood of natural disasters.

The soil of the city is characterized by a wide range of soil types and corresponds to features of a forest-steppe zone. Considerable territories are occupied by the real gray and light -gray podsolich soils and degraded chernozems in the central and northwest city part. These soils are widespread in the basic under the woods, along rivers coast and

interstream of the Uda, Lopan and Kharkiv Rivers. Under the pine woods (the left coast of river valleys) turfy-podsolic and turfy-sandy soils were created. Typical chernozems stretched in wide strips which are divided by massifs of the podsolic soils, in the Kharkiv and Uda interstream mainly in the east part of the city. However, long intensive anthropogenous influence and considerable scales of transformation of soil caused emergence of inadequate to the natural analogs soils.

In general, urban flora largely reflects the regional flora, so most species peculiar to the region is also city characteristic [3]. Zoning types of vegetation are upland oak on the high right banks of rivers and watersheds, meadow and forb-fescue-grass steppes mainly used as farmland. In zonal vegetation types, widespread steppe pine and pine-oak forests, meadows in river valleys, higher aquatic vegetation and flora of open sand are found. At the same time, the urban area is a place where the natural vegetation affects human activities. Through a combination of natural conditions and natural vegetation, on the one hand, and the influence of anthropogenic factors on the other, historically constituted today flora and vegetation of the city are represented as the remnants of natural vegetation (indigenous flora) [2].

Mixed type of forest-steppe fauna is typical for Kharkiv territory. But in the city because of human impact fauna is altered.

Conclusions. Due to the rapid area growth and the changing nature of its use (the emergence of

new districts and dwelling areas, new parks and gardens, etc.) there is a constant redistribution of natural resources with a significant degree of influence of the spatial city development. Relief, river system, climatic conditions, soils, flora and fauna of the area have significant impact on the features of the urban environment formation.

The flat city relief in Kharkiv and straight gullies and ravines are favorable factors for creating of urban space optimized system. Relatively smooth surface allows construction of any architectural designs without probability of further destruction due to adverse natural conditions.

A large number of rivers in the city has a great influence on the formation of its spatial organization. Rivers play a significant role in the economic activity of Kharkiv, particularly used for drinking, agricultural water supply, fishing, recreation and irrigation.

The zone of high pressure of Voyeykov-Brounov crossing the city forms stable weather and the absence of strong winds, which allows high-rise construction of buildings and reduces the likelihood of natural disasters. Soils territory is favorable for farming in the city and suburbs. Forest-steppe flora and fauna are changing through human impact.

Natural Kharkiv city conditions are favorable for creation of complex spatial organization of the big city.

#### **References**

1. *Абрамович, И.А. Утилизация сточных вод (на примере г. Харькова) [Текст] / И.А. Абрамович – Х.: РИП «Оригинал», 1998. – 272 с.*
2. *Гамуля, Ю.Г. Особенности зонирования местообитаний природной и антропогенной растительности г. Харькова [Текст] / Ю.Г. Гамуля, К.А. Звягинцева // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Сер.: Біологія. – 2010. – № 905, вип. II. – С. 43–54*
3. *Горелова Л.Н. Растительный покров Харьковщины [Текст] / Л.Н. Горелова, А.А. Алехин. – Харьков: Изд. центр ХНУ, 2002. – 231 с.*
4. *Комплексний атлас України [Текст] / Під ред. Л.М. Векліч. – Київ: ДНВП «Картографія», 2005. – 96 с.*
5. *Стрижельчик, Г.Г. Оползни Харьковской области [Текст] / Г.Г. Стрижельчик, О.А. Крамаренко, Ю.П. Соколов, И.К. Решетов, И.А. Гольдфельд, А.В. Дроздов. – Х., 2001. – 300 с.*
6. *Чисельність населення (щомісячна інформація) [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/chyselnist-naselennia-shchomisiachna-informatsiia> – 22.06.2015 р. – Загол. з екрану.*
7. *Шубин, Ю.В. Техногенное преобразование рельефа г. Харькова и его геоэкологическое значение [Текст] / Ю.В. Шубин // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Сер.: Геологія. Географія. Екологія. – Харків: Вид-во ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – 2007. – № 769 – С. 48-52.*

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАВОДКОВ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА НА РЕКАХ ГОРНОГО КРЫМА

*В статье проанализированы условия формирования паводков теплового периода на реках Горного Крыма. Для иллюстрации водного режима рек исследуемой территории построены гидрографы стока с хорошо выраженными паводками теплового периода. Их анализ позволил определить, что паводки теплового периода года на реках наблюдаются не одновременно: на реках западной части северного склона Крымских гор, максимальные расходы теплового периода наблюдаются чаще всего в апреле-июле; на реках южного берега Крыма – с апреля по август, а на реках восточной части северного склона – весной.*

*Проведенное исследование позволило определить, что существенное влияние на величину стока в период прохождения катастрофических паводков оказывают такие факторы, как карст, площадь и залесенность водосборов.*

**Ключевые слова:** водный режим, дождевые паводки, максимальный сток.

**В.А. Овчарук, О.М. Прокоф'єв, О.И. Тодорова. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПАВОДКІВ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ НА РІЧКАХ ГОРНОГО КРИМУ.** У статті проаналізовано умови формування паводків теплового періоду на річках Гірського Криму. Для ілюстрації водного режиму річок досліджуваної території побудовані гідрографи стоку з добре вираженими паводками теплового періоду. Їх аналіз дозволив визначити, що паводки теплового періоду року на річках спостерігаються не одночасно: на річках західної частини північного схилу Кримських гір, максимальні витрати теплового періоду спостерігаються найчастіше в квітні-липні; на річках південного берега Криму – з квітня по серпень, а на річках східної частини північного схилу – навесні.

*Проведене дослідження дозволило визначити, що істотний вплив на величину стоку в період проходження катастрофічних паводків мають такі фактори, як карст, площа та залісненість водозборів.*

**Ключові слова:** водний режим, дощові паводки, максимальний стік.

**Введение.** Реки Горного Крыма имеют ряд характерных особенностей – их длины, площади водосборных бассейнов, а также объемы стока невелики. Так, например, длины практически всех рек Крыма (92,1 %) менее 10 км, однако общая их протяженность достигает 5996 км.

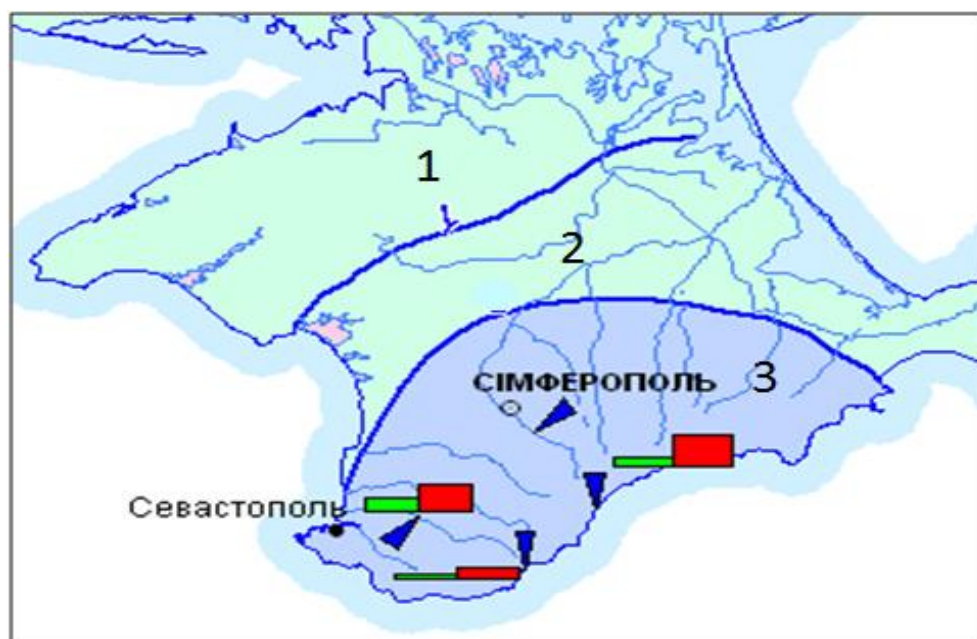
Водный режим рек Горного Крыма, в связи с его сравнительно небольшой высотой, характеризуется в целом довольно однообразными гидрологическими условиями. На него в первую очередь оказывает влияние наличие трещиноватых известняков, регулирующих поверхностный и подземный сток. Кроме того, одной из особенностей рек Крыма является резкая деформация их русел. Существенное влияние на водный режим рек рассматриваемой территории также оказывает антропогенный фактор – естественный режим большинства рек искажается регулирующим влиянием искусственных водоемов, а также забором воды на орошение. В связи с этим отмечаются различия в водном режиме для разных водотоков и даже по длине одной и той же реки.

Максимальные расходы рек района формируются в летне-осенний период в результате прохождения ливней. За многолетний период максимальные расходы воды для большинства рек наблюдаются в теплый период и, для некоторых из них, могут превышать зимне-весенние максимумы в 2-4 раза (реки Бельбек, Демерджи, Зуя и др.). Для рек территории характерно уменьшение максимальных расходов воды при

выходе из гор и предгорий к устью, что объясняется, помимо естественной трансформации паводков на бесприточных участках, потерями воды в карст, забором на орошение и заполнение прудов и водохранилищ. Наибольшие годовые суммы осадков имеют место на вершинах Главной гряды Крымских гор – яйлах; однако наличие закарстованных известняков обуславливает отсутствие продолжительного поверхностного стока. Область максимального стока располагается в зоне, где благоприятные для формирования речного стока гидрометеорологические условия усиливаются наибольшим выходом грунтовых (карстовых) вод [1].

Самый многоводный месяц – март, а мало-водный – сентябрь. Паводки на крымских реках могут быть как в зимне-весенний, так и в летне-осенний периоды. Зимой паводки проходят в результате снеготаяния, сопровождающегося, как правило, выпадением дождей, а летом в результате прохождения интенсивных ливней. Расходы воды на Крымских реках во время паводков резко возрастают. Абсолютные максимумы формируются в теплый период года при выпадении обильных дождей и могут в 200-400 раз превышать среднегодовые расходы воды (рис. 1).

На основе анализа важнейших фаз водного режима, согласно классификации Б.Д.Зайкова [1], реки Крыма относятся к рекам с паводковым режимом крымского подтипа. В годовом ходе выделяются два периода: паводковый зимне-весенний или холодный и межливневый летне-



Условные обозначения:  
 1 – от 1 до 4; 2 – от 4 до 6; 3 – от 6 до 10

Рис. 1. Подъемы уровней воды во время паводков (м) [2]

осенний или теплый.

Согласно классификации П.С.Кузина [3], на рассматриваемой территории выделяются реки двух основных гидрологических зон:

- 1) горно-лесной зоны умеренного климата;
- 2) горно-лесной зоны теплого климата.

Реки горно-лесной зоны умеренного климата с весенним половодьем и паводками в остальную часть года свойственны западным и северным склонам горной части Крыма. Они текут как на запад, впадая в Черное море, так и на восток, в направлении к Азовскому морю.

Реки горно-лесной зоны теплого климата с паводковым режимом в течение всего года в основном характерны для Южного берега Крыма. Это очень малые водотоки, которые получают воду преимущественно во время дождей.

**Материалы исследования.** На рассматриваемой территории расположено 56 гидрологических постов с площадями водосборов от 0,32 км<sup>2</sup> (б. Скалистая – с. Междуречье) до 3540 км<sup>2</sup> (р. Салгир – с. Двуречье). Средние высоты водосборов колеблются в диапазоне от 340 м (р.Отуз – пгт.Щебетовка) до 980 м (р. Ку-

чук-Узеньбаш – с. Многоречье, р. Биюк-Узеньбаш – с. Счастливое). Период наблюдений на постах изменяется от 8 (р. Альма – пгт. Почтовое) до 82 лет (р. Су-Индол – с. Тополевка).

Анализируя диапазон площадей водосборов рек, на которых ведутся наблюдения, можно отметить, что практически все они относятся к категории малых рек – 55 из 56 или 98,2% (табл. 1).

Продолжительность рядов наблюдений за стоком паводков теплого периода на исследуемой территории колеблется, как уже отмечалось, от 8 до 82 лет. При этом большинство постов (60,7%) имеют ряды наблюдений продолжительностью от 21 до 50 лет, 16 постов (28,57%) – более 50 лет; на 4 постах (7,14%) гидрологические ряды составляют от 11-20 лет (табл. 2). Ряды длиной менее 10 лет есть только на 2 постах, что составляет 3,57% от общего количества.

**Целью данной работы** является анализ условий формирования паводков теплого периода на реках Горного Крыма.

**Материалы исследования.** Для иллюстрации водного режима рек исследуемой терри-

Таблица 1

Сведения о распределении площадей водосборов по величине для рек Горного Крыма

| Площадь, км <sup>2</sup> | <100  | 101-500 | 501-2000 | 2001-5000 |
|--------------------------|-------|---------|----------|-----------|
| n                        | 37    | 14      | 4        | 1         |
| %                        | 66,07 | 25      | 7,14     | 1,79      |

Сведения о распределении продолжительности наблюдений за максимальным стоком теплого периода для рек Горного Крыма

| Период наблюдений | <10  | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 | >50   |
|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| n, лет            | 2    | 4     | 15    | 13    | 6     | 16    |
| %                 | 3,57 | 7,14  | 26,79 | 23,21 | 10,7  | 28,57 |

тории построены гидрографы стока с хорошо выраженными паводками теплого периода (на примере рек Салгир, Дерекойка, Черная).

Так, на реке Салгир, которая протекает по северо-восточному склону Крымских гор, водный режим характеризуется паводками в течение всего года (рис. 2). Он обусловлен летними и зимними паводками в результате выпадения дождей летом и таянием снега весной. По П.С. Кузину [3] река относится к горно-лесной зоне умеренного климата.

Реки Дерекойка и Черная характеризуются выраженными паводками и низкой меженью (рис. 3, 4). Паводки обусловлены выпадением дождей летом.

Река Дерекойка принадлежит к горно-лесной зоне теплого климата, где паводковый режим характерен для всего года. В отличие от Дерекойки, река Черная относится к горно-лесной зоне умеренного климата.

Анализируя гидрографы рек различных регионов Крыма, можно отметить, что паводки теплого периода года на реках наблюдаются не

одновременно. Так, на реках западной части северного склона Крымских гор, максимальные расходы теплого периода наблюдаются чаще всего в апреле-июле. На реках южного берега Крыма – с апреля по август, а на реках восточной части северного склона – весной. В бассейне Салгира высокие уровни проходят обычно весной или в конце февраля.

**Паводкоформирующие осадки.** Согласно [4] паводочный процесс – это сложное гидрологическое явление, которое пока что изучено недостаточно. В Крыму 80-85% годовой суммы осадков выпадает в виде дождя. На долю твердых осадков приходится менее 10%, а смешанных – 5-8%. Число дней с дождями колеблется от 80-130 в степных районах, до 150-170 – в горах. Летом в Крыму наблюдается не более 5-10 дней с дождями за месяц. На горных Крымских реках ливни вызывают паводки, которые сопровождаются сносом размываемых горных пород. По сути, при сильных ливнях стекает не

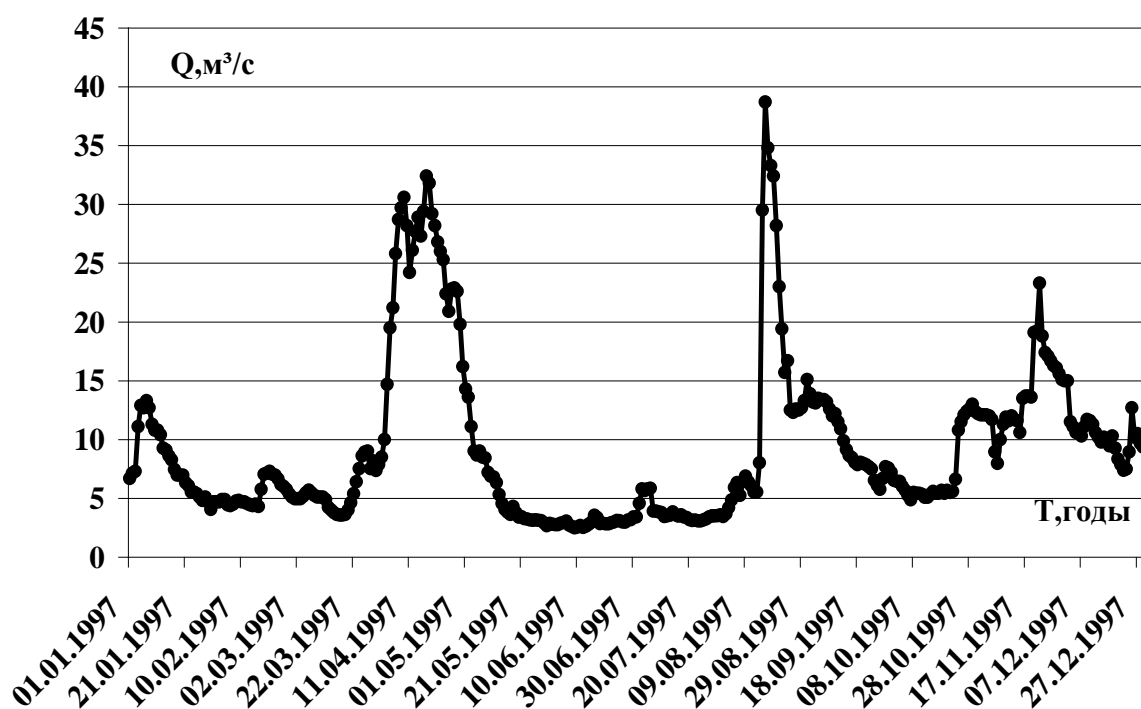


Рис. 2. Гидрограф стока р. Салгир – с. Двуречье, 1997 г.

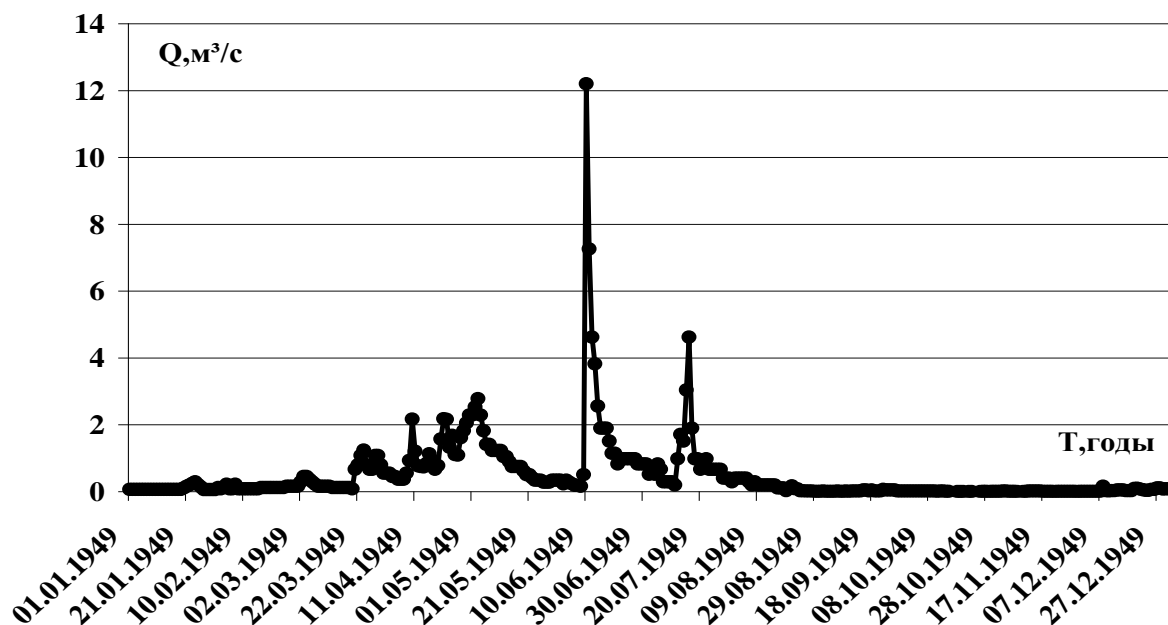


Рис. 3. Гидрограф стока р. Деркойка – г. Ялта, 1949 г.

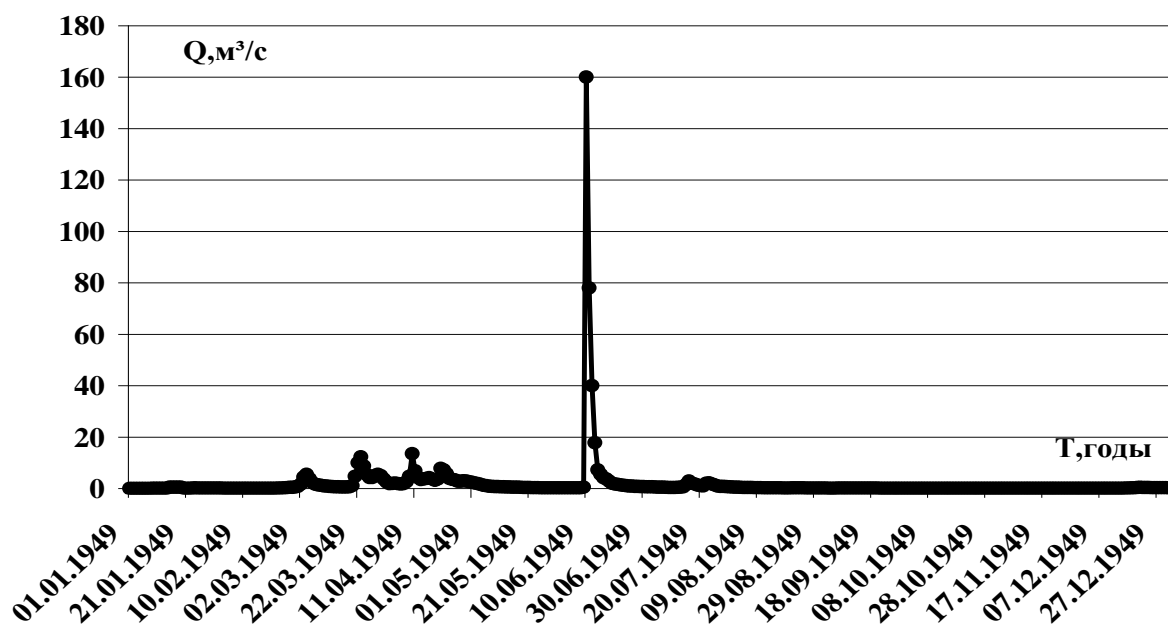


Рис. 4. Гидрограф стока р. Черная – у горы Кизил-Кая, 1949 г.

вода, а смесь ее с землей и камнями. Такие потоки разрушают мосты, размывают дороги, смывают плодородный слой почвы. Ливни одновременно никогда не охватывают весь Крым. Обычно они выпадают в каком-либо одном районе. Чаще всего сильные дожди и ливни наблюдаются в пределах одних суток и только зимой возможны в течение нескольких дней подряд [5].

Обобщение сведений о распределении максимальных осадков теплого периода приводится на рис. 5. Анализируя полученную диаграмму, можно отметить, что наиболее часто наблюдается максимальное количество осадков в пределах 71-90 мм (27,3%), также характерными для формирования паводков теплого периода являются осадки в пределах 31-70 мм (в сумме частота их появления составляет 40,9%).

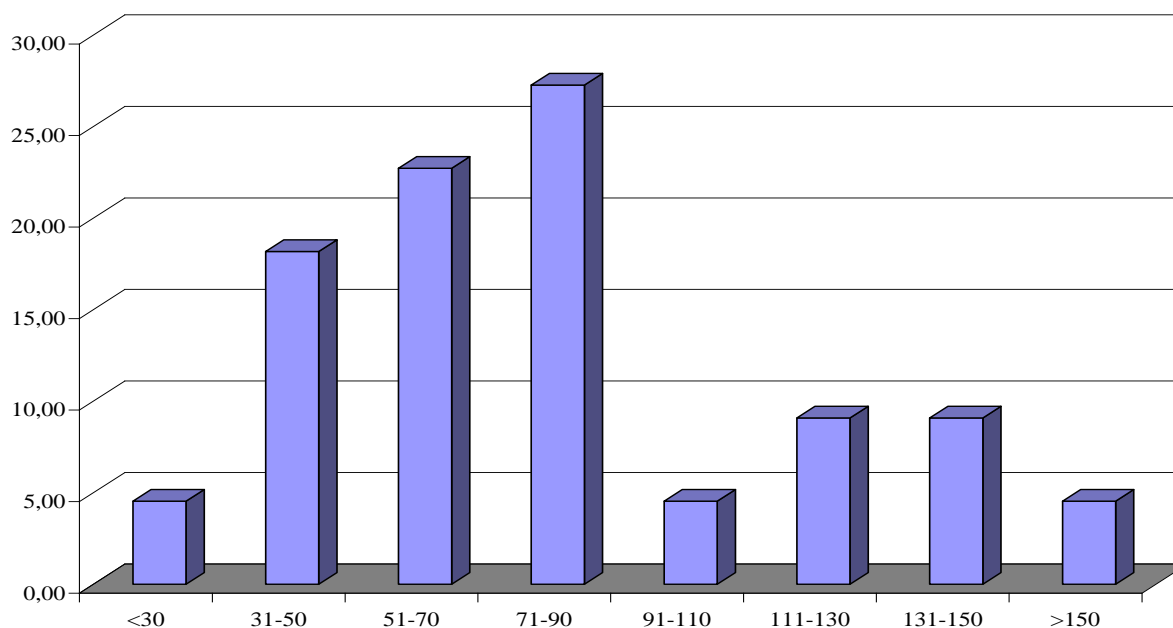


Рис. 5. Распределение стокоформирующих осадков теплого периода: ось абсцисс – слой осадков, мм; ось ординат – процент от общего количества.

Характеристики некоторых наибольших паводков теплого периода года приводятся в табл. 3. Анализируя их, можно отметить, что паводки наблюдаются чаще всего с апреля по август, реже – осенью. Величины коэффициентов стока изменяются в широких пределах от 0,08 до 0,64. На реках (р. Альма–с. Почтовое, р. Дерекойка – г. Ялта, р. Черная – с. Чернореченское) величины коэффициентов стока вдвое превышают значения этого параметра для других рек, что по мнению авторов может быть связано с наличием карста. Минимальные значения коэффициентов стока соответствуют области питания карста, а максимальные – области разгрузки.

С целью анализа влияния зональных и интразональных факторов на паводкоформирующие осадки и характеристики паводков теплого периода года построены зависимости, представленные на рис. 6-9.

Как видно из рис. 6, паводкоформирующие осадки имеют тенденцию к увеличению с высотой водосбора, но коэффициент этой зависимости не значимый. Тем не менее, уже при построении зависимости слоев стока паводков ( $Y_m$ ) от ( $H_{cp}$ ) прослеживается более четкое увеличение этой характеристики с высотой со значимым коэффициентом корреляции ( $r = 0,35$ ), несмотря на наличие влияние карста, которое приводит к нарушению закономерности.

Интерес представляет выявление закономерностей в распределении максимальных мо-

дулей стока выдающихся паводков. Как показано на рис. 8, в целом подтверждается известный факт редукции  $q_m$  с увеличением площади водосборов со значимым коэффициентом корреляции ( $r = 0,37$ ). С другой стороны, как хорошо иллюстрирует рис.9, наблюдается довольно четкое ( $r = 0,52$ ) уменьшение максимальных модулей паводков теплого периода с ростом залесенности водосборов, что может служить подтверждением регуливающей роли лесов в период прохождения паводков.

#### Выводы и рекомендации:

- Территория Горного Крыма характеризуется паводками различного происхождения, приносящими материальный и моральный ущерб экономике и населению.

- В гидрологическом отношении реки Горного Крыма изучены довольно хорошо, что дает необходимый материал для построения расчетных методик для неизученных рек региона.

- В теплый период года катастрофические паводки на реках исследуемой территории вызываются интенсивными дождями небольшой продолжительности с величиной выпавших осадков 30 мм и более.

- Основными факторами, которые оказывают влияние на стоковые характеристики дождевых паводков, являются карст, высота, площадь и величина залесенности водосборов.



Характеристики наибольших паводков в теплый период года [1]

| Река-пункт                         | Q макс<br>м³/с | Дата          | Слой<br>стока,<br>мм | Средневзвешенные по водосбору<br>паводкообразующие осадки, мм | Коэффициент<br>стока |
|------------------------------------|----------------|---------------|----------------------|---|----------------------|
| р.Салгир-г.Симферополь             | 118            | 12.07.1933    | 36                   | 91,3  | 0,39                 |
| р.Бельбек-<br>пгт.Куйбышево        | 218            | 21.06.1941    | 33                   | 69,6  | 0,47                 |
| р.Кача-<br>с.Суворово(комсом.)     | 153            | 02.09.1928    | 3,9                  | 38,3  | 0,1                  |
| р.Су-Индол-с.Тополевка             | 20             | 12.07.1931    | 30                   | 65,5  | 0,46                 |
| р.Альма-<br>с.Красноармейское      | 114            | 11,12.07.1933 | 20                   | 140   | 0,14                 |
| р.Альма-с.Почтовое                 | 57,6           | 23.04.1938    | 36                   | 56  | 0,64                 |
| р.Кача-с.Баштановка                | 92             | 15.07.1936    | 2,3                  | 26,8  | 0,09                 |
| р.Улу-Узень-г.Алушта               | 32,2           | 15.07.1936    | 3,7                  | 32,6  | 0,11                 |
| р.Бельбек-с.Фруктовое              | 129            | 21.06.1941    | 34                   | 69,3  | 0,49                 |
| р.Черная-у горы Кизил-<br>Кая      | 160            | 10.06.1949    | 123                  | 153   | 0,8                  |
| р.Альма-<br>Крымгосзаповедник      | 21,3           | 21.07.1939    | 61                   | 147   | 0,41                 |
| р.Учан-Су-г.Ялта                   | 38,1           | 10.06.1939    | 5,2                  | 70,1  | 0,07                 |
| р.Таракташ-г.Судак                 | 21,1           | 27.08.1946    | 6,2                  | 73,2  | 0,08                 |
| руч.Кизилташский-<br>пгт.Щебетовка | 14,1           | 21.08.1939    | 5,7                  | 74,6  | 0,08                 |
| р.Черная-<br>с.Чернореченское      | 105            | 10.06.1949    | 68                   | 117   | 0,58                 |
| р.Дерекойка- г.Ялта                | 22,8           | 10.06.1949    | 73                   | 120   | 0,61                 |
| р.Кучук-Карасу-<br>с.Богатое       | 23,4           | 01.06.1961    | 15                   | 77,7  | 0,19                 |
| р.Альма - с.Карагач                | 69,7           | 08.06.1956    | 16                   | 32,5  | 0,49                 |
| р.Салгир-с.Сорокино                | 29,7           | 27.06.1956    | 30                   | 83,6  | 0,36                 |
| р.Бурульча-с.Межгорье              | 10,8           | 27.06.1956    | 20                   | 76,8  | 0,26                 |
| р.Демерджи-г.Алушта                | 42,2           | 22.09.1962    | 9,6                  | 43  | 0,22                 |
| р.Куру-Узень-<br>с.Солнечногорское | 4,78           | 22.09.1962    | 17                   | 57,4  | 0,3                  |

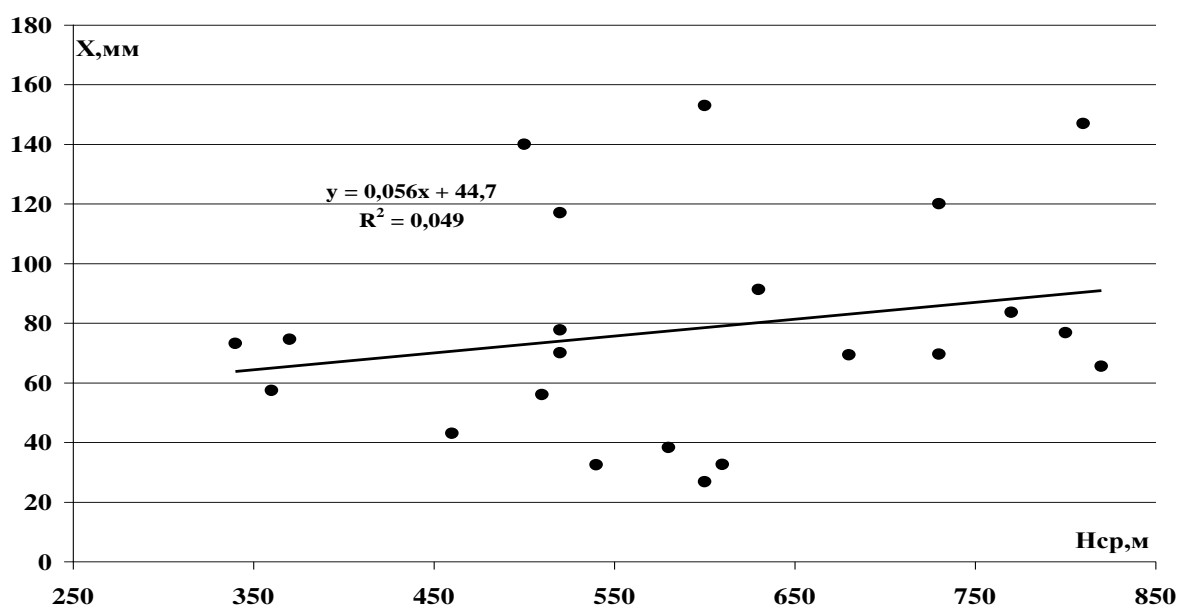


Рис. 6. Изменение паводкообразующих осадков от средней высоты водосборов рек Горного Крыма

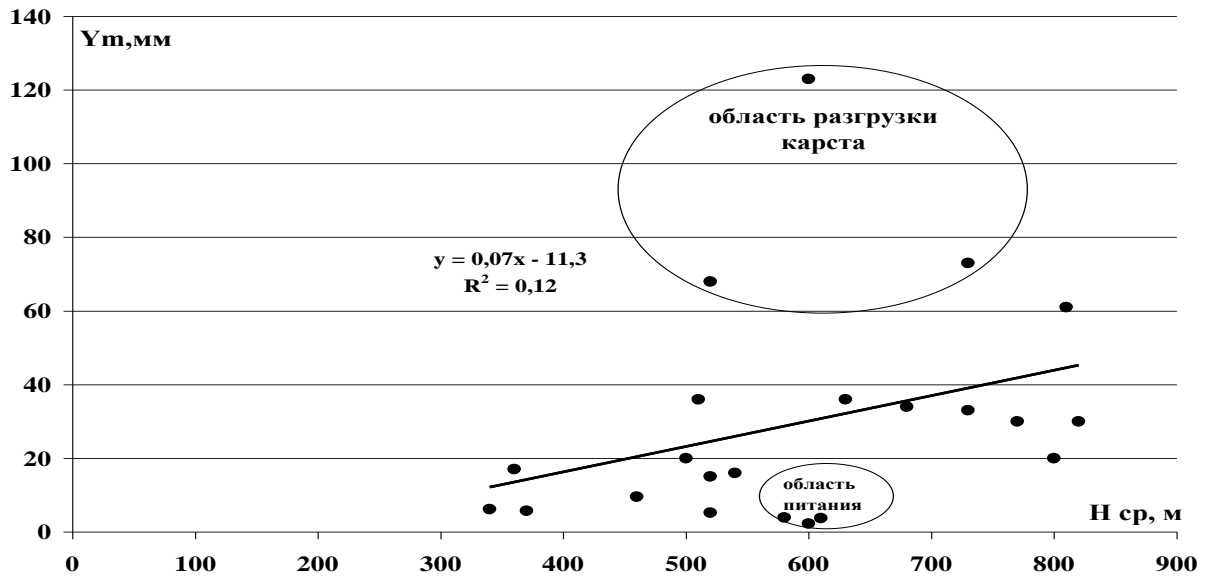


Рис. 7. Зависимость слоев стока паводков теплого периода от средней высоты водосборов рек Горного Крыма

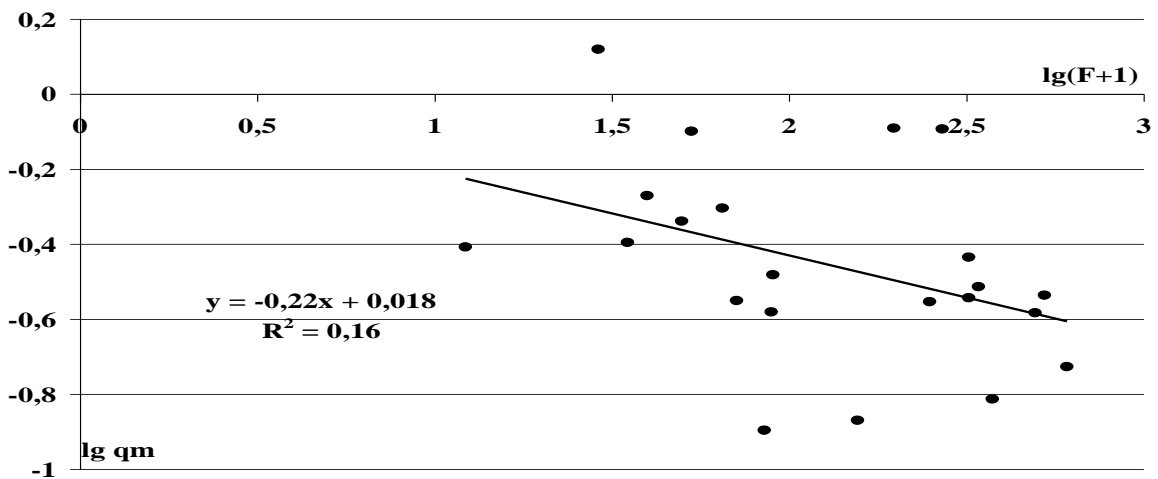


Рис. 8. Зависимость максимальных модулей паводков теплого периода от площади водосборов рек Горного Крыма

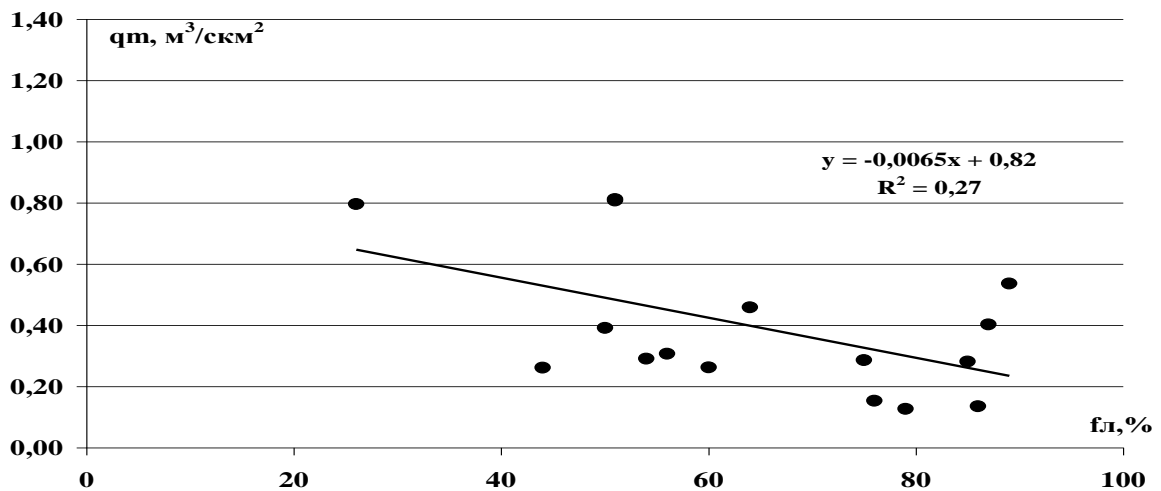


Рис. 9. Зависимость максимальных модулей паводков теплого периода от залесенности водосборов рек Горного Крыма

Задачей дальнейших исследований является обоснование методики расчета максималь-

ного стока для неизученных рек Горного Крыма.

#### Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР [Текст] / Крым. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – Т. 6, вып. 4. – 848 с.
2. Атлас України. Інститут географії Національної академії наук України, 1999-2000 [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://igna.org.ua/>
3. Кузин, П. С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР [Текст] / П. С. Кузин. – Л. : Гидрометеиздат, 1960. – 455 с.
4. Гопченко, С. Д. Гідрологічні розрахунки: підручник [Текст] / С. Д. Гопченко, Н. С. Лобода, В. А. Овчарук. – Одеса : ТЕС, 2014. – 484 с.
5. Олиферов, А. Н. Реки и озера Крыма [Текст] / А. Н. Олиферов, З. В. Тимченко. – Симферополь : Доля, 2005. – 216 с.

UDC 911.3

I.G. Chervanyov, Doctor of Sciences (Technics), Full Professor,  
O.O. Karasiov, Master (Geography),  
V.N. Karazin Kharkiv National University,

### THE INTANGIBLE NATURAL RESOURCES (INR) IN THE ASPECTS OF NATURAL CAPITAL OF NEW GEOGRAPHY: SOME PERSPECTIVES FOR UKRAINE

**І.Г. Черваньов, О.О. Карасьов. НЕМАТЕРІАЛЬНІ ПРИРОДНІ РЕСУРСИ В АСПЕКТІ НАТУРАЛЬНОГО КАПІТАЛУ «НОВОЇ» ГЕОГРАФІЇ: ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ.** Стаття містить аналіз сучасних методологічних основ географії, присвячених кількісному вимірюванню нематеріального природно-ресурсного потенціалу. Автори пропонують новий підхід до оцінки нематеріальних природних ресурсів на основі існуючого зарубіжного досвіду оцінки культурних екосистемних послуг. Через концептуальний взаємозв'язок соціальних часу і простору, обґрунтовується сприйняття особистістю об'єктивних нематеріальних властивостей ландшафту крізь оцінювання нею самою суб'єктивної якості часу їх споживання. Це надає змогу кількісного оцінювання об'єктивних якостей ландшафту для особистості як оцінки нематеріальних природних ресурсів через допомогу оцінки суб'єктивної якості часу. Ця гіпотеза знайшла своє вираження в ідеї гео-соціального рекомендаційного сервісу. Останній не є самоціллю, а лише інструментом вивчення культурної значущості природи.

**Ключові слова:** нематеріальне природокористування, неогеографія, партисипативне картографування.

**И.Г. Черванёв, А.О. Карасёв. НЕМАТЕРИАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ (НПР) В АСПЕКТЕ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА «НОВОЙ» ГЕОГРАФИИ: НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ УКРАИНЫ.** Статья содержит анализ современных методологических основ географии, посвященных количественному измерению нематеріального природно-ресурсного потенциала. Авторы предлагают новый подход к оценке нематеріальных природных ресурсов на основе существующего зарубежного опыта оценки культурных экосистемных услуг. Через концептуальную взаимосвязь социальных времени и пространства, обосновывается восприятие индивидуумом объективных нематеріальных свойств ландшафта через оценивание ним самим субъективного качества времени их потребления. Это дает возможность количественной оценки объективных качеств ландшафта индивидуумом как оценки нематеріальных природных ресурсов с помощью оценки субъективного качества времени. Эта гипотеза нашла свое выражение в идее геосоциального рекомендательного сервиса. Последний не является самоцелью, а лишь инструментом изучения культурной значимости природы.

**Ключевые слова:** нематеріальное природопользование, неогеография, партисипативное картографирование.

**Background.** Over the past decades, geography has shown a tendency to ecologization, humanization, economization and informatization. These areas are dissimilar but they have an organic unity. Moreover, within these geography's trends there is an opportunity to talk about the cultural importance of nature as a resource. Resource-based approach allows to speak about the economic importance of the nature's properties, which are free public goods. Such properties are now externalities on the economy. Therefore, attempts to inventory and assess of such resources take place. Thereby, intangible natural resources are studied today as cultural ecosystem functions and services, as well as intangible natural (including geological and geomorphological) and cultural heritage.

One of the provisions of the Lund scientific school of T. Hägerstrand is the requirement to consider the space and time in the study of human geography in indissoluble connection. This school is focused on the study of everyday ordinary activities. The activities of the individual are studied in three-dimensional space and time. Similar positions exist in Russian sociology (A. G. Dugin, A. V. Pozdnyakov), as well as in the Ukrainian environmental geography (M. V. Bagrov, V. O. Bokov, I. G. Chervanyov, 2001- 2012) [3].

Intangible nature management is the use of natural resources, which does not cause exclusion and transformation of substances and energy and at the same time is profitable as an ecological rent in certain areas of economic activity, social life and personal satisfaction of human needs [12]. To the

greatest extent, it concerns the resort and recreation industry, which is becoming more and more significant in the economy of many countries.

The natural capital concept is a fundamental rational basis for the study of these resources. Natural capital consists of three components groups: sub-soil assets (geological resources), abiotic flows (linked to geophysical cycles) and ecosystem capital (linked to ecological systems and processes) [2-4,7].

**Summary of the literature.** Cultural ecosystem services draw the increasing attention of scientists. In particular, a review of publications explicitly dealing with cultural ecosystem services has 107 references only as of the year 2013 [13]. Some experts developed a comprehensive classification, approaches and sets of indicators to the assessment and mapping of the cultural ecosystem services [2,7,8].

The authors initiated a study of intangible natural resources and methods of their assessment in their publications [4,12]. We can state that there is an increased attention to non-material aspects of environmental protection and nature management for the needs of economy.

Available techniques involve sociological questionnaire apparatus [5,7,8]. It is representative of the number of visitors to each environmental space and the type of activities in its territory. It means primarily recreational potential of the ecological space. As a result, we see a concentration of recreants that allows its mapping and drawing conclusions about the cultural and ecological potential. It is obvious that this approach provides too narrow opportunities for mapping and assessment of the whole variety of cultural ecosystem services. In addition, this process is rather tedious, lengthy and expensive.

**Aim.** The presentation and analysis of the existing methodology based on quantitative evaluation of the intangible natural resource potential, as well as offering a new way of such evaluation using the subjective component of the complex subject-object approach and geoinformation technologies.

**Results.** Background demonstrated the need to study an integral direction of the research– the non-material (intangible) nature management. Quantitative assessment of intangible natural resources value for society and the economy, if it is resolved in the proposed subject-object basis, will be a step in the development of human geography.

Human imagination is always spatial. Geographic images, myths and archetypes of the collective and the individual unconsciousness are expressions of geographical space as a form of overcoming time and transferring it into a timeless ge-

ographical image. The passage of time for a person without imagination is an empty movement to death. Tourism and desire of new experiences have their origin in it.

The utmost importance of space for imagination is expressed in the idea of presentation of most of the symbols in the form of two-dimensional images. The vast majority of paintings are made through the flat model of the image. Active imagination completes perspective on its own. Map as a two-dimensional image also displays the structure of the imagination. Thus, the map that reflects the social time of individual can assess the social value of space. On this principle, we propose the concept of sociospatial advisory service.

The idea is to assess cultural ecosystem services and other intangible services that express the quality of the space through the quality of time that people spend in the perception of the landscape. Methodology with indicators of the reports [5, 7, 8] will be useful for the evaluation, but it will have qualitatively a new level of vision landscape intangible properties.

According to these components, incomplete classification of intangible natural resources can be viewed as follows (their general model is shown in Fig. 1):

1) geological, geomorphological, natural heritage that provides knowledge, values, and other cultural products:

1.1) abiotic intangible natural heritage: cognition of meteorological and hydrological phenomena;

1.2) biotic intangible natural heritage (ethology, sociobiology and evolution (arguably analogous to the creative process that produces an object of cultural heritage), landscapes, soundscapes, toponymy, animism, opinions about wildlife in human societies, human food security and health, the conservation movement, taxidermy, bird watching) [6];

2) other valuable landscapes, seascapes, ecosystems;

3) cultural ecosystem services:

3.1) physical or experiential use of ecosystems and land-/seascape: recreation, health, information and knowledge;

3.2) intellectual representations of ecosystems and land-/seascape: spiritual & symbolic, art, other [2].

Intangible natural resources generate additional profits – ecological rent. Ecological rent in this sense is existing and perspective opportunities for economic territory development that are determined by high quality and sufficient quantity of natural resources, and which are public goods. Thus, the profit that is obtained because of the in-

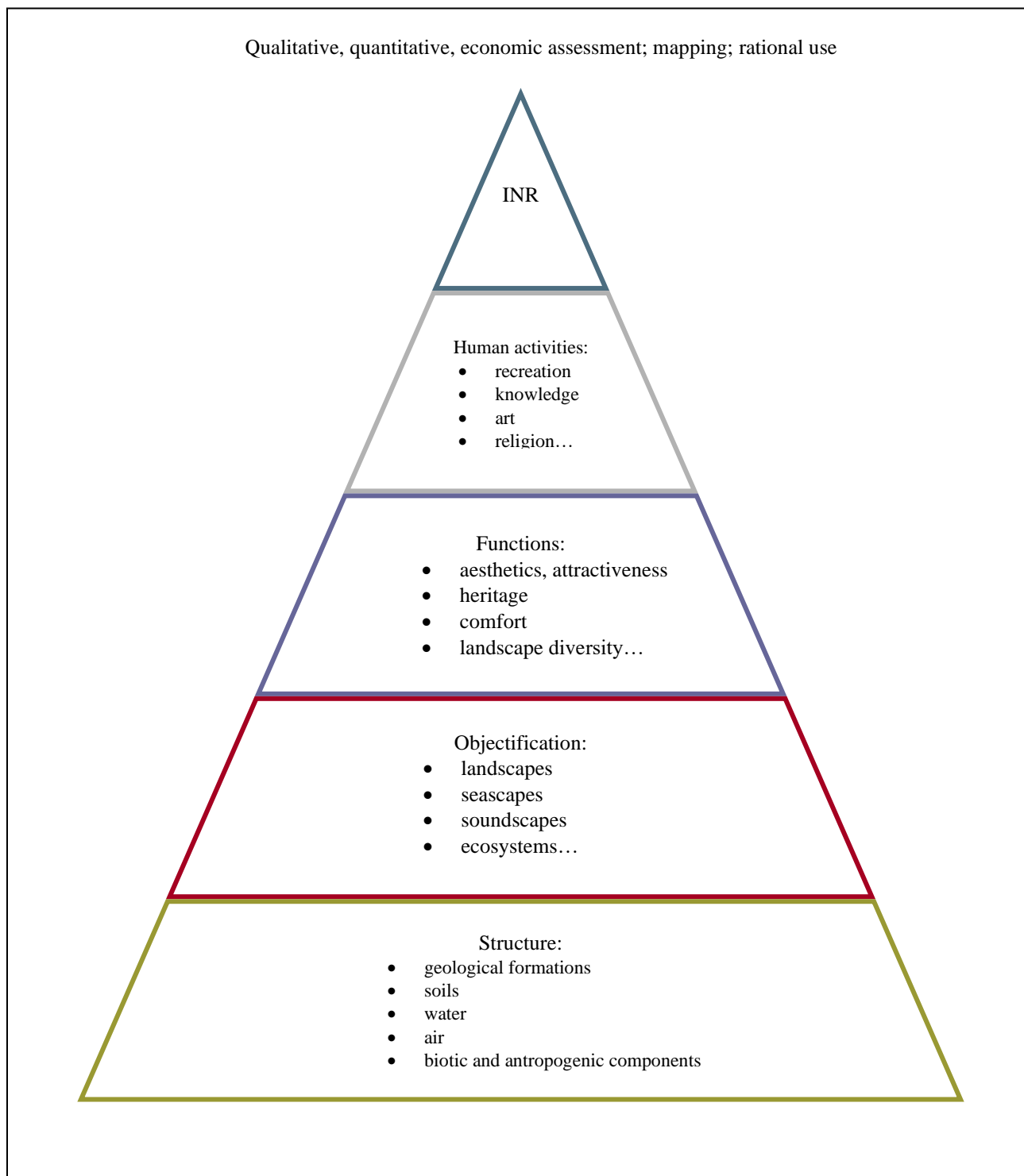


Fig. 1. The analytical model of the structure of Earth's intangible natural resources (INR)

tangible nature management is the monetary equivalent of the cultural ecosystem services value.

Nature of the ecosystem services in the intangible nature management field necessitates a binary subject-object approach. It will be based on the scientific characteristics of the object – a territorial resource that forms the natural resource potential, on the one hand, and the subject – society relations through its representatives (find consumers of eco-

system services). To solve the first problem, we have proved the possibility to use information landscape analysis [9]. Its essence is to assess the value of information entropy by Shannon, a measure of which is the quantity of information by Hartley, Brillouin and others.

While reports operate on the number of visitors / recreants / tourists per unit area of ecosystem and use the classical sociological surveys, the pro-

posed service will make users as a data collection tool. Geosocial component will allow users to mark on the map the natural spaces that they visit, as is the case in Foursquare. The need for self-presentation will stimulate them. In this case, users will be able to assess the quality of time that they spent in natural spaces within the framework of the proposed recreational, tourist, scientific activities' indicators. The service will be able to give recommendations for planning trips, recreation, tourism and other types of intangible interaction with nature.

Intangible natural resources mapping will be performed using creation of geosocial advisory service within the concept of the Internet Web 3.0 [1]. This service will use a participatory new-geographical approach and will become like a "cast" of society. It will allow to study the nature of Ukraine and the entire world through its social significance. It is interesting that on the Internet there are quite a large number of projects dealing primarily with obtaining the views of residents about the quality of urban space. New-geographical mapping allows to use a participatory approach to territorial management.

It would include an interactive web map filled via crowdsourcing<sup>1</sup>, with social network and entertainment features. It would contain a database of individual evaluations of personal time of users with spatial reference to different places. Such as universal assessing criterion, the personal time would allow to evaluate the cultural benefits of ecosystems and non-material (informational) resources of places in general. Furthermore, it would evaluate the benefits of the cultural landscapes and the urban landscapes. In addition, such kind of an assessment in a mapping form would be able to contain the recommendations for the tourists. The map would help to select some places for recreation, as well as it would be a good instrument for the participatory territorial management, the branding and the sustainable development. This environmental map would use the methods of new-

geography and the axiological component of the environmental level of comfort. Consequently, it would make possible to draw the attention to the positive and negative properties of the landscapes. It would point out the environmental problems, such as unpleasant odor, noise or visual pollution.

The proposed service combines a geo-social network (such as Foursquare) and advisory services (such as music Last.fm). A Geo-social network allows the self-presentation, and advisory service – orientation in the cultural environment for user. Thus, union of their opportunities for study of geographical space will allow to obtain very effective sociological material in a large volume. Actually, users will apply the service in order to stand out and find new places to visit according to the recommendations of the users with common interests. This will ensure the interest of the audience to the service. It is important that the service would contain maps of environmental comfort based on the principle of the unity of time and space. It is assumed that the user will evaluate the quality of service time in the places that he visited (places are organized and classified by layers), and will get personalized recommendations about, first of all, places for tourism and recreation. This will create a set of axiological reports on classified landscapes.

**Conclusions and further work.** The service offered in this article can be a modern and effective way for comprehending the importance of nature as a producer of intangible benefits. The World Wide Web makes it possible as fully as possible demonstrate the possibilities of the complex subject-object approach to evaluation of the intangible natural resources and its subjective component. The results need to harmonize with the existing achievements of the Ukrainian and world science. The authors state the presence of extensive opportunities for research in this area. In the coming years, the practical implementation of the proposed service will occur.

#### References

1. Bawab, H. (2014). *Effects of Web 3.0 in the New Digital World*. [online] LinkedIn Pulse. Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/20140324055730-14091619-effects-of-web-3-0-in-the-new-digital-world> [Accessed 6 Feb. 2015].
2. Bortnik, L., Grischenko, N., Chervanyov, I. (2013). *The natural capital as object of environmental economy and some factor of sustainable development // "Visnyk of Karazin Kharkiv National University, № 1049. – Geography – Ecology – Ecology, 38. Pp. 220-229.*
3. Bagrov, N., Rudenko, L., Chervanyov, I. (2012). *The "new" Geography of the Information age: the Ukrainian realizes and trends // Geography, Ecology and Environment. Moscow: RAN. Pp. 64-71.*
4. Chervanyov, I., Bokov, V. and Karasiov, O. (2013). *Non-material nature management – the resource of development of the information society and an object of constructive geography. The Human and the Environment. Problems of*

<sup>1</sup> Crowdsourcing – the use of a particular social group for the implementation of socially important objectives by the volunteers, often via Internet resources and other information channels

- Neoecology*, [online] (3-4), pp.78-82. Available at: [http://journals.uran.ua/ludina\\_dov/article/view/20167/17793](http://journals.uran.ua/ludina_dov/article/view/20167/17793) [Accessed 18 Dec. 2014] (in Ukrainian).
5. Church, A., Fish, R., Haines-Young, R., Mourato, S. and Tratalos, J. (2014). *Cultural ecosystem services and indicators*. UK National Ecosystem Assessment Follow-on. [online] UNEP-WCMC, LWEC, UK. Available at: [http://www.nottingham.ac.uk/cem/pdf/Church\\_et\\_al\\_2014\\_NEA\\_CES.pdf](http://www.nottingham.ac.uk/cem/pdf/Church_et_al_2014_NEA_CES.pdf) [Accessed 24 Jan. 2015].
  6. Dorfman, E. (2012). *Intangible Natural Heritage: New Perspectives on Natural Objects*. New York: Routledge. Available at: [https://books.google.com.ua/books?id=Q1fFBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=Q1fFBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) [Accessed 24 Jan. 2015].
  7. European Commission, (2014). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. 2nd Report - Final*. [online] Luxembourg: The Publications Office of the European Union. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf) [Accessed 3 Jan. 2015].
  8. European Commission, (2014). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Discussion paper – Final* [online] Luxembourg: The Publications Office of the European Union. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf) [Accessed 3 Jan. 2015].
  9. Karasov, O. (2014). *Information variety of Ukraine's landscapes: a study using satellite images Landsat-5 TM, in the context of the intangible nature management*. In: 6th Youth School-Conference "Remote sensing of environmental components: production, processing and analysis of data". Moscow: IG RAS, pp.18-21 (in Russian).
  12. Karasyov, O., Chervanyov, I. (2013). *Intangible nature management. Problems of continuous education and cartography*, [online] (18), pp. 70-73. Available at: [http://goik.url.ph/files/compilation\\_18.pdf](http://goik.url.ph/files/compilation_18.pdf) [Accessed 18 Dec. 2014] (in Ukrainian).
  13. Milcu, A. Ioana, J. Hanspach, D. Abson, and J. Fischer (2013). *Cultural ecosystem services: a literature review and prospects for future research*. *Ecology and Society* [online] 18(3):44. Available at: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05790-180344> [Accessed 6 Feb. 2015].



# ЕКОЛОГІЯ

УДК 556.314.

Амджади Азиз, аспірант,  
Ф.В. Чомко, доцент,  
Д.Ю. Носик, зав. лаб.,

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

## ПРИМЕНЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ВОДЫ ГРУНТОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА ХОРРАМАБАДСКОЙ И ШИРАЗСКОЙ МЕЖГОРНЫХ ВПАДИН

Долгосрочный прогноз качества воды грунтового водоносного горизонта в Хоррамабадской и Ширазской межгорных впадинах Западного Ирана является важной частью оценки эксплуатационных запасов подземных вод. Предложено такой прогноз (на 1 год и более) составлять на основе изучения закономерностей колебания качества воды в прошлом, которые в обобщенном виде отражают воздействие на режим вод основных режимообразующих факторов и взаимодействие в системе вода–порода, происходящих при движении подземных вод. В связи с этим представляется целесообразным отыскать в рядах таких колебаний закономерные (гармонические) составляющие, которые можно прогнозировать. Для составления долгосрочного прогноза предложена стохастическая модель гидрохимического процесса. Модель реализована на ПК с применением пакета математических расчетов Mathcad 2000 Professional. Долгосрочный прогноз составлялся с использованием данных изменения качества воды за последние 10 лет.

**Ключевые слова:** Западный Иран, Хоррамабадская и Ширазская межгорные впадины, грунтовой водоносный горизонт, гидрохимический процесс, стохастическая модель, гармонические составляющие, долгосрочный прогноз качества воды.

**Амджади Азиз, Ф.В. Чомко, Д.Ю. Носик. ВИКОРИСТАННЯ СТОХАСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ ЯКОСТІ ВОДИ ГРУНТОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ ХОРРАМАБАДСЬКОЇ І ШИРАЗЬКОЇ МІЖГІРСЬКИХ ЗАПАДИН.** Довгостроковий прогноз якості води грунтового водоносного горизонту в Хоррамабадській і Ширазькій міжгірських западинах Західного Ірану являється важливою частиною оцінки експлуатаційних запасів підземних вод. Запропоновано такий прогноз (на 1 рік і більше) складати на основі вивчення закономірностей коливання якості води в минулому, які в узагальненому вигляді відображають вплив на режим вод основних режимоутворюючих факторів і взаємодію в системі вода–порода, які проходять при русі підземних вод. В зв'язку з цим видається доцільним знайти в рядах таких коливань закономірні (гармонічні) складові, які можливо прогнозувати. Для складання довгострокового прогнозу авторами запропонована стохастична модель гідрохімічного процесу. Модель реалізована на ПК з використанням пакету математичних розрахунків Mathcad 2000 Professional. Довгостроковий прогноз складався із використанням даних зміни якості води за останні 10 років.

**Ключові слова:** Західний Іран, Хоррамабадська і Ширазька міжгірські западини, грунтовой водоносний горизонт, гідрохімічний процес, стохастична модель, гармонічні складові, довгостроковий прогноз якості води.

### Постановка проблемы.

Важным фактором, который влияет на изменение качества подземных вод грунтового водоносного горизонта является интенсивный водоотбор. Грунтовые воды Хоррамабадской и Ширазской межгорных впадин широко используются для водоснабжения населенных пунктов и промышленности, для полива сельскохозяйственных культур и других целей.

Грунтовые воды этих впадин имеют минерализацию до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциево-магниевого и редко сульфатно-хлоридные кальциево-магниевого, удовлетворяют питьевым нормам. Отбор воды приводит к снижению уровней грунтовых вод, вследствие чего образуется гидродинамическая предпосылка для вертикального перетекания (сверху вниз) и поступления загрязненных поверхностных вод из рек и озер Хоррамабадской и Ширазской межгорных впадин. Например, за время эксплуатации грунтового водоносного горизон-

та в Хоррамабадской впадине (скв. Алиабад, Гибуран, Чаркал, источники Сараб сага и Сашме сорхе) и в Ширазской впадине (скв. Бабджи, Гачи, Хабир и Круни, а также источники Бармехан и Пол беренджи) наблюдается постоянное повышение основных показателей химического состава подземных вод. Величина минерализации в воде из этих скважин и источников увеличилась на 259–728 мг/дм<sup>3</sup>, жесткости – на 3,1–4,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>, сульфатов – на 98–479 мг/дм<sup>3</sup>, кальция – на 79–188 мг/дм<sup>3</sup>, железа – на 3,5–5,4 мг/дм<sup>3</sup> и т. д. Увеличение этих показателей связывается из растворением гипса и кальцита водовмещающих пород, а в зоне разгрузки с континентальным засолением и антропогенным загрязнением (общие загрязнение воздуха и поверхностных вод, внесение удобрений и пестицидов, влияние отходов химического производства и отливов из шахт). В грунтовых водах появились и тяжелые металлы.

В настоящее время планируется более широко использовать грунтовые воды Хоррамабадской впадины.

### Анализ публикаций и определение нерешенных проблем.

Геологическое строение и гидрогеологические условия Хоррамабадской Ширазской межгорных впадин изучалось иранскими фирмами: (Сангаб, 2010 г., 1980 г.); (Абкав, 1970 г.); (NKRC, 1995 г., 1997 г.); Махабкодс (1975 г.) и Параб (1993 г., 1997 г.) [2–5]. Этими фирмами были построены геологическая и гидрогеологическая карты, изучен химический состав грунтового водоносного горизонта, определены гидрогеологические параметры водоносного горизонта. Большой вклад в изучение гидрогеологических условий Хоррамабадской впадины внесла кафедра гидрогеологии МГУ.

Результаты этих исследований нашли свое отражение в публикациях таких авторов: Шестаков В. М., Джемз и Виндс, Штеклин Й., Веллз, Кент, Сетудения и Алави [1–4] и Амджади Азиза [9–11].

Но в этих работах нет сведений о каких-либо прогнозах изменения химического состава грунтовых вод.

Для прогноза качества грунтовых вод нами предлагается стохастическая модель гидрохимического процесса

Вопросу применения стохастической модели для прогнозирования изменения химического состава подземных вод посвящены работы М.Г. Серебрянникова, А.Н. Первозванского [6], Решетова И.К., Чомко Д.Ф., Чомко Р.Ф. [7,8].

Литературы по вопросу применения стохастической модели для прогнозирования химического состава подземных вод в Иране нет.

### Цель исследований.

Нами сделана попытка разработать методику долгосрочного прогноза химического состава подземных вод грунтового водоносного горизонта в условиях его эксплуатации.

Долгосрочные (на один год и более) прогнозы качества подземных вод могут быть составлены на основе изучения закономерностей колебания их химического состава прошлым, которые в общем виде отражают воздействие на режим вод основных режимобразующих факторов и взаимодействие в системе вода–порода, происходящих при движении подземных вод. В связи с этим представляется целесообразным отыскать в рядах таких колебаний закономерные составляющие, которые можно прогнозировать.

Для прогноза качества подземных вод предлагается стохастическая модель гидрохимического процесса, которая может быть пред-

ставлена суммой нескольких гармонических составляющих, осложненной случайной компонентой:

$$X_{(t)} = A_0 + \sum_{n=1}^k A_n \cos\left(\frac{2\pi}{T_n} t - \varphi_n\right) + b_{(t)}, \quad (1)$$

где  $X_{(t)}$  – ряд значений характеризующих качество воды (минерализация, химические элементы или вещества) за период наблюдения  $T$  в моменты времени  $t$ ;

$A_0$  – соответствующее среднее значение этого показателя за период  $T$ ;

$k$  – число выделенных периодических составляющих;

$A_n, T_n$  – амплитуда и периоды составляющих;

$\varphi$  – начальные фазы гармоник (угловая величина, характеризующая их значения в начале наблюдений);

$b_{(t)}$  – случайный компонент.

### Основной материал.

Эта модель реализована на ПК с применением пакета математических расчетов Mathcad 2000 Professional. Информация дается в виде дискретных данных гидрохимических наблюдений, например, суточные, среднемесячные или среднегодовые величины минерализации, любого химического элемента или вещества. Для этого ряда вычисляется нормированная корреляционная функция по формуле:

$$R_{(\tau)} = \frac{\sum_{t=0}^{n-\tau} [X_{(t)} - \bar{X}] * [X_{(t+\tau)} - \bar{X}]}{\sqrt{\sum_{t=0}^{n-\tau} [X_{(t)} - \bar{X}]^2 * \sum_{t=0}^{n-\tau} [X_{(t+\tau)} - \bar{X}]^2}}, \quad (2)$$

где  $R_{(\tau)}$  – коэффициент корреляции при сдвиге времени, равном  $\tau$ ;

$$X = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n X_{(t)} - \text{математическое ожидание}$$

исходного ряда;

$n$  – число элементов ряда.

Есть две альтернативные гипотезы:

1. Исследуемый процесс является случайным (содержит только компоненту  $b_{(t)}$ ), т. е. определяется действием разнообразных факторов, не поддающихся в настоящее время аналитическому учету, и подчиняется нормальному закону распределения. Для такого процесса характерна быстро убывающая нормированная корреляционная функция.

2. Исследуемый процесс помимо случайной компоненты содержит одну или несколько периодических составляющих. Нормированная корреляционная функция такого ряда убывает значительно медленнее, чем в первом случае, и

обязательно содержит гармонические компоненты с тем или иным временем корреляции.

В первом случае исходный ряд наблюдений не содержит закономерных составляющих, т. е. определяется случайной компонентой, во втором – в исходном ряду имеются закономерные составляющие, которые можно экстраполировать на будущее.

Выполнение второго условия позволяет преобразовать ряд с целью определения всех  $3k+1$  параметров, входящих в формулу (1). Если предположить, что среднее значение случайной

компоненты  $b_{(t)}=0$ , т.е.  $\bar{b} = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n b_{(t)} = 0$ , ее дис-

персия равна  $\sigma^2 b_t$  и при каждом фиксированном времени  $t$  отклонение  $b_{(t)}$  подчинены одному и тому же нормальному закону распределения, то величина  $A_0$  в формуле (1) нахо-

$$-\frac{1}{2} \frac{\partial E}{\partial c_1} = \sum_{t=0}^n X_{(t)}^* - d_1 \cos \frac{2\pi}{T_1} t; \quad -\frac{1}{2} \frac{\partial E}{\partial c_1} = \sum_{t=0}^n X_{(t)}^* - c_1 \cos \frac{2\pi}{T_1} t, \quad (4)$$

где:  $X^* = X_t - A_0$ .

Приравняв левые части легко определить  $c_1$  и  $d_1$ , а следовательно и  $A_1$  и  $\varphi_1$ . Определив все параметры первой периодической составляющей, ПК формирует по ним периодическую составляющую и вычитает ее из исходного ряда.

Остаток анализируется по описанному алгоритму при фиксированном определенном  $A_0$  члене, что позволяет определить параметры следующей гармонической составляющей. Это повторяется до тех пор, пока из исходного ряда  $X_{(t)}$  не будут исключены все содержащиеся в нем периодические составляющие, о чем свидетельствует определенный вид нормированной корреляционной функции, вычисляемой каждый раз по соответствующему остатку.

При фиксированном значении  $A_0$  возможно построить периодограммы с координатами  $\varepsilon$  и  $T_n$ . На присутствие какой либо периодической составляющей указывает минимум величины  $\varepsilon$  при соответствующем  $T_n$ . При этом, чем меньше величина  $\varepsilon$ , тем больше амплитуда пе-

$$S = \sqrt{\frac{\sum [X_{(t)} - X_t^1]^2}{n}},$$

где  $X_t$  – фактическое значение параметра характеризующего качество воды;

$X_t^1$  – соответствующее расчетное значение этого параметра;

дится из условия существования минимума величины  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = \left[ X_{(t)} - A_{0n} - \sum_{n=1}^k A_n \cos \left( \frac{2\pi}{T_n} t - \varphi_n \right) \right]^2 \quad (3)$$

Если продифференцировать выражение и приравнять его к нулю при найденных параметрах  $A_0$  и  $T_1$  то можно составлять систему линейных уравнений для определения параметров  $A_1$  и  $\varphi_1$ .

Так используя известные тригонометрические соотношения:

$$A_1 \cos \left( \frac{2\pi}{T_1} - \varphi_1 \right) = d_1 \cos \frac{2\pi}{T_1} + c_1 \cos \frac{2\pi}{T_1};$$

$$\text{где: } A_1 = \sqrt{d_1^2 + c_1^2} \text{ и } \operatorname{tg} \varphi = \frac{c_1}{d_1},$$

для подстановки в формулу (3) и дифференцируя по  $c_1$  и  $d_1$  получим:

риодической составляющей. Анализ периодограммы позволяет судить о частотной структуре исследуемого гидрохимического процесса  $X_{(t)}$ , т. е. определить число содержащихся в нем периодических составляющих и оценить их амплитуды.

Каждая выделенная гармоника описывается аналитическим выражением вида:

$$X_{(t)} = A_0 + A_n * \cos \left( \frac{2\pi}{T_n} t - \varphi_n \right), \quad (5)$$

Подставляя в эти выражения соответствующие значения времени  $t$ , можно составить прогноз периодических составляющих. Прогноз случайной компоненты  $b_{(t)}$  весьма затруднителен. Она характеризуется величиной стандартного отклонения  $\sigma_b$ , а соответствующие трехсигмовые пределы с вероятностью 99,9% укажут пределы изменений параметров, характеризующих качество воды.

Эффективность предлагаемой методики определяется величиной отношения  $S/\sigma$ , где  $S$  – стандартная ошибка проверочных прогнозов,  $\sigma$  – стандартная ошибка ряда наблюдений.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [X_{(t)} - \bar{X}]^2}{n}}, \quad (6)$$

$\bar{X}$  – среднеарифметическое ряда наблюдений;

$n$  – число наблюдений.

Методика прогноза вважається задовільною – якщо  $S/\sigma=0,4-0,8$ , хорошою – якщо  $S/\sigma < 0,4$ .

Ця методика опробована за даними зміни мінералізації та жорсткості ґрунтових вод в Хоррамабадському басейні (скав. Аліабад, Гілуран, Чаркал, джерела Сарабсага та Сашме сорхе) та в Ширазському басейні (скав. Бабахаджі, Гачі, Хабір та Круні, а також джерела Бармехан та Пол беренджі). Для прогнозування використовувалися дані гідрохімічного режиму цих скважин та джерел з 2004 по 2014 р. (визначення проводилися 4 рази на рік).

Аналізуючи цей графік (рис. 1) приходимо до висновку, що протягом прогнозного року мінералізація ґрунтових вод в скав. Гілуран буде продовжувати зростати, а потім незначально

знизиться, залишаючись нижче  $1000 \text{ мг/дм}^3$ , значення жорсткості ґрунтових вод буде коливатися, а потім незначально знизиться, залишаючись біля позначки  $14 \text{ мг-екв/дм}^3$ . Величина співвідношення  $S/\sigma$  дорівнює  $0,4$ , що свідчить про те, що прогноз хороший. Приблизно такі ж результати отримані та для скав. Аліабад та Чаркал.

Аналізуючи графік (рис. 2) приходимо до висновку, що протягом прогнозного року значення жорсткості ґрунтових вод скав. Гачі буде коливатися, а потім незначально знизиться, залишаючись біля позначки  $14 \text{ мг-екв/дм}^3$ , а мінералізація ґрунтових вод буде продовжувати зростати, а потім незначально знизиться, залишаючись нижче  $1000 \text{ мг/дм}^3$ . Величина співвідношення  $S/\sigma$  дорівнює  $0,4$ , а це також свідчить про те, що прогноз хороший.

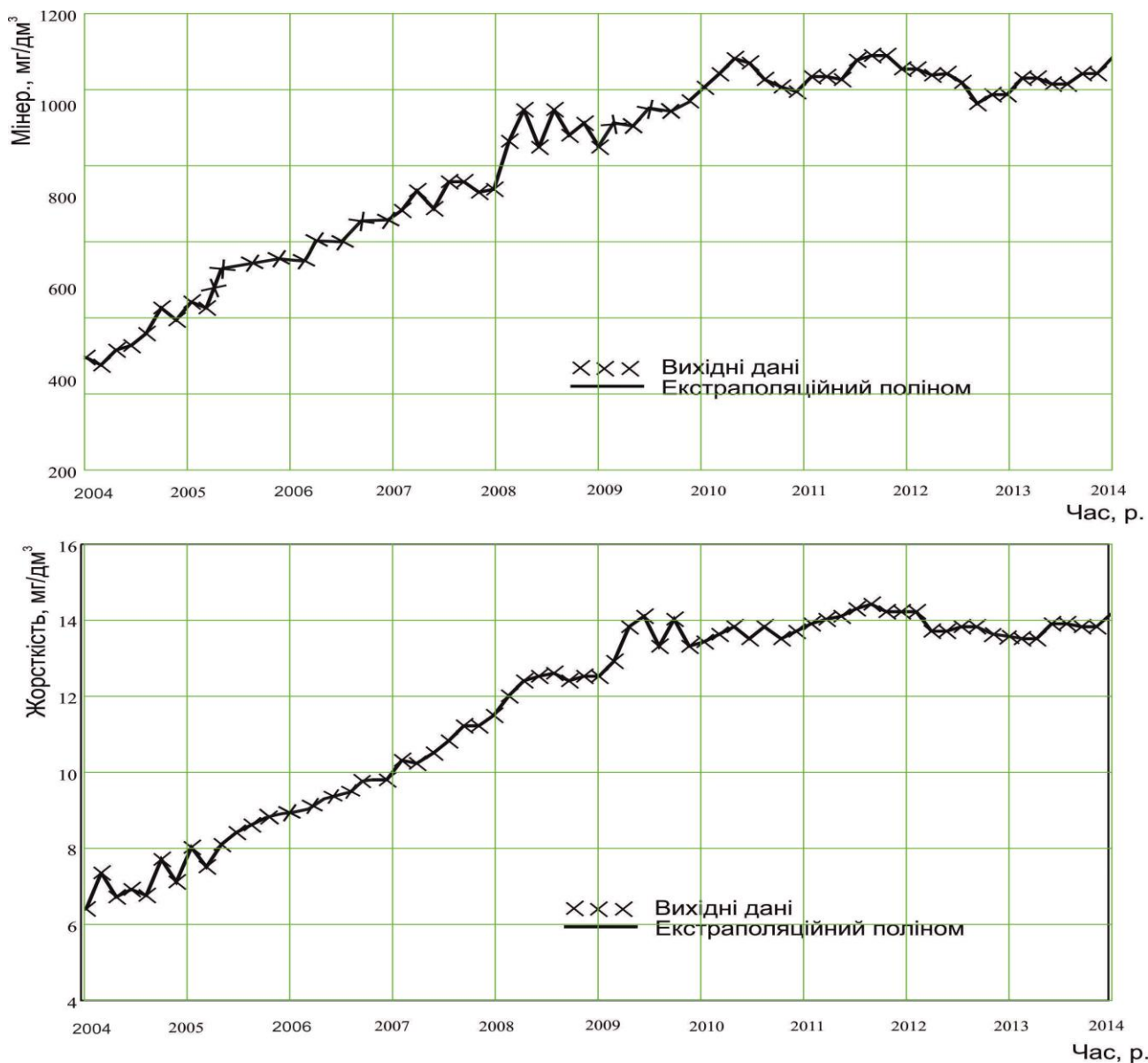


Рис. 1. Прогноз зміни мінералізації та жорсткості ґрунтових вод в Хоррамабадському басейні (скав. Гілуран)

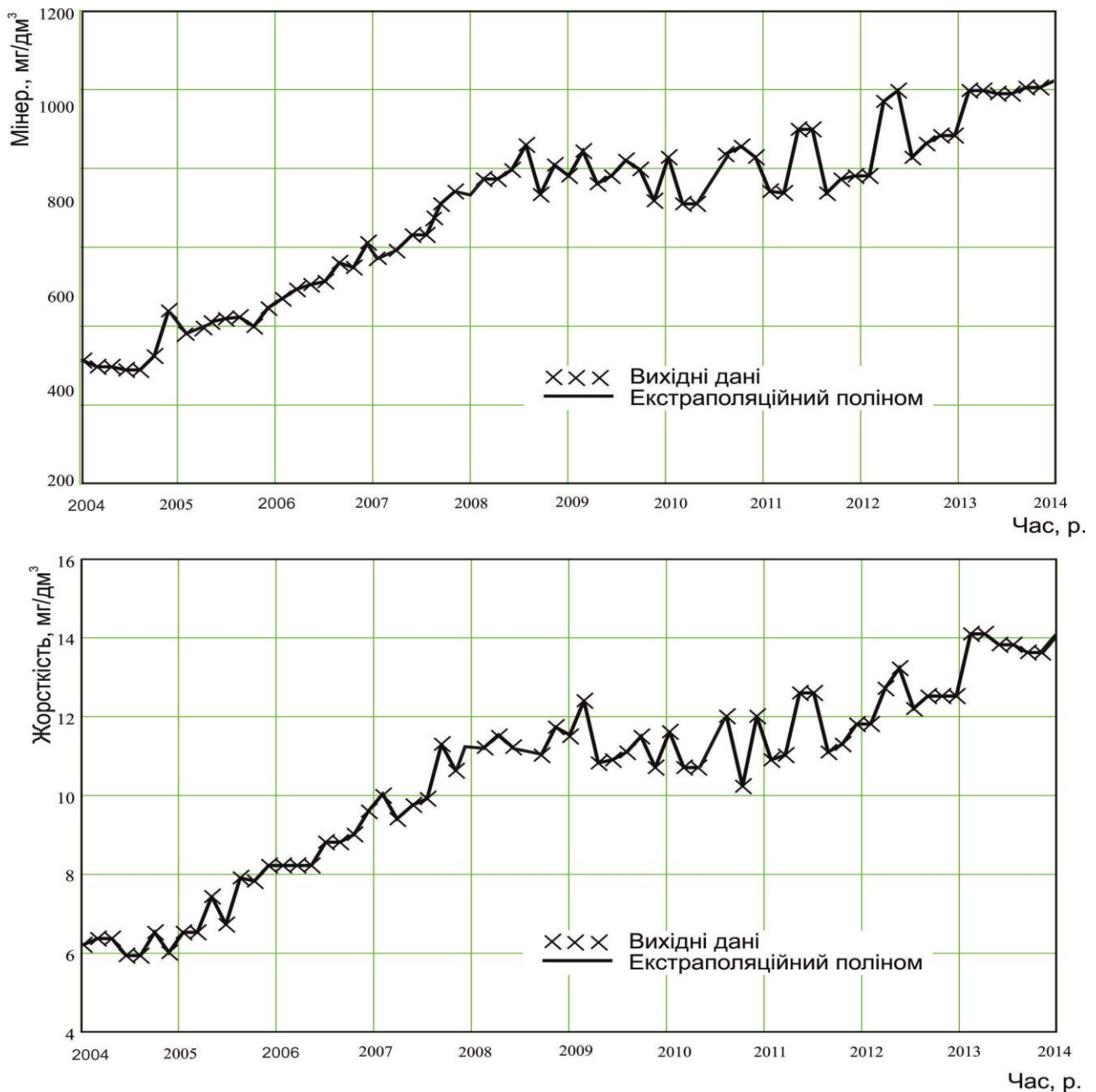


Рис. 2. Прогноз изменения минерализации и жесткости грунтовых вод в Ширазском бассейне (скв. Гачи)

### Основные выводы.

Таким образом, если исходный ряд колебаний минерализации и жесткости воды раскладывается на периодические составляющие полностью или с небольшим по амплитуде остатком, то прогноз изменения качества грунтовых вод не представляет значительных трудностей.

Если же после выделения составляющих остается случайная компонента со значительной амплитудой, то можно составить прогноз об общей направленности процесса (многолетнее снижение или повышение минерализации или жесткости подземных вод).

### Литература

1. Шестаков, В.М. Формирование повышенной жесткости в зоне разгрузки грунтовых вод конусов выноса в Иране [Текст] / В.М. Шестаков, Ю.М. Марин // Вестник МГУ. Сер. 4, Геология, 1996. – №4. – М.: МГУ. – С. 91-95.
2. Штейнклин, Й. Тектоника Азии [Текст] / Й. Штейнклин // Мат-лы Международного Геологического конгресса, 1984. – Т. 5. – М. – С. 53-68.
3. Гидрохимический отчет [Текст] / Фирма Параб. – Кучмешкиан. – М.: 1994.
4. Геологический и гидрогеологический отчеты: Ширазская впадина [Текст] / Фирма Махабкодс, 1996. – №393.

5. Геологические отчеты Ирана [Текст] / Geological survey of Iran, 1980-1987.
6. Серебрянников М.Г. Выявление скрытых периодичностей [Текст] / М.Г. Серебрянников, А.Н. Первозванский. – М.: Наука, 1965.
7. Решетов, И.К. Геолого-гидрогеологическое прогнозирование формирования пресных питьевых вод в малых артезианских бассейнах северо-западного Донбасса в условиях техногенеза [Текст] / И.К. Решетов. Автореферат докт. диссертации. – Х., 1996. – 30 с.
8. Решетов, И.К. Долгосрочный прогноз качества подземных вод мело–мергельного водоносного горизонта в процессе его эксплуатации [Текст] / И.К. Решетов, Д.Ф. Чомко, Р.Ф. Чомко // Вісник Харків. унів-ту імені В.Н. Каразіна, №402. – Х.: Основа, 1998. – С. 68-71.
9. Амджади, Азиз. Сравнительная характеристика химического состава грунтовых вод Ширазской и Хоррамабадской межгорных впадин Ирана [Текст] / Азиз Амджади // Вісник Харк. нац. ун-ту імені В.Н. Каразіна, № 1084. – Х.: ФОП «Петрова», 2013. – С. 22-31.
10. Amjadi Aziz. Case Record of Multivariate Statistical Analysis in the Groundwater (The Zagros Mountains) / Aziz Amjadi, Dmytro Fedorovich Chomko, Rahbar Elham // Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 2014. J. Appl. Environ. Biol., 4(2s) 107-120.
11. Амджади, Азиз. Применение кластерного анализа для выделения участков грунтовых вод со сходным химическим составом в Ширазской и Хоррамабадской межгорных впадинах Ирана [Текст] / Азиз Амджади, Д.Ф. Чомко // Вісник Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка, № 1 (64). – К.: Вид.центр Київ. нац. ун-ту, 2014. – С. 54-61.

УДК 556.388:504.064:665.71

А.Л. Брикс, к.г.-м.н., пров. наук. співр.,  
Р.Б. Гаврилюк, к.геол.н., наук. співр.,  
Інститут геологічних наук Національної академії наук України

## ТРАНСФОРМАЦІЯ СКУПЧЕНЬ ЛЕГКИХ НАФТОПРОДУКТІВ, ЗАБРУДНЮЮЧИХ ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Стаття присвячена вивченню закономірностей формування техногенних скупчень нафтових вуглеводнів у геологічному середовищі. При цьому розглядаються не тільки «лінзи» легкого нафтопродукту, які за своїми розмірами дійсно справляють сильне враження і привертають найбільшу увагу як джерело загрози забруднення довкілля, а також так звані «техногенні родовища». Не менш цікавими в теоретичному і практичному сенсі можуть бути скупчення вуглеводнів в ґрунтах зони аерації і нижче рівня ґрунтових вод. Не слід обмежуватися розглядом лише мобільної НП-рідини. Заслужують на увагу скупчення розчинних, сорбованих, газоподібних вуглеводнів. На основі аналізу результатів власних багаторічних пошуково-розвідувальних досліджень ділянок забруднення на території України і узагальнення відомих публікацій розроблена система поділу скупчень нафтових вуглеводнів на різновиди. Усім нафтопродуктовим осередкам притаманна здатність до трансформації ареалів розповсюдження, форм перебування, зміни якісного складу забруднювача. Прикладом систематизації усіх цих характеристик може слугувати спеціальна таблиця, наведена у статті. Ця розробка може бути використана для планування моніторингових досліджень, проектування відновлювальних заходів і створення інформаційно-експертних систем.

**Ключові слова:** легкі нафтопродукти, нафтові вуглеводні, геологічне середовище, гідрогеологічні умови, трансформація скупчень забруднювача.

А.Л. Брикс, Р.Б. Гаврилюк. ТРАНСФОРМАЦІЯ СКОПЛЕНІЙ ЛЕГКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ. Статья посвящена изучению закономерностей формирования техногенных скоплений нефтяных углеводородов в геологической среде. При этом рассматриваются не только «линзы» легкого нефтепродукта, которые из-за своих размеров, действительно, оказывают сильное впечатление и обращают наибольшее внимание как источник угрозы загрязнения окружающей среды, а также как «техногенные месторождения». Не менее интересными в теоретическом и практическом смысле могут быть скопления углеводородов в грунтах зоны аэрации и ниже уровня грунтовых вод. Не следует ограничиваться рассмотрением лишь мобильной НП-жидкости. Заслуживают внимания скопления растворенных, сорбированных, газообразных углеводородов.

На основе анализа результатов собственных многолетних поисково-разведочных исследований участков загрязнения на территории Украины и обобщения известных публикаций разработана система деления скоплений нефтяных углеводородов на разновидности. Всем нефтепродуктовым скоплениям присуща способность к трансформации ареалов распространения, форм существования, изменению качественного состава загрязнителя. Примером систематизации всех этих характеристик может служить специальная таблица, приведенная в статье. Данная разработка может быть использована для планирования мониторинговых исследований, проектирования восстановительных мероприятий и создания информационно-экспертных систем.

**Ключевые слова:** легкие нефтепродукты, нефтяные углеводороды, геологическая среда, гидрогеологические условия, трансформация скоплений загрязнителя.

**Актуальність досліджень та постановка проблеми.** Розповсюдження в природному до-  
вкіллі, зокрема геологічному середовищі (ГС),  
втрачених з поверхневих об'єктів нафти і наф-  
топродуктів вже кілька десятиріч вважається

проблемою глобального масштабу. Одночасно  
із посиленням прагматичного вектору у  
розв'язанні цієї проблеми відбувається розши-  
рення наукових досліджень [4,6,7]. В наш час  
назріла необхідність узагальнення результатів

натурно-пошукових і науково-теоретичних робок. Такі узагальнення доцільно використовувати для планування моніторингових досліджень, проектування інженерно-саніційних заходів та створення інформаційно-експертних систем.

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

Існуючі скупчення втрачених легких нафтопродуктів (ЛНП) у підземному середовищі відрізняються від осередків інших забруднювачів відмітною різноманітністю. Ця різноманітність обумовлена, в основному, комбінацією проявів трьох обставин\* [1]: 1) відмінностями групового вуглеводневого складу різних ЛНП та фізико-хімічних властивостей вуглеводнів (ВВ), які складають ЛНП [3,6], 2) особливостями літологічного складу осадових відкладів і гідрогеологічних умов, в яких утворюються і трансформуються скупчення ЛНП, і 3) специфічною мінливістю дії техногенних факторів, які «відповідають» за надходження ЛНП в геологічне середовище та їх штучну трансформацію в результаті саніційних заходів.

Під трансформацією скупчень ЛНП або інакше осередків забруднення геологічного середовища легкими нафтопродуктами розуміємо зміну просторового розповсюдження нафтопродуктового забруднювача, а також зміну його фізичного стану і хімічного складу, які відбуваються під дією природних або техногенних факторів. У цій роботі обмежимося лише просторовою трансформацією осередків забруднення легкими нафтопродуктами і пов'язаними з нею процесами зміни фізичного стану ЛНП-забруднювача.

Відомо, що ЛНП, які втрачаються в результаті аварійних розливів або систематичних витоків із сховищ або засобів їх транспортування, потрапляють на поверхню землі і в поверхневі води [3,6]. У подальшому під дією гравітаційних сил рідкі ЛНП проникають в ґрунти зони аерації (ЗА). В процесі низхідного просування частина рідкого ЛНП захоплюється частинками ґрунту під дією капілярно-плівкових сил і утворюють своєрідну зону забруднення, яку ми пропонуємо назвати «низхідним» осередком. Як правило, площа розповсюдження «низхідного» осередку не перевищує площі забруднення поверхні землі. Глибина розповсюдження «низхідного» осередку залежить від співвідношення кількості ЛНП, що надійшов із поверхні землі, і

ємності утримування частинок ЛНП-рідини ґрунтами ЗА.

Якщо ЛНП досягає рівня ґрунтових вод, утворюється шар мобільного ЛНП, тобто лінза ЛНП, яка розпливається на РГВ під дією власних напорів і уклону рівневої поверхні ґрунтових вод. На відміну від «низхідного» осередку осередок «розпливчастий», тобто такий, що розпливається в площині поверхні ґрунтових вод, має більш складну будову, розповсюджується на відносно великі відстані і є більш мінливим в часі.

Можна припустити, що на початковій стадії утворення «розпливчастий» осередок (тобто, шар мобільного ЛНП) має форму, близьку до круглої або овальної в горизонтальному і лінзовидної у вертикальному розрізі (звідси, зрозуміло, походить термін «лінза»). В процесі поширення осередку відбувається його просторова трансформація відповідно до локальних змін фільтраційних та ємнісних характеристик гетерогенного пористого середовища. У загальному випадку найтовстіша частина «розпливчастого» осередку (умовний центр лінзи) має знаходитись під діючим джерелом його живлення. У напрямку від центра до периферії, як правило, спостерігається стоншення шару рухливого ЛНП. Але слід пам'ятати, що доволі часто трапляються відхилення від цього правила.

Отже, у разі припинення надходження ЛНП-рідини, наприклад, через ліквідацію чи реконструкцію об'єкту, який є джерелом того самого надходження, безпосередньо під цим об'єктом товщина лінзи може зменшитися аж до повного зникнення мобільного шару ЛНП. Водночас нижче за потоком ґрунтових вод завдяки припливу з боку верхової частини осередку товщина шару ЛНП зазвичай збільшується. Інколи через гетерогенність фільтруючих порід (баражного ефекту) утворюється локальне стовщення лінзи, яке при недостатній вивченості території може бути помилково сприйняте як вищезгаданий центр лінзи, що начебто вказує на місце знаходження прихованого (такого, що діяв у минулому) джерела забруднення. Так само, відсутність ЛНП-рідини у розвідувальній свердловині, яку зазвичай у першу чергу закладають поряд із потенційним джерелом забруднення, не слід сприймати як доказ відсутності лінзи в межах усієї забрудненої ділянки. Пошук лінзи необхідно продовжити у напрямку її можливого пересування. Складна форма великої лінзи може бути також результатом злиття кількох дрібних лінз, які утворилися в різний час від окремих об'єктів-джерел забруднення, розташованих достатньо близько один від іншого, наприклад, в межах загального промислового

\* Одна з чотирьох вказаних на схемі з [1] обставин, що визначають різновид осередку, а саме «форми знаходження ЛНП» в ГС (до речі, детально описані в [6]) є похідною від інших трьох дійсно визначальних обставин.



господарчого комплексу (військова база, транспортний вузол, нафтопереробний комплекс тощо). Не можна виключати й зворотний процес – розділення однієї великої лінзи під тривалим впливом природних (гідрогеологічних, біохімічних, фізико-хімічних) і штучних факторів на декілька дрібних залишків. Як приклад на рис. 1 показана схема «розпливчастого» осередку досить складної будови.

Навколо лінзи зазвичай утворюється осередок «розчинених ВВ» [3]. Для характеристи-

ки осередку цього виду, певна річ, використовуються значення вмісту ВВ у воді. Якщо вміст розчиненого ЛНП перевищує його номінальну розчинність, це можна сприймати як непряму ознаку наявності плівки або емульсії. У розподілі вмісту розчинених нафтових ВВ є очевидна закономірність. Максимальна концентрація ВВ спостерігається у безпосередній близькості від джерела поверхневого забруднення і «низхідного» осередку, який утворюється під ним. І це цілком зрозуміло, адже найбільш інтенсивне

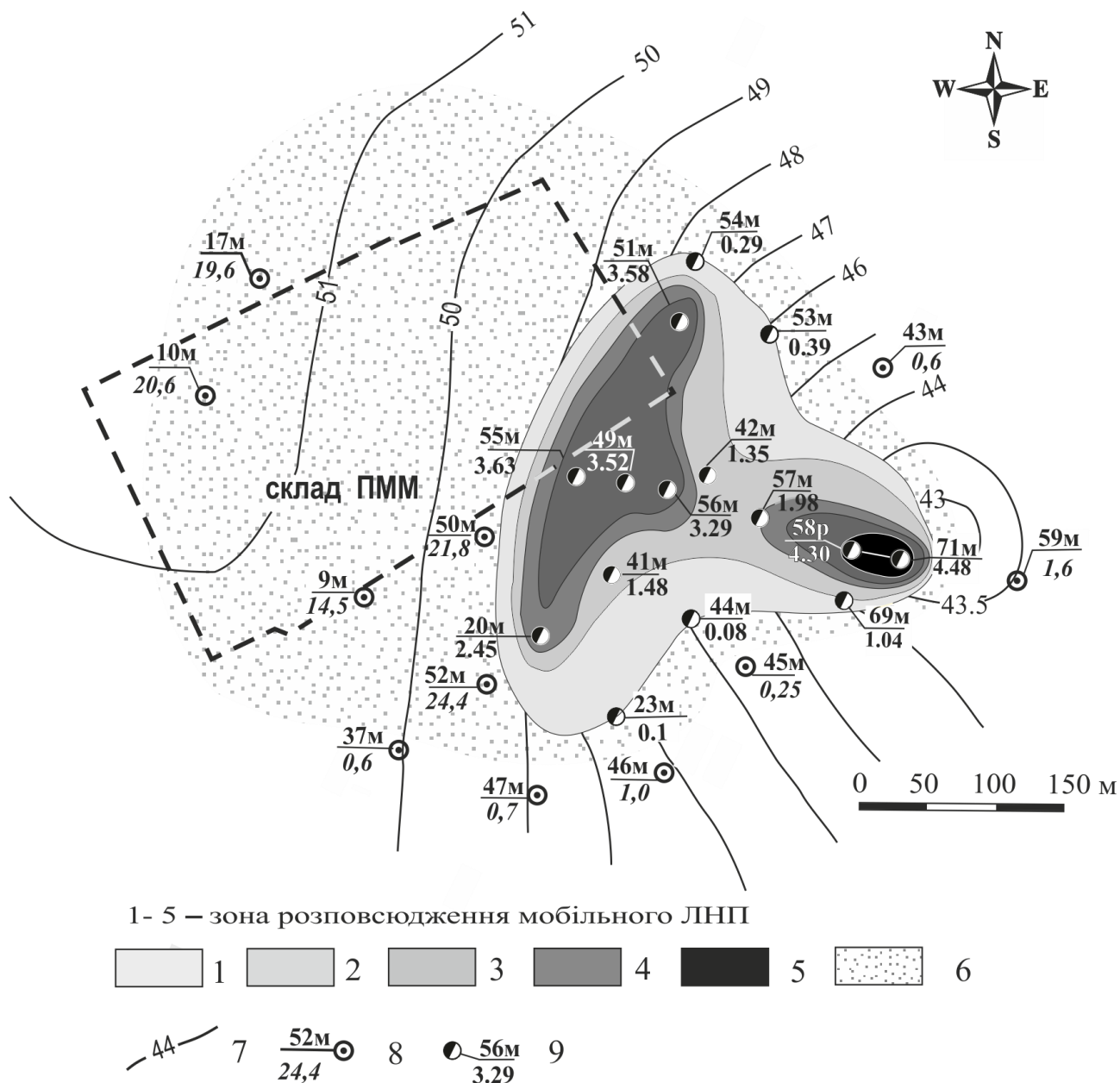


Рис. 1. Схема осередку НП-забруднення на аеродромі біля м. Миколаєва (дані ІГН НАНУ, жовтень 2003 р.)

Товщина шару ЛНП-рідини за виміром в свердловині: 1 – <1 м; 2 – 1-<2 м; 3 – 2-<3 м; 4 – 3-4 м; 5 – >4,0 м; 6 – зона розповсюдження розчинених у воді ВВ з концентрацією >5 мг/дм<sup>3</sup>; 7 – гідроізогіпси за станом на жовтень 2003 р.; 8 – у свердловині за межами лінзи ЛНП: чисельник – номер свердловини, знаменник – вміст ВВ, розчинених у ґрунтових водах, мг/дм<sup>3</sup>; 9 – у свердловині в межах лінзи ЛНП: чисельник – номер свердловини, знаменник – товщина шару ЛНП, м.

надходження забруднювача у водоносний горизонт відбувається в результаті перенесення розчинених ВВ атмосферними опадами, що інфільтруються крізь забруднені ґрунти ЗА. Можна припустити, що такий самий ефект має місце при інфільтрації води крізь «тіло» лінзи. З віддаленням від джерела забруднення концентрація ВВ у воді поступово зменшується, головним чином, завдяки процесу розбавлення розчину.

Крім вище згаданої лінзи є ще принаймні два різновиди «розпливчастого» осередку. Накопичення, а потім розтікання ЛНП-рідини відбувається, якщо при вертикальній міграції крізь зону аерації ЛНП натрапляє на слабко проникні відклади. Це може призвести до формування шару рідкого ЛНП, який не має гідравлічного зв'язку із ґрунтовими водами але здатен до латерального розповсюдження. При цьому пересування ЛНП-рідини підпорядковується закону Дарсі. Тому відомі розрахунки формування верховодки можуть бути застосовані для наближеного визначення обсягу лінзи ЛНП та її пересування на непроникному шарі [7].

Якщо низхідний потік ЛНП-рідини долає усю товщу ґрунтів ЗА, то перш ніж розпочнеться формування лінзи ЛНП на рівні ґрунтових вод, на поверхні капілярної зони, яка відокремлює водоносний горизонт від ЗА, має утворитися шар вільного ЛНП, що розпливається по цій поверхні. В процесі потовщення шару ЛНП зменшується відстань між підшовою шару ЛНП і РГВ аж до їх цілковитого стулення [7]. Важко визначити, наскільки поширеним є цей різновид «розпливчастого» осередку. Зазвичай в практиці моніторингових досліджень товщина шару ЛНП визначається найпростішим способом — заміром в свердловині глибин залягання рівнів «повітря/ЛНП» і «ЛНП/вода». Якщо до цього не додати розрахунки за спеціальною методикою [7], результатом є хибна ідентифікація «розпливчастого» осередку на РГВ із завищеною товщиною шару ЛНП.

Можна виділити окремих різновид осередку НП-забруднення, який містить іммобільний ЛНП і розташований вище і нижче РГВ. Відомо, що коливання РГВ призводить до вертикального переміщення мобільного ЛНП. При цьому частина рухливої (мобільної) ЛНП-рідини може переходити у стан утримання капілярно-плівковими силами або затиснення у пористому середовищі. При опусканні РГВ відбувається часткове відновлення зниклого шару або ж збільшення його потужності за рахунок звільнення затиснутої в порах ЛНП-рідини. Через необізнаність або ігнорування цієї закономірності нерідко виникають невірні висновки при обробці даних натурних спостережень [5].

Уникнути помилок чи їх мінімізувати можна шляхом застосування тривалих моніторингових спостережень і відповідних розрахунків. Цей різновид осередку, який названий «коливальним», складається з двох частин. Та частина, що знаходиться вище РГВ, утворюється у схематичному вигляді наступним чином: **підйом РГВ** → роздільне заповнення вільних пор ЛНП-рідиною і водою → зменшення товщини шару мобільного ЛНП (можливе його повне зникнення) → захоплення ЛНП капілярно-плівковими силами і затиснення ЛНП водою → **зниження РГВ** → стікання води донизу під дією сили тяжіння → звільнення затиснутої ЛНП-рідини і збільшення товщини шару мобільного ЛНП, який знижується разом з РГВ (в ЗА залишається ЛНП, що утримується капілярно-плівковими силами).

При первісному (тобто одразу після утворення мобільного шару ЛНП) **зниженні РГВ** вода залишає пори і їх заповнює ЛНП-рідина. Разом із зниженням РГВ може відбуватися опускання верхньої границі шару мобільного ЛНП, при цьому ЛНП-рідина звільнює пори, які заповнює підземне повітря. В цих порах залишається частина ЛНП-рідини, що утримується капілярно-плівковими силами. При **підйомі РГВ** відбувається піднесення води та ЛНП-рідини і далі все повторюється за вищевказаною схемою.

В період існування мобільного шару (лінзи) ЛНП, який може тривати роками, процеси трансформації осередку цього різновиду можуть багаторазово повторюватися із різною послідовністю та інтенсивністю. Там, де через деструктивні процеси або в результаті латерального переміщення лінза ЛНП зникає, процес трансформації «коливального» осередку відбувається у напрямку поступового зменшення вмісту ЛНП-рідини, що утримується в порах, через розчинення ВВ водою, випаровування та споживання мікроорганізмами.

«Штучно-загнаний» осередок відрізняється від «коливального» тим, що зниження РГВ досягається штучно в процесі здійснення ліквідаційних заходів. Найпростіший і тому найбільш поширений спосіб вилучення ЛНП-рідини з поверхні глибоко розташованого водоносного горизонту полягає у використанні водознижувальної свердловини, обладнаної двома насосами. За допомогою одного насоса відкачується лише вода для утворення депресійної воронки, у якій накопичується ЛНП-рідина. Другий насос призначений для відкачування нафтопродукту. Якщо осередок знаходиться у слабко проникних відкладах (дуже поширений випадок), то достатньо швидкий приплив ЛНП у

накопичувальний пристрій забірної системи можна забезпечити лише за рахунок досить значного зниження РГВ. Але й при цьому повільне відкачування ЛНП-рідини може продовжуватися кілька років. Зрозуміло, що забезпечити безперервну роботу обладнання протягом такого тривалого часу практично неможливо. В реальних умовах роботи дуже часто перериваються чи остаточно зупиняються задовго до повного виконання поставленої задачі. В момент припинення відкачки порушується рівновага у сформованій системі напорів і балансу приплив/відтік. В центральній частині воронки, де утворився максимальний градієнт напору, в процесі відновлення рівноваги відбувається

найбільш інтенсивний приплив води і випереджаюче заповнення вільних, в першу чергу крупних пор. Ця тенденція характерна, хоча і в різній мірі, для усього порового простору воронки, який диференційовано заповнюється водою і ЛНП-рідиною. Таким чином значна частина ЛНП-рідини, яка зрушила з місця але не встигла потрапити у накопичувач забірної системи до припинення відкачки, опиняється у стані защемлення на глибині, що перевищує нижню межу коливання РГВ у природних умовах. На рис. 2 наведено розріз геологічної товщі на забрудненій ділянці аеродрому, де у минулому проводилися і передчасно були припинені роботи з ліквідації рідкого ЛНП.

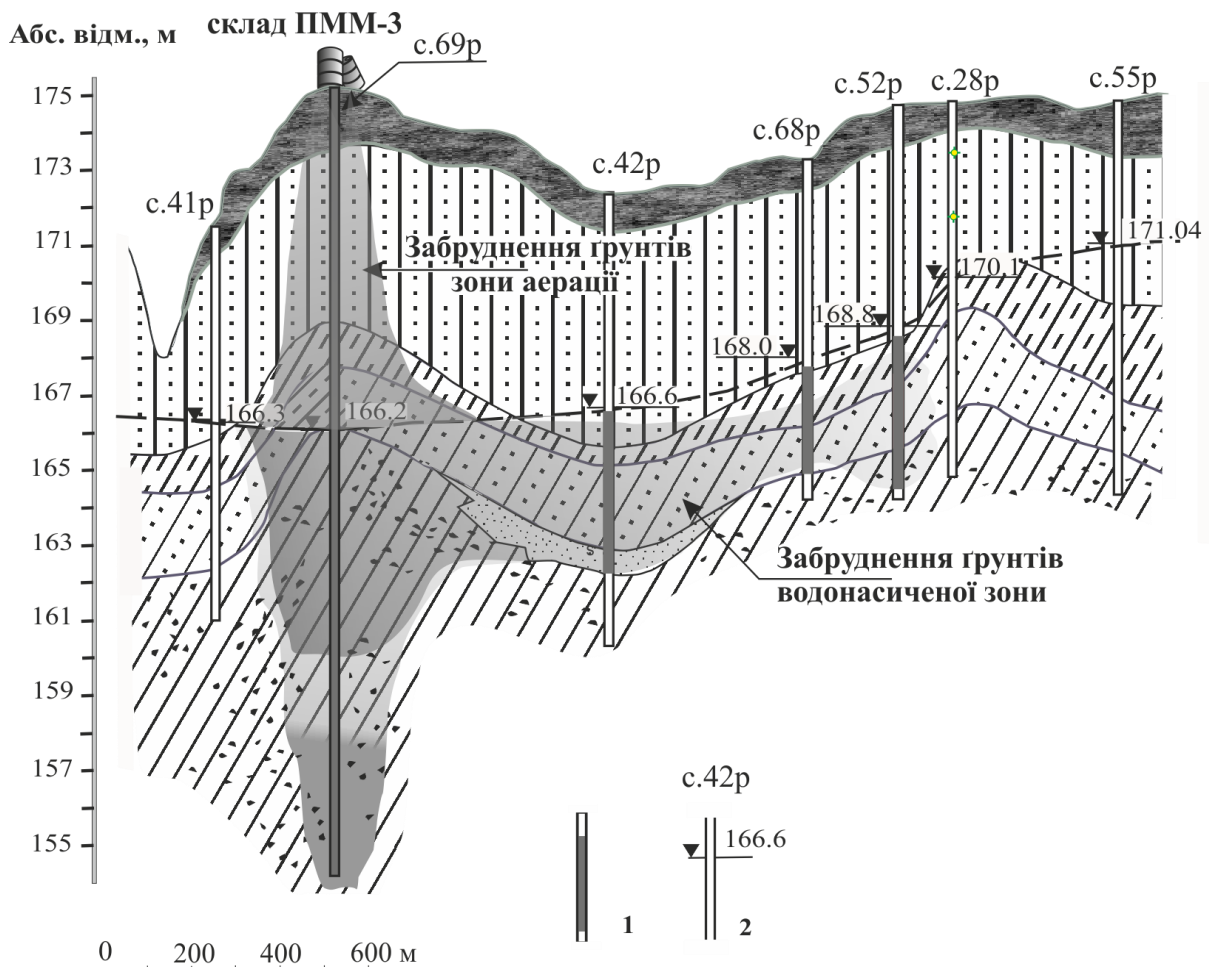


Рис. 2. Гідрогеологічний розріз на території військового аеродрому біля м. Узин (дані ІГН НАНУ, 2001 р.).

1 – інтервал ґрунтів, розкритих свердловиною, що мають забруднення вище ГДК; 2 – свердловина: зверху – номер, збоку – рівень води в свердловині за станом на літньо-осінню межень 2001 р.

Ліквідаційні роботи виконувалися шляхом відкачки водно-нафтопродуктової суміші, в якій ЛНП становив лише приблизно десяту частину. Не дивно, що при цьому утворювалися глибокі депресійні воронки. У 1997–98 рр. відкачки припинилися через низьку рентабельність ви-

добутку ЛНП і повсюдно відбулося відновлення поверхні ґрунтових вод. Судячи з усього, у 2001 році на території аеродрому спостерігалося надвисоке положення рівневої поверхні, отож більша частина залишків ЛНП опинилася у затиснутому стані нижче РГВ.

## Різновиди осередків НП-забруднення геологічного середовища та процеси їх трансформації

| Індекси   | Назви осередків   | Схематичне зображення осередку |
|---|---|--------------------------------|
| 1   | 2   | 3                              |
| <b>А - осередки низхідного розповсюдження ЛНП в ґрунтах зони аерації</b>                |   |                                |
| A1  | «низхідний» із локалізацією у коренево-рослинному шарі      |                                |
| A2  | «низхідний» із локалізацією у ґрунтах зони аерації          |                                |
| A3  | «низхідний» від джерела забруднення до рівня ґрунтових вод  |                                |
| <b>В - осередки «розпливчасті»:<br/>формується при площинному розтіканні рідких ЛНП</b> |   |                                |
| B1  | «розпливчастий» по РГВ                                      |                                |
| B2  | «розпливчастий» по капілярній каймі                         |                                |
| B3  | «розпливчастий» по непроникному шару                        |                                |
| <b>С - осередки «коливальні»:<br/>формується через природне чи штучне коливання РГВ</b> |   |                                |
| C1  | «коливальний»<br>- по обидві сторони від РГВ                |                                |
| C2  | «штучно заглиблений»  |                                |
| <b>Д - осередки пов'язані із перенесенням розчинених ВВ</b>                             |   |                                |
| D1  | «розчинених ВВ» в ґрунтових водах                           |                                |
| D2  | «розчинених ВВ» в глибоких водоносних горизонтах            |                                |
| <b>Е- осередки газоподібних ВВ</b>  |   |                                |
| E1  | випаровування ВВ в ґрунтах ЗА                               |                                |
| E2  | випаровування ВВ з поверхні капілярної кайми над лінзою ЛНП |                                |



Для того, щоб зробити опис осередків ЛНП-забруднення більш повним, слід нагадати про розповсюдження летких ВВ у підземному повітрі. Як основне джерело надходження вуглеводневих газів (ВВГ) в підземне повітря ЗА називають поверхню ЛНП-рідини на РГВ\* [2, 3]. Хоча, на наш погляд, принаймні за інтенсивністю випаровування, на першому місці, завдяки більшій питомій поверхні, має бути крапельно подрібнена ЛНП-рідина, що утримується в ґрунтах ЗА. Проте найбільш популярною є методика розрахунків розподілу концентрацій ВВГ в підземному повітрі, розроблена саме для випадку дифузії молекул ВВ від поверхні лінзи ЛНП до поверхні землі [2, 6].

За результатами тестового розрахунку встановлено, що при  $t \rightarrow \infty$  газоподібні ВВ незалежно від значення коефіцієнту дифузії ( $D$ ) розподіляються в ЗА лінійно. При  $D = 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$  ВВГ за 5 років долають 10-метрову товщу суглинків і наближаються до поверхні землі. Якщо зменшити розрахункове значення  $D$  на порядок, то для виходу ВВГ на поверхню землі знадобиться більше 40 років. Тобто, в діапазоні реальних значень коефіцієнту молекулярної дифу-

зії товща ґрунтів ЗА може бути або зоною транзиту ВВГ, або відігравати роль доволі ефективного екрану.

**На закінчення** пропонується розглянути шаблон таблиці, в якій можуть бути розміщені результати систематизації осередків забруднення геологічного середовища, що утворюються внаслідок аварійних розливів і довготривалих витоків з об'єктів нафтопродуктового забезпечення. Передбачається подальше удосконалення типізації скупчень нафтових вуглеводнів за результатами нових даних щодо забруднення геологічного середовища на території України. Ця розробка може бути використана для планування моніторингових досліджень, проектування заходів з санації забруднених нафтопродуктами територій і створення інформаційно-експертних систем для обґрунтування управлінських рішень.

Автори статті висловлюють подяку ст. н. сп. Парамоновій Н.К. і професору Огнянику М.С. за корисні консультації та співробітникам відділу охорони підземних вод ІГН НАНУ Голубу Г.І., Загородньому Ю.О., Підтикану В.М. за надані матеріали польових досліджень.

#### Література

1. Гаврилюк, Р.Б. Типізація умов формування осередків нафтохімічного забруднення на військових аеродромах України [Текст] / Р.Б. Гаврилюк, Ю.В. Загородній, О.І. Плюсніна // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України, 2009. – Вип. 2. – С. 245-251.
2. Гольдберг, В.М. Распределение концентраций газообразных углеводородов над загрязненной поверхностью грунтовых вод в зоне аэрации [Текст] / В.М. Гольдберг // Известия РАН. Геоэкология, 1997. – №3. – С. 21-28.
3. Гольдберг В.М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения [Текст] / В.М. Гольдберг, С. Газда. – М.: Недра, 1984. – 262 с.
4. 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.
5. Особливості розповсюдження авіаційного гасу в геологічному середовищі в районі селища “Вишків” (м. Луцьк) [Текст] / А.Л. Брикс, М.С. Огняник, Н.К. Парамонова та ін. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2006. – №2. – С. 35-40.
6. 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.
7. 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.

\* точніше було б вказати на поверхню капілярної кайми, звідки відбувається випаровування ВВ.



## ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ КРУПНОТОННАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

В статье проанализированы особенности накопления в Украине крупнотоннажных отходов металлургического комплекса. Описаны технологические предпосылки накопления в промышленно развитых регионах Украины большого количества отходов и выявлена стойкая тенденция их роста. Указано, что промышленные отходы часто содержат тяжелые, редкие и редкоземельные металлы в количествах, дающих возможность оценивать их как техногенные месторождения. Приведен опыт использования техногенных месторождений в странах Евросоюза. Установлено, что техногенные минерально-сырьевые ресурсы, представляющие существенную экономическую ценность, требуют специального геолого-экономического и технологического изучения. Выявлено, что после установления практической ценности изученных техногенных минеральных ресурсов на объекте необходимо выполнить детальные геологоразведочные работы по оценке объемов и особенностей техногенного месторождения. Разработан ряд методов сокращения объемов крупнотоннажных промышленных отходов и создания экологически безопасного производства импорто заменяющей металлургической продукции. Предложены мероприятия позволяющие комплексно перерабатывать сырье, кооперировать различные производства и технологические циклы. Рекомендовано использовать отходы одного предприятия (отрасли) в качестве сырья для других, что позволит сократить объемы токсичных отходов и, как следствие, степень их воздействия на окружающую природную среду. Разработанный системный подход к эколого-экономической оценке освоения техногенных месторождений описан на примере влияния шламонакопителя на окружающую природную среду.

**Ключевые слова:** окружающая природная среда, эколого-экономический ущерб, шламонакопитель, рекультивация, экологические последствия, утилизация, токсичные отходы, объекты и субъекты влияния.

**О.М. Касімов, І.В. Удалов, А.В. Кононенко. ТЕХНІЧНІ І ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЕРСПЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ЦІННИХ КОМПОНЕНТІВ ІЗ ВЕЛИКОТОННАЖНИХ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ.** У статті проаналізовано особливості накопичення в Україні великотоннажних відходів металургійного комплексу. Описано технологічні передумови накопичення в промислово розвинених регіонах України великої кількості відходів та виявлена стійка тенденція росту їх кількості. Зазначено, що промислові відходи часто містять важкі, рідкісні та рідкоземельні метали в кількостях, що дають можливість оцінювати їх як техногенні родовища. Наведено досвід використання техногенних родовищ у країнах Євросоюзу. Встановлено, що техногенні мінерально-сировинні ресурси, що представляють істотну економічну цінність, вимагають спеціального геолого-економічного та технологічного вивчення. Виявлено, що після встановлення практичної цінності вивчених техногенних мінеральних ресурсів на об'єкті необхідно виконати детальні геологорозвідувальні роботи з оцінки обсягів та особливостей техногенного родовища. Розроблено ряд методів скорочення обсягів великотоннажних промислових відходів та створення екологічно безпечно виробництва, яке вдало замінює импорт металургійної продукції. Запропоновано заходи, що дозволяють комплексно переробляти сировину, кооперувати різні виробництва і технологічні цикли. Рекомендовано використовувати відходи одного підприємства (галузі) в якості сировини для інших, що дозволить скоротити обсяги токсичних відходів і, як наслідок, ступінь їх впливу на навколишнє природне середовище. Розроблений системний підхід до еколого-економічної оцінки освоєння техногенних родовищ описаний на прикладі впливу шламонакопичувача на навколишнє природне середовище.

**Ключові слова:** навколишнє природне середовище, еколого-економічний збиток, шламонакопичувач, рекультивация, екологічні наслідки, утилізація, токсичні відходи, об'єкти і суб'єкти впливу.

Стабильное развитие государства, устойчивость его экономики в значительной мере определяются наличием прочной минерально-сырьевой базы. На территории Украины размещены огромные техногенные запасы ценного металлосодержащего сырья, в виде крупнотоннажных отходов предприятий горнодобывающего комплекса, черной и цветной металлургии и топливно-энергетического комплекса.

Эти месторождения могут обеспечить потребности промышленного производства в таких дорогостоящих и дефицитных для Украины элементах, как цинк и свинец, ванадий и никель с параллельной утилизацией железа.

Промышленные отходы (ПО) наносят значительный вред окружающей природной среде

(ОПС) и здоровью человека в связи с отводом земель под шламонакопители, которые занимают огромные площади, загрязняют токсичными соединениями тяжелых металлов и другими компонентами почву, водный и воздушный бассейны, повышают себестоимость готовой продукции в результате значительных затрат на их размещение и хранение (рис. 1).

Динамика движения производственных отходов в промышленно развитых регионах Украины свидетельствует, что их количество постоянно растет. Отвалы металлургических предприятий и тепловых электростанций, как перспективные источники сырья для различных областей индустрии, издавна привлекали внимание исследователей.



В основе разработанных авторами методов снижения объема крупнотоннажных отходов и создания экологически безопасного производства импортзамещающей металлургической продукции лежат мероприятия: комплексная переработка сырья; кооперирование различных производств, использование отходов одной отрасли в качестве сырья для других; сокращение объемов токсичных ПО и степени их воздействия на ОПС.

В работах [1-8] нами рассмотрены проблемы предотвращения ущерба ОПС в районах размещения хранилищ ПО, представляющих собой в ряде случаев техногенные месторождения (ТеМ).

Освоение техногенного месторождения определяется не только экономической, но и экологической целесообразностью. Затраты на предотвращение, ограничение, компенсацию и ликвидацию ущерба объектам ОС не должны превышать определенной доли дохода, получаемого при утилизации ценных компонентов данного ТеМ.

Отходы принадлежат тому предприятию, которое их создает. За ухудшение экологической обстановки это предприятие несет правовую и финансовую ответственность посредством выплаты налогов, штрафов, оплаты занятой отходами земли, а также некоторых правовых санкций, определенных законодательством Украины.

Техногенные минерально-сырьевые ресурсы, представляющие определенную общественно-государственную ценность, требуют специального геолого-экономического и технологического изучения. После установления практической ценности изученных техногенных минеральных ресурсов на объекте необходимо выполнить детальные геологоразведочные работы по оценке техногенного месторождения, а после утверждения запасов сырья на этом месторождении оно вносится в государственный фонд месторождений.

Для разработки системного подхода к эколого-экономической оценке

освоения ТеМ необходимо осуществить ряд научно-исследовательских и проектно-сметных работ, включающих:

- разработку новых или выбор перспективных технологий утилизации ценных компонентов из сырья данного ТеМ, включая стадии определения запасов каждого из них (по видам, химическому составу, агрегатному состоянию и т.п.);

- определение методов складирования, хранения, обезвреживания и уничтожения собственных ПО;

- оценку исходного состояния объектов ОПС в районе размещения ТеМ и предприятия по его разработке и последствий его реализации;

- эколого-экономическую (финансовую) оценку последствий воздействия источников выбросов (по видам) на состояние ОПС в районе размещения перерабатывающего предприятия с оценкой потенциального, предотвращенного и остаточного ущерба объектам ОПС.

Экономическая оценка закладываемых в ТЭО инвестиций на природоохранные мероприятия осуществляется с учетом стоимости строительства предприятий. В них включают все затраты по рекультивации территорий, используемых в период строительства предприятия (прокладка линейных сооружений, создание карьеров стройматериалов, используемых только в период строительства, отвалов после планировочных работ), затраты по снятию плодородного слоя, его укладке в специальные отвалы, затраты по организации породных отвалов и др.

Экономическая целесообразность использования попутных полезных ископаемых и компонентов определяется сопоставлением стоимости дополнительно получаемой попутной продукции и дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат, связанных с её получением.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента - это такое содержание, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение эксплуатационных затрат на получение товарной продукции при нулевой рентабельности производства.

По комплексным месторождениям, у которых ряд компонентов может рассматриваться в качестве основных, минимальное промышленное содержание рассчитывается по содержанию одного из них, имеющего максимальную извлекаемую ценность на данном ТеМ.

Экономический эффект от использования попутных полезных ископаемых учитывается при расчете минимального промышленного содержания путем исключения из эксплуатационных затрат на добычу основного полезного ископаемого доли затрат, учитываемых при определении себестоимости конечной товарной продукции из попутных полезных ископаемых.

Учитывая, что проблемы эколого-экономической оценки последствий размещения отвалов крупных промышленных предприятий, являющихся ТеМ, и предприятий по их разработке, возникли лишь в последние годы,

реально апробированные примеры таких оценок в украинской практике отсутствуют.

Сделанная нами попытка таких оценок может быть полезна как анализ для прогнозной оценки последствий воздействия накопителя ПО на ОПС.

При создании предприятия по утилизации ценных компонентов из шламонакопителей или шлакоотвалов предприятий черной и цветной металлургии и промышленной энергетики необходимо учитывать следующие источники его воздействия на ОПС:

- установки, агрегаты, механизмы отбора исходного сырья из шламонакопителя (в зависимости от его агрегатного состояния),
- участки и механизмы складирования, хранения, подготовки и дозирования компонентов сырья для текущей деятельности,
- участки, агрегаты, установки сушки сырьевых компонентов, приготовления и складирования шихтовых смесей,
- агрегаты термической обработки шихты (спекание, обжиг, прокатка, плавка и др.),
- участки гидрометаллургической обработки суспензий шихты (выщелачивание, гидролиз, экстракция, электролиз и др.),
- участки и агрегаты очистки, подготовки, дозирования и упаковки готовой продукции,
- участки, установки и агрегаты собственного энергетического хозяйства (котельные, компрессорные и т.д.),
- участки складирования, хранения, обезвреживания и захоронения собственных отходов.

Индикаторами загрязнения ОПС могут являться химические соединения, отвечающие составу сырья, полупродуктов, готовых продуктов и собственных отходов создаваемого предприятия с учетом фона в районе его размещения.

Потенциальными объектами ущерба ОПС являются участки приземной атмосферы, близлежащие земельные площади, водоемы и водотоки в пределах рассеяния индикаторов загрязнения в диапазоне установленных ПДК, антропогенные объекты, природные ландшафты и др. Вероятный эколого-экономический ущерб объектам ОПС при разработке ТеМ определяется как сумма затрат на природоохранные мероприятия, платы за размещение различных видов собственных ПО, сбросы и выбросы.

При этом в общем случае следует определять потенциальный, предотвращаемый, компенсируемый, ликвидируемый и остаточный виды ущерба. Принципиальная схема прогнозной эколого-экономической оценки воздействия ТеМ (шла-

монакопителя промышленного предприятия) на ОПС приведена на рис. 2.

Потенциальным является теоретический размер ущерба, наносимого объектам ОПС при отсутствии природоохранных мероприятий. Предотвращенный - это недопущенный или значительно сокращенный ущерб с учетом компенсационных и ликвидационных мероприятий при реализации природоохранных мер. Остаточный ущерб - это ущерб, оставшийся после реализации природоохранных мероприятий, компенсации и ликвидации причиненного ущерба, реабилитационных мер и т.п.

Вероятные величины ущерба в физическом выражении могут быть определены в каждом конкретном случае путем анализа экологических последствий применяемых технологий, моделирования ситуации с использованием аналогов и т.п. Прогнозная оценка предотвращенного и остаточного ущерба, выполненная по аналогии с известными проектными и реально действующими объектами, сравнивается с затратами на природоохранные мероприятия, затратами на проектирование, строительство и обслуживание природоохранных объектов и мероприятий, усовершенствование технологий переработки используемого сырья малоотходными способами, рекультивацию высвобождаемых земель и т.п.

Количественные методы определения предотвращаемого ущерба объектам ОПС связаны с оценкой величин приведенных масс утилизированных и/или обезвреженных (уничтоженных) ПО, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в результате реализации природоохранных мероприятий и с учетом предполагаемого сокращения площадей деградированных земель с использованием показателей удельного ущерба.

Среди мер по предупреждению ущерба основными являются:

- разработка альтернативных технологий с сокращением объемов образования отходов и/или снижением класса их опасности;
- разработка способов, аппаратно-технологических схем и устройств для отвода подотвальных вод, станций по их очистке и возврату в основное производство;
- размещения шламонакопителей и шлакоотвалов в выработанных объемах карьеров с учетом общего планирования рельефа;
- вынос агропромышленных объектов из районов влияния шламонакопителей.

К мерам по ограничению ущерба ОПС относятся:

- утилізація цінних компонентів із відвалів, терриконів і т.п., використання нейтральних шламов і пустої породи як закладочного матеріала;

- використання обезвожених шламов для будівництва водостоків, доріг в районі підприємства – «хазяїна» шламов;

- розміщення площадок під розширюючі шламонакопичувачі з урахуванням вартості відведених земель, об'ємів, рельєфу місцевості, рози вітрів.

Особливу увагу необхідно приділяти окремому складуванню ПО по

видам для формування потенціальних ТЕМ цінних компонентів, що спрощає процеси їх подальшої утилізації. Методи компенсації наносимого збитку повинні

узгоджуватися з вкладенням фінансових і інших засобів за принципом «Загрязнитель платит». Методи ліквідації збитку визначаються характером відведених земель і властивостями шламов і включають:

- планування рельєфу з рекультивациєю і використанням територій в рекреаційних цілях;

- біологічну рекультивацию з урахуванням подальшої придатності по виникаючим новим властивостям отриманих земель (засипка піском, гіпсування і др.);

- збереження токсичних ПО в спеціальних сховищах, обладнаних під розміщення конкретних видів відходів;

- утилізацію рідкої фази шламов.

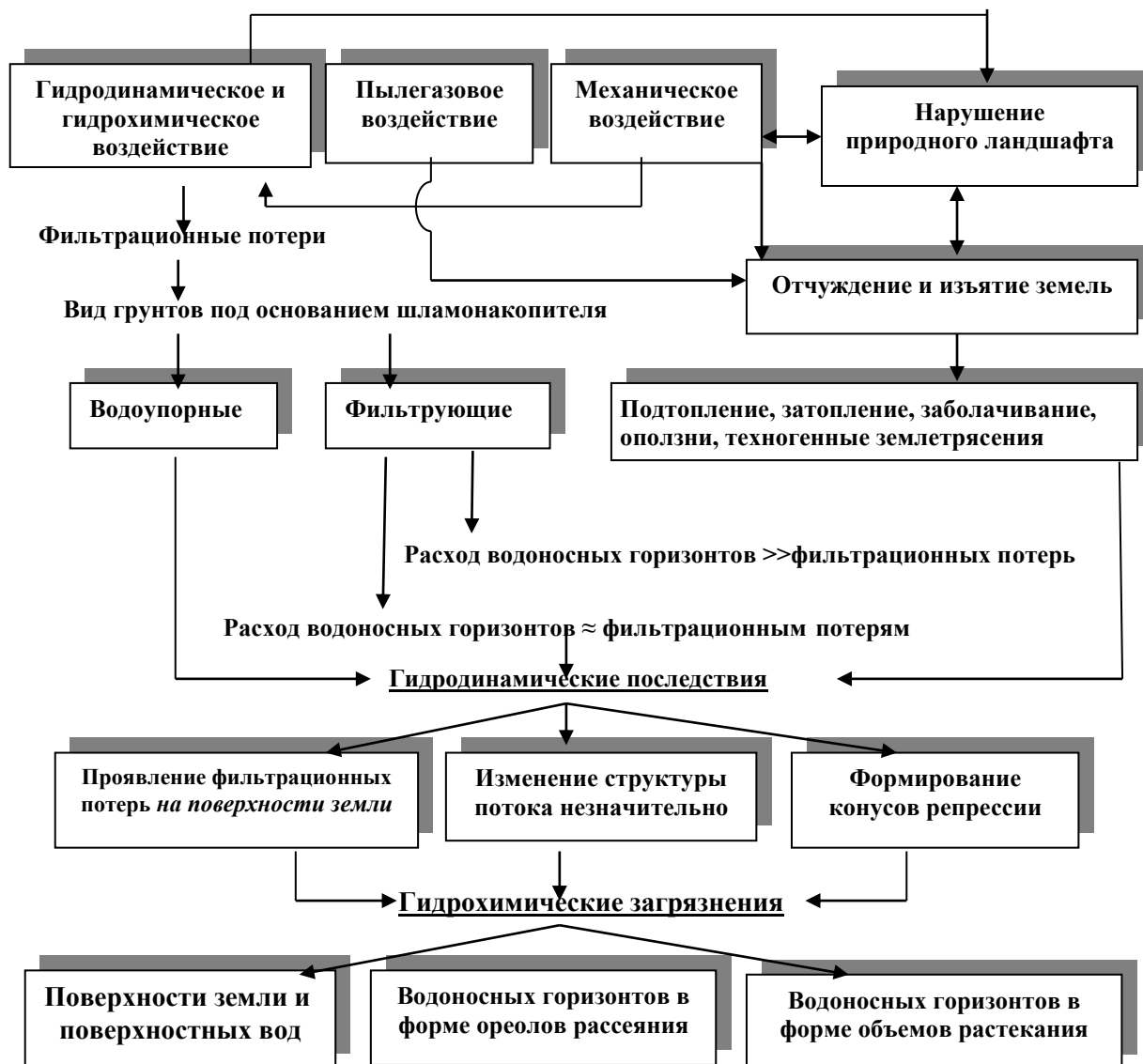


Рис. 1. Факторы воздействия шламонакопителя на ОПС.

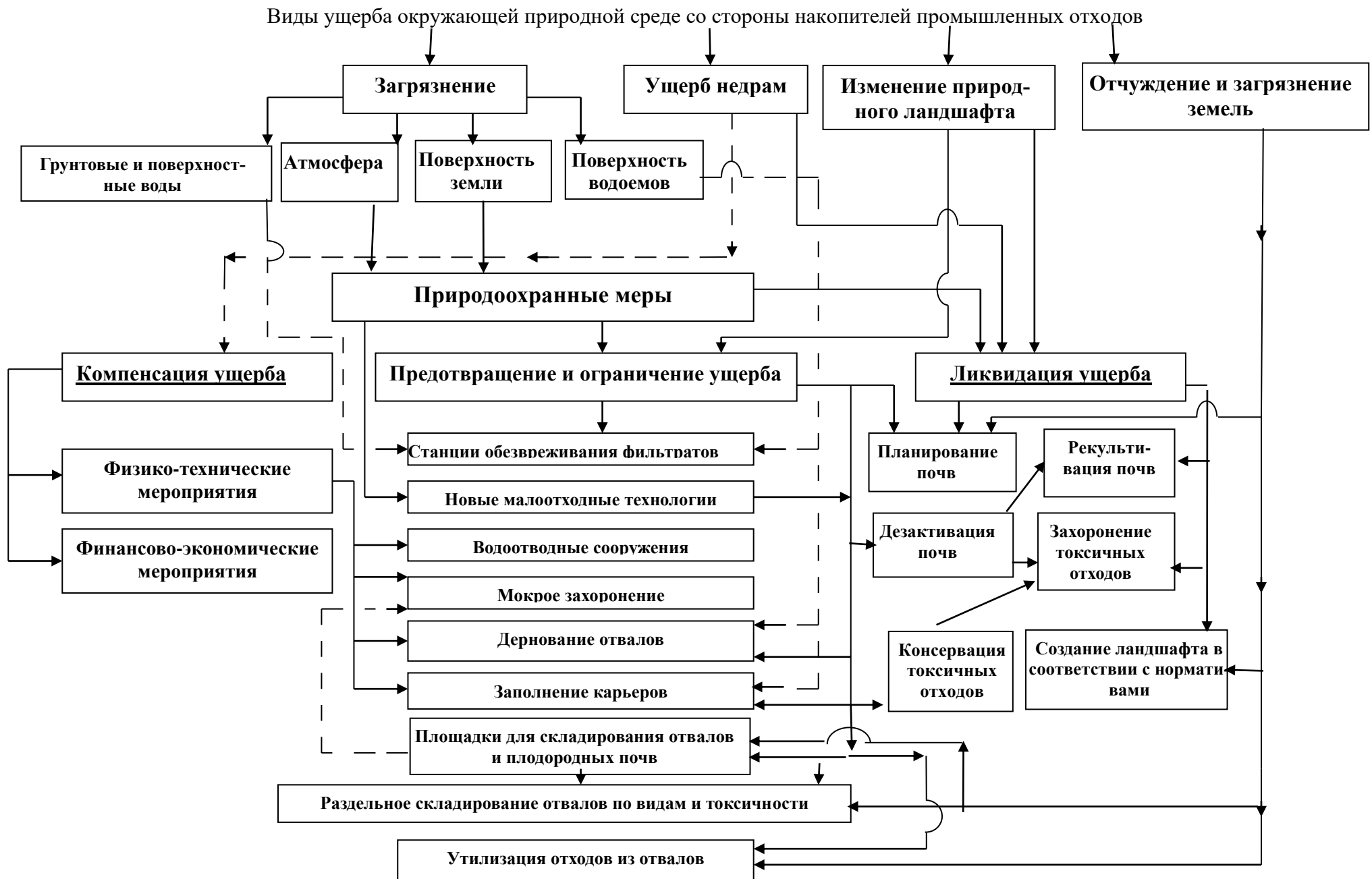


Рис. 2. Виды ущерба ОПС

### Выводы

1. Основными причинами сложившейся в стране ситуации являются:

- высокий удельный вес горно-металлургического и энергетического комплексов с крупнотоннажными потоками ПО;

- недооценка долговременных технических, социально-экономических, эколого-гигиенических последствий накопления ПО и неэффективность механизмов стимулирования при решении экологических проблем и недостаточность финансового обеспечения мероприятий;

- неразвитость инфраструктуры системы утилизации, обезвреживания и хранения крупнотоннажных ПО и специализированных технологических комплексов по их переработке.

2. Для разработки комплекса стратегических мероприятий по кардинальному улучшению экологической ситуации в системе управления ПО необходимо определить ведущую научно-исследовательскую организацию с выделением целевых бюджетных средств и подключением бюджетных средств регионов с наиболее сложной эколого-гигиенической обстановкой на 2016–2018 гг.

3. Для системного подхода к эколого-экономической оценке освоения ТеМ необхо-

димо осуществить научно-исследовательские работы:

- разработать современные технологии утилизации ценных компонентов из ТеМ, включая стадии определения их запасов, химического состава, агрегатного состояния, адаптацию уже разработанных утилизационных технологий к конкретным ТеМ;

- выполнить эколого-экономическую оценку воздействия источников образования ПО на состояние ОПС с учетом потенциального, предотвращенного и остаточного ущерба и составить рекомендации по природоохранным мерам при создании предприятия по разработке конкретного ТеМ;

- провести инвентаризацию, полную оценку объемов и стоимости накопленных в ТеМ ценных компонентов, создать их проблемно-ориентированные классификаторы;

- разработать стратегию решения проблемы ПО, стимулирующую предприятия к созданию малоотходных схем переработки ПО или реализации ресурсно-ценных отходов на межотраслевом рынке.

- особое внимание необходимо уделять отдельному складированию ПО по видам для формирования потенциальных ТеМ, что упрощает процессы их утилизации.

### Литература

1. Касимов, А.М. Промышленные отходы Проблемы и решения. Технологии и оборудование [Текст] / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.А. Романовский. – Х.: ХНАГХ, 2007. – 538 с
2. Касимов, А.М. Ценные металлы и техногенные месторождения [Текст] / А.М. Касимов, О.Е. Леонова // Сб. докл. V Международного Конгресса по управлению отходами и природоохранным технологиям. – М.: ВЭИСТ–ТЭК, 2007. – С. 187-189.
3. Екологічна безпека: проблеми та шляхи вирішення [Текст] / А.М. Касимов, Л.М. Любчик, В.И. Тошинский, А.А. Романовский // Міжнар. наук.-практ. конф. Алушта, АР Крим. 2006. – Т. II. – Х.: УкрНДІЕП. – С. 28-32.
4. Удалов, И.В. Аспекты техногенного воздействия на окружающую среду при реструктуризации угольной промышленности Украины [Текст] / Казантип-Эко-2014. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения: сборник трудов XXII Международной научно-практической конференции: в 2 т. Т. 2 / ГП «УкрНТЦ «Энергосталь». – Х.: НТМТ, 2014. – 380 с.
5. Управление опасными промышленными отходами. Современные проблемы и решения [Текст] / Касимов А.М., ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., Тошинский В.И., Сталинский Д.В. – Х.: Изд. дом НТУ «ХПИ», 2009. – 512 с.
6. Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами [Текст] / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, Н.Г. Щербань, В.В. Мясоедов. – Х.: ХНАГХ, 2009. – 512 с.
7. Семиноженко, В.П. Промышленные отходы: проблемы и решения [Текст] / В.П. Семиноженко, Д.В. Сталинский, А.М. Касимов. Монография. – Х.: Изд-во «Индустрия», 2011. – 544с.
8. Касимов, А.М. Основные мероприятия по ликвидации ущерба окружающей природной среде в районе размещения накопителей отходов металлургических заводов [Текст] / А.М. Касимов // Черная металлургия. – 2011. – Вып. 12 (1344). – С. 70–72.

## ОЦІНКА УРАЗЛИВОСТІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД СЕНОМАН-КЕЛОВЕЙСЬКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСУ В м. КИЄВІ ЗА ІЗОТОПНО-РАДІОХІМІЧНИМИ ДАНИМИ

Виконано аналіз сучасного стану використання підземних вод для б'юветного водопостачання населення м. Києва. На дана геолого-гідрогеохімічна характеристика сеноман-келовейського водоносного комплексу, тривалість експлуатації якого в межах досліджуваної території сягає понад 100 років. Наведено результати власного аналітичного дослідження, спрямованого на виявлення закономірностей поширення радіоактивного ізотопу водню – тритію у б'юветах міста. Описано методику лабораторного визначення радіоактивного ізотопу водню у зразках води за допомогою рідинної сцинтиляційної радіометрії. За допомогою геоінформаційної системи ArcGIS побудована карта-схема розподілу тритію у підземних водах сеноман-келовейського водоносного комплексу. Встановлено кореляцію між величиною окиснюваності та активністю тритію у підземних водах досліджуваного комплексу. Показано, що ізотопно-радіохімічні дані можуть слугувати ефективним інструментом для встановлення уразливості підземних вод комплексу до забруднення.

**Ключові слова:** уразливість підземних вод, питне водопостачання, ізотопно-радіохімічні дані, антропогенне перетворення підземної гідроцифери.

**Т.А. Кошлякова. ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕНОМАН-КЕЛОВЕЙСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА В Г. КИЕВЕ ПО ИЗОТОПНО-РАДИОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ.** Выполнен анализ современного состояния использования подземных вод для б'юветного водоснабжения населения г. Киева. Представлена геолого-гидрогеохимическая характеристика сеноман-келовейского водоносного комплекса, продолжительность эксплуатации которого в пределах исследуемой территории составляет более 100 лет. Приведены результаты исследования, направленного на выявление закономерностей распространения радиоактивного изотопа водорода – трития в б'юветах города. Описана методика лабораторного определения радиоактивного изотопа водорода в образцах воды при помощи жидкостной сцинтилляционной радиометрии. При помощи геоинформационной системы ArcGIS построена карта-схема распределения трития в подземных водах сеноман-келовейского водоносного комплекса. Установлена корреляция между величиной окисляемости и активностью трития в подземных водах исследуемого комплекса. Показано, что изотопно-радиоохимические данные могут служить эффективным инструментом для установления уязвимости подземных вод комплекса к загрязнению.

**Ключевые слова:** уязвимость подземных вод, питьевое водоснабжение, изотопно-радиоохимические данные, антропогенное превращение подземной гидросферы.

**Постановка проблеми.** Одним з ключових джерел питного водопостачання м. Києва є підземні води сеноман-келовейського водоносного комплексу (сучасна назва – водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри та загорівської, журавинської, бурімської світ нижньої та верхньої крейди). Даний комплекс в межах міста поширений повсюдно, крім місць переходу покрівлі верхньоюрської товщі у водотриви потужністю до 10 м і більше (урочище Пуща-Водиця, ділянки в долині Дніпра). В покрівлі комплексу залягають відносно водотривкі мергельно-крейдові відклади верхньої крейди, в підшві – водотривкі глини та алеврити середньої і верхньої юри. Водовмісні породи представлені різними стратиграфічними і літолого-фаціальними різновидами. Верхню частину водовмісних відкладів складають сеноманські відклади верхньої крейди, які представлені вапняковмісними пісками дрібно- і тонкозернистими, нижче – середньо- і крупнозернистими, місцями гравелистими, із стяжіннями кременю, з лінзами пісковиків часто окременілих, з прошарками глин та алевритів. Потужність водовмісних порід верхньої товщі змінюється від 4 до 18 м. Глибина залягання водоносного комплексу змінюється від 53 м (о. Водників) до 148 м (Чоколівка). Рівні встановлюються на глибинах від 4 м (Дарниця, Гідропарк) до 142 м (Чоколівка). Відповідно, абсо-

лютні відмітки складають 97,9 і 39,1 м. Води напірні, напори змінюються в межах від 2 м (Чоколівка) до 86,8 м (м. Вишневе) і складають в середньому 30-50 м. За хімічним складом води комплексу гідрокарбонатні кальцієві і гідрокарбонатні кальцієво-натрієво-калієві. Вони характеризуються малою мінералізацією (0,2-0,4 г/дм<sup>3</sup>), жорсткість складає 4-6 мг-екв/дм<sup>3</sup>. Величина рН коливається в межах 6,8 до 8,2. Основне живлення водоносного комплексу здійснюється на вододільних просторах. Значна доля в живленні належить водам, які перетікають із водоносних горизонтів, що залягають вище, навіть за наявності відносно водотривкої мергельно-крейдової товщі і водотривких відкладів київських мергелів. Про це свідчить досвід експлуатації водоносного комплексу. В умовах, порушених експлуатацією, більша частина вод комплексу розвантажується в межах водозаборів. Режим даного водоносного комплексу тісно пов'язаний з величиною водовідбору підземних вод і положенням рівня води у Дніпрі [1].

З точки зору геологічної будови сеноман-келовейський водоносний комплекс вважається захищеним на правобережжі р. Дніпро (крім Оболоні) та умовно захищеним на лівому березі.

**Сучасний стан питного водопостачання м. Києва за рахунок підземних вод.** Для

забезпечення населення міста чистою водою, починаючи з 1997 року, було облаштовано широку мережу бюветних комплексів, кількість яких постійно нарощувалася. За станом на серпень-вересень 2011 року до цієї мережі входило 182 бюветних комплекси. З них 92 експлуатувало сеноман-келовейський водоносний комплекс. Решта 90 бюветів використовували воду з водоносного горизонту у відкладах орельської світи байського ярусу середньої юри, а також змішану воду з вищевказаних водоносного горизонту та комплексу [2].

Якість води у бюветах контролюється на предмет перевищення ГДК у відповідності до нормативних документів ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання». При виявленні перевищення концентрацій нормованих компонентів у окремих бюветах, їх закривають для споживачів. Такими чином, наявний контроль якості бюветної води носить локальний характер і не дозволяє оцінити уразливість підземних вод до техногенного впливу системно та по площі.

**Постановка завдання.** Автором було виконано дослідження, спрямоване на виявлення закономірностей поширення радіоактивного ізотопу водню – тритію у сеноман-келовейському водоносному комплексі як індикатора уразливості підземних вод до техногенного впливу.

Вибір саме тритію було обумовлено тим, що він є одним із найпоширеніших у природі серед легких радіоактивних ізотопів і бере участь в усіх процесах круговороту і метаболізму води. Поряд із стабільним аналогом він може досить легко мігрувати в складі вологи повітряних і водних потоків, накопичуватись як компонент мінеральних та органічних сполук. Його потенційна небезпека зумовлена тим, що він разом із стабільним ізотопом водню входить до складу води, є будівельним матеріалом клітинної тканини живих організмів.

Зі зростанням масштабів атомної енергетики накопичення тритію в навколишньому середовищі, передусім у поверхневій гідросфері, біосфері, підземних водах, збільшується [3]. Ймовірними техногенними джерелами тритію в межах м. Києва є Інститут ядерних досліджень та сховища Київського спецкомбінату.

**Дослідження уразливості підземних вод за ізотопно-радіохімічними даними.** У

лютому-квітні 2014 р. автором було обстежено 77 бюветні свердловини, що експлуатують сеноман-келовейський водоносний комплекс, на вміст у воді тритію. З кожного бювету відбирався зразок води до скляної пляшки, після чого він доставлявся до лабораторії ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України». Лабораторні дослідження полягали у застосування методики рідинної сцинтиляційної радіометрії – вимірюванні вмісту радіоактивних компонентів за допомогою рідинних сцинтиляторів. Цей метод вважається найзручнішим практичним способом вимірювання активності тритію в рідкому стані, що полягає в розчиненні або диспергуванні тритійвмісної сполуки в рідинному сцинтиляторі з наступним реєструванням числа світлових спалахів.

Сцинтиляційна рідина складається з однієї або декількох флуоресцентних речовин, розчинених у відповідних розчинниках. Енергію іонізованих частинок поглинає в основному розчинник. Частина цієї енергії передається сцинтилятору, в якому вона перетворюється на світлову, яка здатна проникати крізь рідину до фотоелектронного детектора. При виконанні дослідження було використано сучасну сцинтиляційну рідину, яка широко використовується у лабораторній практиці – OPTIPHASE HiSafe 3 виробництва фірми “Perkin-Elmer”. До її складу входять нонілфенолетоксилат, ефір діетаноламінофосфатної кислоти, 3,6-диметил-4-октин-3,6-діол, ізомери діізопропілнафталіну та деякі інші сполуки. Безпосередньо вимірювання активності тритію було здійснено на сучасному високочутливому приладі, призначеному для низькофонових вимірювань – ультранизькофоновому рідинно-сцинтиляційному  $\alpha$ - $\beta$ -спектрометрі Quantulus 1220-003 виробництва Фінляндії.

За результатами лабораторного вимірювання тритій було виявлено в усіх бюветних свердловинах. Загалом його концентрація коливається в межах 2-10 Бк/л. За допомогою програмного комплексу ArcGIS 9.3 було побудовано карту-схему розподілу вмісту тритію у підземних водах сеноман-келовейського водоносного комплексу на території м. Києва (рис. 1). З карти-схеми видно, що ділянки з підвищеним вмістом тритію геоморфологічно приурочені переважно до долини р. Дніпро, частини Придніпровської низовини (лівобережжя р. Дніпро) та долин малих річок.

Для подальшої математичної обробки було використано літературні дані про вміст у бюветах м. Києва таких показників якості води



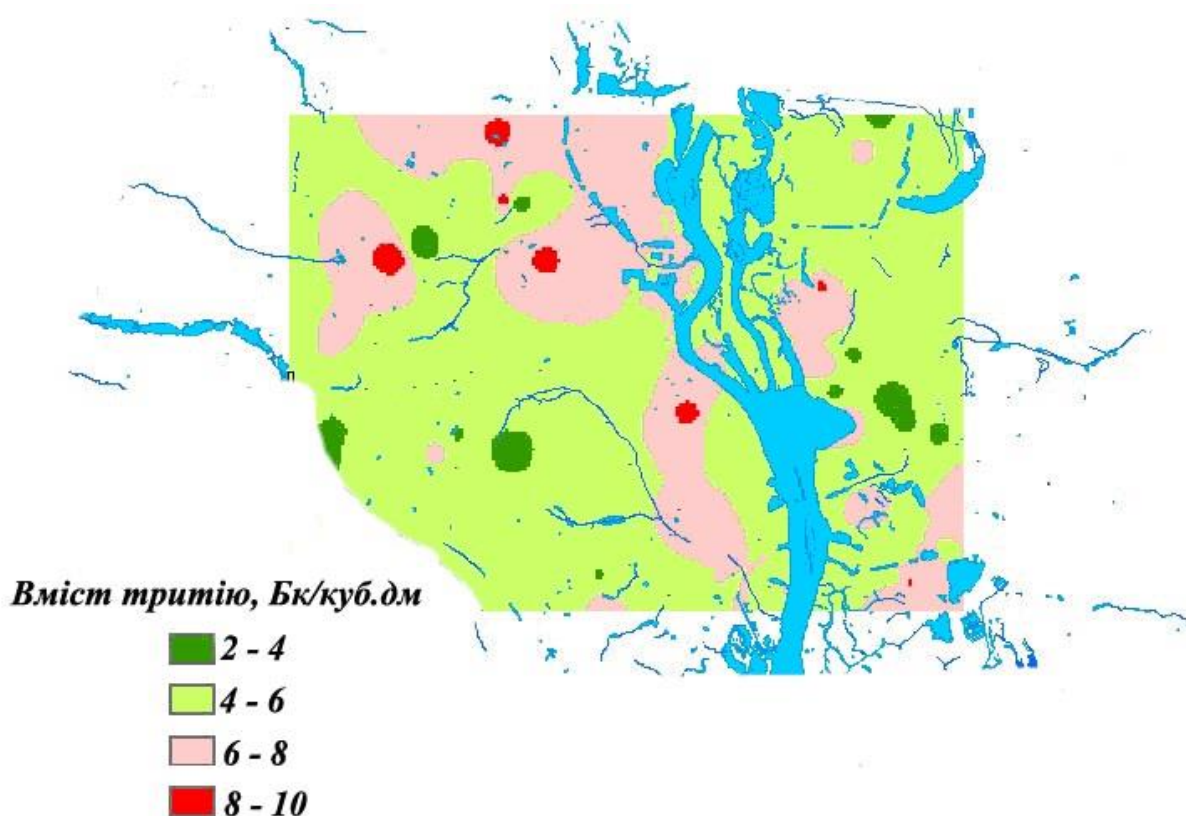


Рис.1. Карта-схема розподілу тритію у підземних водах сеноман-келовейського водоносного комплексу на території м. Києва

як мінералізація, вміст амонію та окиснюваність. У результаті було виявлено кореляцію (за Спірменом) між величиною окиснюваності та активністю тритію у бюветах, що геоморфологічно приурочені до лесових останців Придніпровської височини ( $k_{\text{кор}}=0,51$ ). Була встановлена закономірність – зі збільшенням показника окиснюваності збільшується тритій (рис.2).

Оскільки окиснюваність є показником якості води, що характеризує кількість розчиненого кисню у воді, джерелом його надходження до підземних вод є поверхневі води та приповерхневі водоносні горизонти. Кореляція між окиснюваністю та тритієм вказує на спорідненість процесів

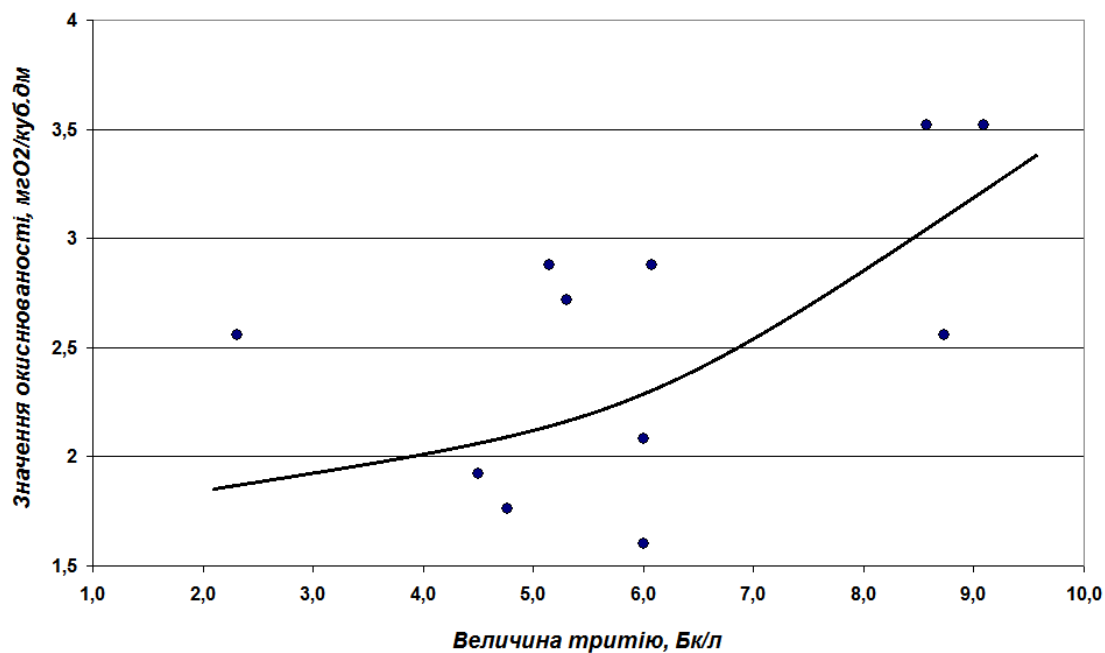


Рис. 2. Залежність між величиною окиснюваності та активністю тритію у бюветній воді в межах лесових останців Придніпровської височини

надходження цих компонентів до глибинного водоносного комплексу. Таким чином, можна об'єктивно стверджувати, що має місце процес зміни природного хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу в м. Києві.

**Висновки.** Результати дослідження вказують на наявність техногенного впливу на формування хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу. За допомогою ізотопно-радіохімічних даних (вміст тритію у воді) було виявлено найбільш уразливі ділянки на території м. Києва. Це долина

р. Дніпро, частини Придніпровської низовини (лівобережжя р. Дніпро) та долини малих річок. Кореляційний аналіз дав змогу встановити закономірність: зі збільшенням активності тритію зростає показник окиснюваності. На думку автора, виявлені закономірності дають підставу стверджувати про небезпеку антропогенного перетворення підземної гідросфери з точки зору зміни якості питних підземних вод у бік її погіршення. Побудована карта-схема розподілу тритію може потенційно слугувати підґрунтям для оцінки прогнозованого ступеня уразливості підземних вод до забруднення.

#### Література

1. Геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів родовища питних підземних вод середньорського водоносного горизонту для ПАТ «Квазар» в м. Києві (з підрахунком запасів станом на 01 серпня 2010 р.) : звіт про НДР / ПДРГП «Північгеологія» [Текст] / О.П. Нікіташ, О.П. Довженко, Н.І. Івасюк та ін. – К., 2010. – 110 с.
2. Рейтинг чистых и грязных бюветов Киева: инфографика [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://news.bigmir.net/capital/739722-Rejting-chistyh-i-grjaznyh-bjuvetov-Kieva--INFOGRAFIKA->. – Мова рос. – Опис засн. на версії, датов.: 14. 08.2013.
3. Тритій у біосфері [Текст] / В.В. Долін, О.В. Пушкарьов, І.Ф. Шраменко та ін. – К.: Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2012. – 224 с.
4. Девис, Дж.С. Статистический анализ данных в геологии: в 2 кн. Кн. 1 [Текст] / Дж.С. Девис.; пер. с англ. В.А. Голубевой; ред. Д.А. Родионов. – М.: Недра, 1990. – 319 с.
5. Кошляков, О.С. Виявлення динаміки змін хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу у м. Києві за допомогою методів математичної статистики [Текст] / О.С. Кошляков, Т.О. Кошлякова // Науковий вісник Національного гірничого університету. Науково-технічний журнал. – Дніпропетровськ, 2014. – №3(141). – С. 5–10.

## GEOECOLOGICAL MONITORING OF DANGEROUS LOCAL GEOCHEMICAL OBJECTS IN URBAN ENVIRONMENT BY REMOTE SENSING

*І.Г. Черваньов, Ю.К. Бурдун. ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАГРОЗЛИВИХ ЛОКАЛЬНИХ ГЕОХІМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ ДИСТАНЦІЙНИМ ЗОНДУВАННЯМ. Значні маси гірських порід, будучи піднятими з глибин Землі на поверхню, мають ряд негативних властивостей, що визначаються умовами виникнення, які відрізняються від зовнішніх. Маси підземних порід, внаслідок їх зміни водними і повітряними компонентами, а також самозаймання, значно впливають на стан довкілля, зокрема – обумовлюють їх фітотоксичність. Була взята за основу гіпотеза про кореляцію між солоністю і фітотоксичністю відвалів гірничодобувної промисловості. Також за допомогою вегетаційних індексів була досліджена динаміка рослинності. Вегетаційні індекси були розраховані для аналізу стану рослинності відповідно до різночасових цифрових зображень. Кореляція була запропонована для дослідження з використанням методів дистанційного зондування.*

*Ключові слова:* геоекологічний моніторинг, індекс солоності, вегетаційний індекс.

*І.Г. Черванёв, Ю.К. Бурдун. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ УГРОЖАЮЩИХ ЛОКАЛЬНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ ДИСТАНЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ. Значительные массы горных пород, будучи поднятыми из глубин Земли на поверхность, имеют ряд негативных свойств, определяемых условиями возникновения, отличающихся от наружных. Массы подземных пород, вследствие их изменения водными и воздушными компонентами, а также самовозгорания, значительно влияют на состояние окружающей среды, в частности – обуславливают фитотоксичность почвы. Была взята за основу гипотеза о корреляции между соленостью и фитотоксичностью отвалов горнодобывающей промышленности. Также с помощью вегетационных индексов была исследована динамика растительности. Вегетационные индексы были рассчитаны для анализа состояния растительности в соответствии с разновременными цифровыми изображениями. Корреляция была предложена для исследования с использованием методов дистанционного зондирования.*

*Ключевые слова:* геозекологический мониторинг, индекс солености, вегетационный индекс.

**Introduction.** The research serving as the basis for this publication refers to a number of socially topical and scientifically meaningful ones. It is dedicated to one of the most important geo-environmental problems in Donetsk –one of the cities in Ukraine with over a million inhabitants. Several dozens of mining and processing plants are located in its city boundary. Within 200-year history of mining coal deposits more than 150 refuse dumps – slagheaps, which significantly affect the environment, have been made here. This effect is conditioned by the changes (metamorphosis) in topography and surface runoff, as well as geochemical transformations of overburden, which create specific geochemical arenas, by polluting the air, the surface runoff and creating a man-made landscape-geochemical system.

By virtue of the dynamic process of transformation of the earth surface, they are difficult to trace directly. Accordingly, it is necessary to use the indirect information, in particular the results of remote sensing.

This is facilitated by the availability of many satellite data, digital format of their presentation, which is convenient for computer processing and the visualization of landscape and geochemical occurrence through the physiognomic properties of soil and vegetation cover: color, pattern, tonality, texture etc. They form the view of any optical spectrum of satellite data.

The purpose of the work is to carry out experiments by identifying landscape and geochemical

occurrence of refuse dumps in the city of Donetsk, as well as to assess their dynamics by comparing images at different time (within a 15-year period), by means of computer simulation and analysis of satellite data. In the course of the research work the following tasks were completed:

- selection of indicators that would provide the visualization of correlation between "artificial subsoil of refuse dumps - vegetation," available for the subsequent analysis of satellite data in a particular optical spectrum;
- calculation of the index of soil salinity, vegetation etc.;
- carrying out a temporary analysis of the obtained data.

**Summary of the literature.** Study of the refuse dumps on the territory of Donetsk is a topical issue. These technological formations are discussed by biologists, ecologists and geographers [1,7,8]. We are trying to understand all aspects of them. Some researches, including [5] about the salinity determination show the efficiency of salinity indices and its high correlation with the ground data. The authors examined the current state of the refuse dumps in the city of Donetsk using [8,9] and the hypothesis about their overgrowth was proposed using [2,3,6].

**The explication of the object.** For historical reasons the city of Donetsk happened to be the territory of intensive mining and beneficiation of coal territory, so it acquired a unique townscape which organically combines urban developments and gi-

ant dumps (of more than 50) - most of them are man-made relics of the early industrial era and coal mine construction. This type of townscape is characteristic for Donetsk, so it is even represented on its coat of arms. The city of Donetsk is characterized by the complicated combination of various spatial forms of land use and territory organization.

The urban development combines the radial type of main streets (avenues) and chaotic outlines of mining settlements. This arrangement could not but cause the emergence of geo-ecological problems in the city.

**Methods.** In this paper data from the satellite system LandSat 5 TM are used for the following dates: 07.08.86, 11.07.87, 05.07.88, 17.09.06, 21.06.09, 08.06.10, 13.07.11. The data for the summer and autumn periods are used for this research. Unfortunately, the data were obtained in different months, which is caused by technical issues of shooting conditions.

To highlight the areas with different levels of salt content Normalized Difference Salinity Index (NDSI) and Salinity Index (SI) were calculated [5].

$$NDSI = (RED - NIR) / (RED + NIR), \quad (1)$$

$$SI = RED / NIR \quad (2)$$

where RED - is the brightness of the pixel in the 3rd channel scan Landsat, which corresponds to red spectrum; NIR - is the brightness of the pixel in the 4th channel, corresponding to near-infrared spectrum.

For the analysis of vegetation we calculated the following vegetation indices: Moisture Stress Index (MSI) and the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI).

$$MSI = SWIR / NIR, \quad (3)$$

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (4)$$

where SWIR - is the brightness of the pixel in the 5th channel scan Landsat, which corresponds to the near infrared spectrum, the latter was given above.

Further, we refer to the index numbers of the formulas (1) - (4) by putting them in parentheses.

**Results.** 11 refuse dumps were selected for the research where in 1986-88 the regions of relatively understated indices (1) and (2) - usually lower than 0.2 (Fig. 2) were fixed. The selection of refuse dumps was carried out according to the data of several shots, as salinity can vary depending on the weather because of the varied humidity of dump rocks. It has been established that there is an inverse relation between the salt content in rocks of refuse dumps and humidity, that is apparently due to the change in regimes of evaporation and infiltration, depending on weather conditions: evaporation during dry periods, humidification of soil and infiltration during atmospheric precipitation and subsurface moisture condensation during hot periods. Figure 1 shows the state of index (1) of the selected refuse dumps in 1987.

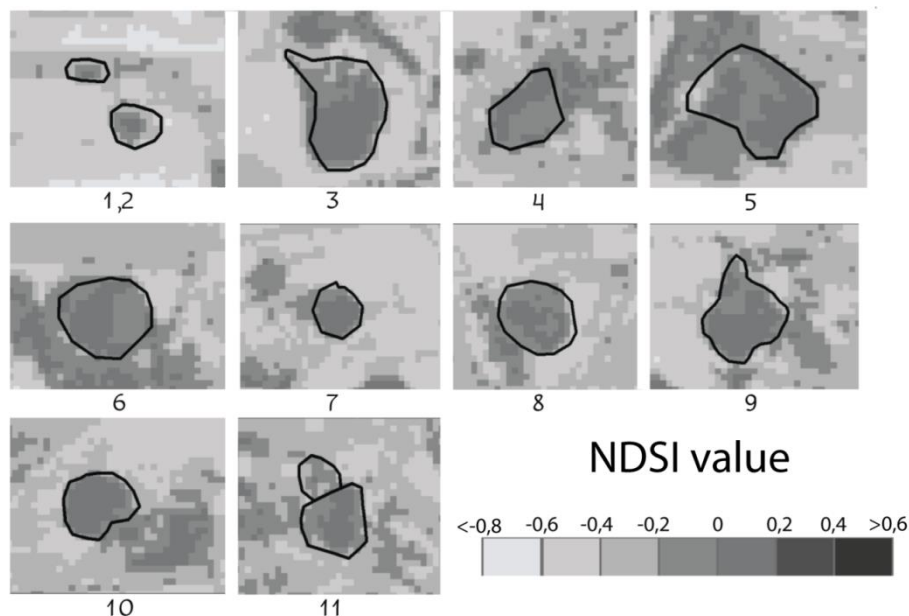


Figure 1. Index value (1) for the investigated mine dumps.

Index figures (3) for 1987-1988 are almost identical to index (1). At the same time, index figures (3) of the previous year (1986) radically differ from the values determined for 1987-1988: it is assumed that this might be caused by weather con-

ditions which are different from those in the following years, whereas the districts of relatively reduced index (1) spatially coincide in the course of the above mentioned three years.

Index value (4) ranged from -0.01 to 0.01 in most parts of the prospected refuse dumps in 1986-1988. These figures are typical for index of wasteland, sands and open ground. In some areas index value (4) reaches 0.2, which is typical for low vegetation, while index figures (1) are high, which is likely to indicate the evaporative regime in arid weather conditions.

An inverse relation is clearly observed between indicators of index (1) and (4). The analysis of 86-88 data showed that refuse dumps with a relatively-reduced salinity are characterized by partial overgrowing, whereby, according to observers an air-water regime of the substrate is changing, and its moisture content is one of the main conditions for the further development of the vegetation [8]. Aging of refuse dumps is associated with a decrease in the content of maneuverable salts and increasing pH, which provides a more neutral soil

reaction [7]. This trend has a positive effect for flora.

There was a partial overgrowth of vegetation on refuse dumps based on growth of index values (4), to 2009-11. This means that there is a positive dynamics in overgrowing of refuse dumps.

Vegetation index is used (4) to compare vegetation changes of mine dumps, its results are presented in Fig. 2.

The general trend of changes is the increase in the vegetation cover density primarily on the territories where relatively low salinity of refuse dumps was recorded in the 1980s. This feature looks natural. However, there are areas where vegetation decreased in 2011 in comparison with 1987 (1 and 2 refuse dumps, fragments of 5, 8, 9 refuse dumps). This may have been caused by the geochemical activity of refuse dumps in recent years because this process starts, as a rule, some time after storing the rocks [9].

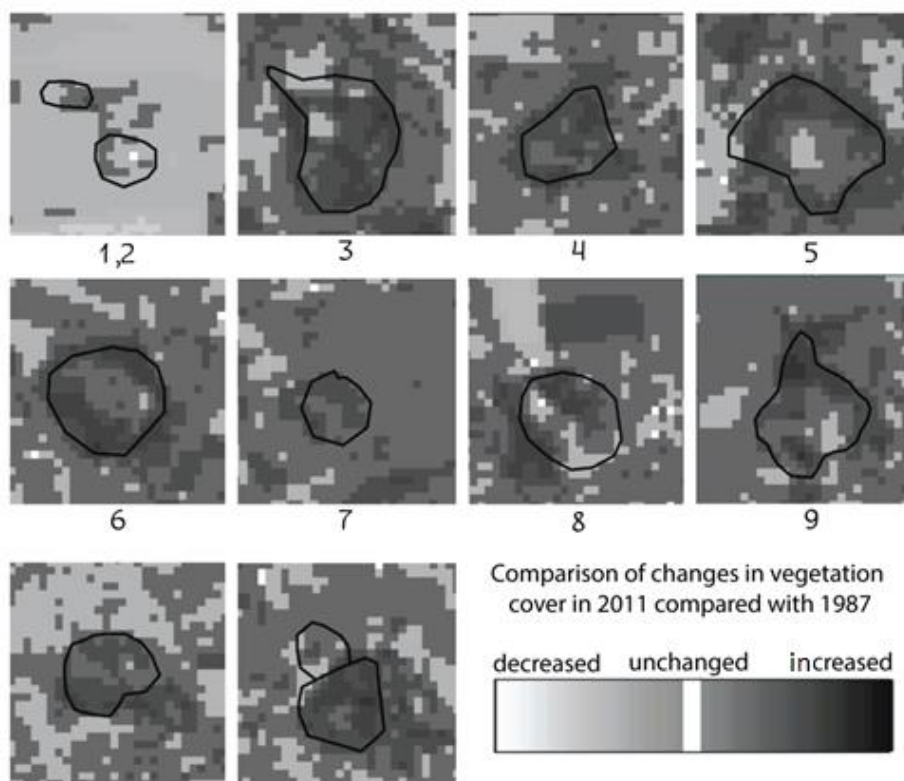


Figure 2. Comparison of changes in vegetation cover in 2011 compared with 1987.

**Conclusion.** The use of satellite data of LandSat 5 TM in assessment of landscape-geochemical characteristics of refuse dumps rocks and processing plants in Donetsk has showed the perspective of this scientific method in relation to other objects that undergo complicated processes of landscape-geochemical transformations. The effectiveness of Normalized Difference Salinity Index (NDSI) and Salinity Index (SI) calculation was confirmed by calibrated digital images of re-

fuse dumps undergoing geochemical transformations.

Moisture Stress Index (MSI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) turned out to be effective. The comparison of indices NDVI, which was calculated for particular refuse dumps on different dates of the summer-autumn period within 15 years, enabled us to establish the trends of overgrowing the refuse dumps with natural vegetation, including those which may indicate geochemical activity of rocks.

Unfortunately, for technical reasons the months of shooting vary and it is caused by the shooting conditions.

Vegetation indices were calculated to analyze the state of vegetation according to digital images within the spectrums of satellite data obtained at different time.

The comparison of the obtained state of vegetation showed mainly positive trend of refuse dumps overgrowing and an ambiguous relation with it and the dynamics of soil salinity index.

Based on the correlation between the soil salinity of refuse dumps and the state of overgrowing

with vegetation the ability to forecast the speed of phytocenosis was established. It gives an opportunity to plan the recultivation of refuse dumps in order to improve the townscape of Donetsk (and in other cities with the similar geo-ecological problems).

Taking into account the fact of overgrowing, the aesthetics and attractiveness of Donetsk will improve the quality of life of its inhabitants, not to mention the improvement of the above-mentioned geoecological situation. Unfortunately, the latest events in the city are recessing the implementation of such measures.

#### References

1. Chervanyov, I. and Burdun, I. (2013). *The researching of components of heat radiation of refuse dumps of refuse dumps on the territory of Donetsk*. V. N. Karazin Kharkiv National University Bulletin. Series Geology, Geography, Ecology, 38, pp.173-176. (in Ukrainian).
2. Forman, R. (1995). *Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 632 p.
3. Glazovskaya, M. (1988). *Geochemistry of Natural and Technogenic Landscapes of the USSR*. Moscow, Russia: Vysshaya Shkola, p.328. (in Russian).
4. Malysheva, L. (1998). *The landscape-geochemical evaluation of the ecological condition of the territories*. Kyiv, Ukraine, 131 p. (in Ukrainian).
5. Ochieng, G., Ojo, O., Otieno, F. and Mwaka, B. (2013). *Use of remote sensing and geographical information system (GIS) for salinity assessment of Vaal-Harts irrigation scheme, South Africa*. *Environ Syst Res*, [online] 2(1), 12 p. Available at: <http://link.springer.com/article/10.1186%2F2193-2697-2-4#page-1> [Accessed 3 Jun. 2015].
6. Perelman, A. and Kasimov, N. (1991). *Geochemistry of landscape*. Moscow: MSU, 610 p. (in Russian).
7. Torokhova, O. (2007). *On phytotoxicity of Donbass industrial waste discharge rock*. *Industrial Botany*, 7, pp.80-84. (in Russian).
8. Torokhova, O. and Agurova, I. (2009). *Dynamics of salification and humidity of substrates in coal mine dumps in Donbass area*. *Industrial Botany*, 9, pp.97-100. (in Russian).
9. Chervanyov, I., Burdun, Yu. (2014). *The Experience of Geoecological Monitoring of dangerous local geochemical objects of Cities Environment by treatment of space pictures "LANDSAT": some results of educational-research collaboration // The 1-th International Academ. Confer. "Fundamental and Applied Studies in America, Europe, Asia and Africa"*. Melbourn: Melbourn un-t. Vol. 1 Pp.213-219.



## APPLICATION OF GEOECOLOGICAL VULNERABILITY ASSESSMENT TO PREVENTION OF EMERGENCIES

*І.Г. Черваньов, Є.О. Варивода. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ОЦІНКИ ГЕОЕКОЛОГІЧНОЇ ВРАЗЛИВОСТІ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ. Проаналізовані передумови впровадження сучасного методологічного підходу оцінки геоecологічної вразливості в якості інструменту попередження надзвичайних ситуацій (НС). Розглянуто поняття «вразливості» в контексті геоecологічного підходу. Виявлено, що практична реалізація підходів до оцінки впливу надзвичайних ситуацій на довкілля, яка є на сьогодні в Україні, не відповідає світовій практиці забезпечення системи превентивної безпеки, заснованої на виявленні, оцінці і моніторингу факторів ризику та покращення системи раннього попередження. Імпульсом для розвитку даного напрямку може служити розробка і впровадження методології оцінювання геоecологічної вразливості до НС. Зіставлення характерних особливостей понять «вразливість», «надзвичайна ситуація» і «ландшафт» дозволяє припустити, що адаптація концепції оцінки вразливості в Україні може ефективно вирішуватися шляхом застосування інструментарію конструктивно-географічних досліджень. Впровадження методології оцінки геоecологічної вразливості забезпечить перехід на якісно новий рівень управління попередженням, пом'якшення ризиків і наслідків НС, за рахунок переходу від моделі, заснованої на зборі, документуванні та узагальненні даних про НС до аналізу геоecологічних передумов їх виникнення, виявлення природних механізмів саморегуляції, розробці превентивних управлінських рішень на основі типології ландшафтних комплексів за ступенем природної та техногенної небезпеки виникнення НС.*

*Ключові слова:* надзвичайні ситуації, геосистема, геоecологічна вразливість, вплив, навколишнє середовище.

*И.Г. Черванев, Е.А. Варивода. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. Проанализированы предпосылки внедрения современного методологического подхода оценки геоecологической уязвимости в качестве инструмента предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Рассмотрено понятие «уязвимости» в контексте геоecологического подхода. Выведено, что практическая реализация подходов к оценке воздействия чрезвычайных ситуаций на окружающую среду, которая есть на сегодня в Украине, не соответствует мировой практике обеспечения системы превентивной безопасности, основанной на выявлении, оценке и мониторинге факторов риска бедствий и улучшения системы раннего предупреждения. Импульсом для развития данного направления может служить разработка и внедрение методологии оценивания геоecологической уязвимости к ЧС. Сопоставление характерных особенностей понятий «уязвимость», «чрезвычайная ситуация» и «ландшафт» позволяет предполагать, что адаптация концепции оценки уязвимости в Украине может эффективно решаться путем применения инструментария конструктивно-географических исследований. Внедрение методологии оценки геоecологической уязвимости обеспечит переход на качественно новый уровень управления предупреждением ЧС, смягчения рисков и последствий за счет перехода от модели, основанной на сборе, документировании и обобщении данных о ЧС к анализу геоecологических предпосылок их возникновения, выявлению природных механизмов саморегуляции, разработке превентивных управленческих решений на основе типологии ландшафтных комплексов по степени природной и техногенной опасности возникновения ЧС.*

*Ключевые слова:* чрезвычайные ситуации, геосистема, геоecологическая уязвимость, воздействие, окружающая среда.

**Introduction.** At present an increasing quantity and a cross-border scale of consequences of the emergency situations (ES), against permanent degradation of environment is the indicator which calls for improvement of the scientific and methodological approaches existing in Ukraine in the field of ensuring geoecological safety.

“The Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters” [16] as one of priority actions defined creation of counteraction of disaster potential at the level of the states and communities: “Identification, assessment and monitoring of risk factors of disasters and improvement of the early prevention. Basic activities to reduce the risk of emergency situations and to teach counteraction to disasters culture is the knowledge of dangers and physical, social, economic and ecological factors of vulnerability to disasters which communities face, as well as models of dangers change and factors of vulnerability in a short-term and long-term

outlook on the basis of which the appropriate measures are taken.”.

Ukraine has joined a number of the international agreements and conventions connected with the solution to problems of transition to a preventive security system. This step means carrying out active actions in the field of harmonization and the subsequent implementation of the normative legal acts, methodological approaches and separate standards aimed at the development and strengthening of counteraction to emergency situations potential at the expense of measures of the early prevention.

Formation of “vulnerability” as a scientific concept originated in the 1970<sup>th</sup> in social sciences where vulnerability was perceived as the response to perception of emergency situations risk of mainly natural character focused on technological solutions. Since 1980<sup>th</sup>, the dominating position has been taken by the alternative concept – definitions and estimation of vulnerability as a starting point



for an assessment of consequences and decrease in risks of emergency situations [7,15].

For the last decades in the European Union countries and the USA numerous scientific works have appeared devoted to a problem of the emergency situations analysis and an assessment of vulnerability [1-2; 5; 17]; leaving their comprehensive review beyond the scope of this work, we consider the concept of "vulnerabilities" in the context of geocological approach.

Experience in assessment of vulnerability to emergency situations in Ukraine is limited to researches in the field of social and economic analysis of emergency situations of natural and technogenic character, and methodical approaches to assessment of emergency situations consequences in the international and Ukrainian practice [18] for today and is absent in relation to an assessment of geocological vulnerability to emergency situations.

We consider that the success of an objective realization in Ukraine will depend on how modern applied direction fits into an outline of basic scientific researches and development within "new" geography [4]. Constructive and geographical approach is a backbone for information integration, analytical and decision-making processes on a uniform methodological basis. This direction of private methodology of estimation of geocological vulnerability to emergency situations can serve a powerful impulse for development.

The purpose of this work is the prerequisites analysis of development and introduction of modern approach to a problem of the ensuring preventive safety based on methodology of an assessment of geocological vulnerability to emergency situations in Ukraine.

**Method.** The theoretic and methodological fundamentals of the paper are based on modern scientific provisions on geocology, constructive geography with the use of the latest achievements in the field of disasters prevention and risk management of emergency situations.

The problem and prospects of geocological vulnerability assessment application of methodology to emergency situations is considered based on an analytical method as the material for which the international normative legal acts, standard and methodical documents, and literary data on ensuring ecological safety serve in the system of the prevention and elimination of emergency situations consequences.

**Results and discussion.** It is obvious that identification and the subsequent assessment of geocological vulnerability to emergency situations demands, first of all, a clear understanding of such "vulnerability" and

distinctive features of "geocological vulnerability".

The term vulnerability ("vulnerare" from Latin – a wound) has been used in English for 400 years. For today there is no uniform definition of the concept of vulnerability, the definition formulated in the UN International Strategy for Disaster Reduction) is the most widely used. It is possible to say that the conceptual base for this term in general has been created [5; 10-11], however the methodological basis as the uniform developed structure with the developed conventional approaches to applied aspects of this concept use, still needs scientific development.

Leading scientists published a number of works on application of geocological approaches in the prevention and elimination of consequences of the natural technogenic catastrophes based both on world, and national experience [6; 9; 12-14]. We consider the specifics of geocological approach application which are insufficiently lit, in our opinion, in a vulnerability to emergency situations assessment.

In spite of the fact that conceptual classifications of "vulnerability" differ in judgments of different scientists and experts, we pay attention to the fact that in overwhelming number of cases it is considered as a reaction or set of reactions to external influence, i.e. as object - the object relation. From this follows that there is an opportunity to unambiguously estimate and determine such relation in objective criteria. But if it was so, we would have an opportunity to make a certain deterministic model of "influence reaction" or a "donor recipient" (as it was accepted in ecological, medical and sanitary assessments). But in works of Adger, 2006; Alexander et al., 2014; Bankoff et al., 2004; Cardona, 2011 it is repeatedly noted that such unambiguity of reactions isn't observed: vulnerability is various depending not only on the type and force of external influence, but also on a system condition which resists to it, or it doesn't perceive, or, on the contrary, strengthens independently. Because of such richness of the possible relations between influence and result we consider it expedient to give another, subject - subject interpretation of concept of vulnerability that will explain, in our belief, a variety of the relations between a donor system and a recipient system if we accept variety and system complexity of each of them - vulnerability is an estimation of a wide range of direct and indirect manifestations of external influence through the internal geocological and social and economic manifestations giving the chance to people and communities to counteract emergency situations influence, or on the contrary, limiting their

ability to interfere with negative impact of emergency situations.

Thus, vulnerability is a type and level of response of natural and social system (geosystem in the broadest sense) of subject - subject character.

The latter is important in several relations: a) explains why there shouldn't be an unambiguous compliance between the level of influence and reaction of a system to it; b) denies possibility of an unambiguous assessment of influence and reaction

to it; c) doesn't give the chance to steadily predict vulnerability, the subject relations can't be determined.

Comparison of key features of "emergency situation" and "geosystem" (table 1) in terms of vulnerability conception allows to assume that adaptation of the concept of an assessment of vulnerability in Ukraine can effectively be solved by the use of research tools of constructive geography and geoecology.

Table 1

Comparative analysis of main features of "emergency situations" and "geosystem" in terms of vulnerability conception

| Features                      | EMERGENCY SITUATION<br>(Subject 1)  | GEOSYSTEM<br>(Subject 2)  |
|-------------------------------|---|---|
| Territoriality/<br>spatiality | Emergency situations arise within territorial units, having a certain spatial localization. There is a geographical division of the territory which was affected by emergency situations: blow zone; the zone "filtrations" located round a blow zone; zone of rendering a public aid.  | The geosystem represents a set of territorial units in which borders of geocomponents are genetically interconnected with human activity.<br>The geosystem is a content of space; which properties depend on their spatial localization, sizes and a form; functioning as ability to maintain autonomy in environment.  |
| Dynamism                      | In dynamics of emergency situations we allocate 4 characteristic stages: 1. A stage of accumulation of deviations from a normal state or process; 2. Initiation of the extraordinary event which is the cornerstone of emergency situations; 3. Process of an extraordinary event during which there is a release of the risk factors (energy or substance) making an adverse effect on the population, objects and environment; 4. An attenuation stage which chronologically covers the period from overlapping of localization of an emergency situation, to a complete elimination of its straight lines and indirect consequences. | Is the characteristic of geosystem (for example, a stage of succession or seasonal and daily dynamics) which covers all its states and their changes in time, irrespective of time scale and duration – suddenness of changes. We allocate 4 large-scale levels of dynamic changes of a landscape – daily dynamics, seasonal, long-term dynamics and evolution. |
| Complexity                    | The emergency situation is defined by result of complex interaction between potentially dangerous physical impacts (for example, floods, fires) and vulnerability of natural and social and economic environment.   | Complexity of geosystem is determined, on the one hand, by interaction of the components composing it, and on the other - the morphological units (natural territorial complexes of the lowest ranks) forming the interfaced ranks within a landscape entering it.  |
| Hierarchy                     | Depending on scale of the consequences caused by an emergency situation, capacity of the technical and material resources necessary for their elimination, the following levels of emergency situations are defined: the global; national; the regional; the local; the object.   | three main geosystem levels of the organization of landscape systems are allocated: planetary (landscape sphere; geographical belts; continents, oceans; subcontinents); regional (landscape countries; landscape (zone) areas; landscape provinces; landscapes); local (districts; natural boundaries; subnatural boundaries; facies).                         |

In emergency situations the object of control and monitoring of an ecological state are only certain components of a landscape (atmospheric air, surface and underground water, a biota), but not structure of a landscape in general. Thus, ecologi-

cal parameters in an emergency zone are estimated mainly on the basis of measurements of the polluting substances concentration, and for an assessment of impact on a plant and animal life structurally functional indicators of populations and bioce-

noses are used. Such research demands long time, to estimate the current state of natural ecological components ranging on the territory, based on methods of expert estimation, is often used.

Identification of relationships of cause and effect between influence of emergency situations factors and possible structurally functional changes of a landscape is one of the geoecological vulnerability problems assessment. And if a key postulate of the techniques based on approaches of ecological rationing is the statement "has to correspond", at the heart of the analysis and an assessment of geoecological vulnerability search of the answer to a question lies: "What landscape complex is the least capable to keep structural and functional integrity under the influence of factors of emergency situations?"

The degree of susceptibility of landscape complexes to influence on emergency situations expressed through the concept "vulnerability" can be investigated on vulnerability, as internal property of a landscape which characterizes by its own susceptibility to anthropogenic and/or natural influences which does not depend on the type of emergency situations and specific vulnerability to concrete type of emergency situations.

The analysis and generalization of various techniques and approaches to an assessment of vulnerability show expediency of the generalized integrated methodology development.

Obligatory elements of geoecological vulnerability assessment are: landscape maps as a basis for spatial localization; a set of estimated criteria and indicators in total the landscapes defining de-

gree of vulnerability to emergency situations; analysis of the structurally functional organization of landscape complexes; estimation and classification of landscape complexes by vulnerability degree to emergency situations; development of geoecological recommendations on strengthening of coping capacity to vulnerability.

**Conclusions.** The conducted analysis shows that, despite substantial positive influence from outside, by basic factors, qualificatory introduction of methodology of geoecological vulnerability estimation, there are both internal insufficiently worked out theoretical bases, actually methodologies and on the whole absence of the proper normatively-legal and organizational provision of ecological safety in the field of the state system of prevention and reacting to emergencies of natural and technogenic character.

Introduction of methodology of geoecological vulnerability assessment will provide transition to a qualitatively new level of emergency situations management, prevention, mitigation of risks and consequences for the account: transition from the model based on collecting, documenting and synthesis of the data on emergency situations to the analysis of geoecological prerequisites of their emergence, identification of natural mechanisms of self-control, development of preventive measures; transition from preparation and submission of information for decision-making to preparation of preventive administrative decisions versions on the basis of typology of landscape complexes on degree of natural and technogenic danger of emergency situations occurrence.

### References

1. Adger, W. (2006). *Vulnerability. Global Environmental Change*, 16(3), pp.268-281.
2. Alexander, D., Birkmann, J. and Kienberger, S. (n.d.). (2014). *Assessment of vulnerability to natural hazards*.
3. Bankoff, G., Frerks, G. and Hilhorst, D. (2004). *Mapping Vulnerability*. London: Earthscan.
4. Bagrov, N., Rudenko, L., and Chervanyov, I. (2012). *The "new" Geography of the Information age: the Ukrainian realizes and trends. Geography, Ecology and Environment*, RAN, Moscow.
5. Birkmann, J. (2013). *Measuring vulnerability to natural hazards*. Tokyo: United Nations University Press.
6. Bokov, V. (2005). *Jekogeodinamika Krymskogo regiona: konceptual'nye podhody. Geopolitika i jekogeodinamika regionov*, (5), pp. 7-11.
7. Cardona, O. (2004). *The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management*. In: *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, London: Earthscan, pp.37-51.
8. Cardona, O. (2011). *Disaster risk and vulnerability: Notions and measurement of human and environmental insecurity*. In: *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security – Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*, Berlin: Springer, pp.107-122.
9. Chervanev, I. (2000). *Perspektiva ocnki vozdeystvija na okruzhajushhuju sredu s uchetom spontannyh processov samoorganizacii (v regional'nom aspekte stran ChJeS). Chrezvyčajnye situacii: preduprezhdenie i likvidacija posledstvi*, Har'kov, pp.159-160.
10. Green, C. (2004). *The evaluation of vulnerability to flooding. Disaster Prevention and management*, 13(4), pp.323-329.
11. Luers, L. (2005). *The surface of vulnerability: an analytical framework for examining environmental change. Global Environmental Change*, 15, pp.214-223.
12. Mamaev, Ju. (1996) *Voprosy metodologii v ocnke ustojchivosti territorij. Geojekologija*, (2), pp.17-18.
13. Mjagkov, S. (1995). *Geografija prirodnogo riska*. Moscow: Izd-vo Mosk. Un-ta.

14. Puzachenko, Yu. et al. (1991). *Geograficheskie osnovy preduprezhdenija i likvidacii posledstvij prirodno-tehnogennyh katastrof*. Izvestija AN SSSR, (6), pp.40.
15. Schneiderbauer, S. and Ehrlich, D. (2004). *Risk, hazard and people's vulnerability to natural hazards: A review of definitions, concepts and data*. European Commission-Joint Research Centre (EC-JRC). Brussels.
16. Unisdr.org, (2014). *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters - full text - UNISDR*. [online] Available at: <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/1037> [Accessed 24 Dec. 2014].
17. Vogel, C. and O'Brein, K. (2004). *Vulnerability and Global Environmental Change: Rhetoric and Reality*. AVISO – Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security.
18. Voloshyn, S. et al. (2010). *Social'no-ekonomichnyj analiz nadzvychajnyh situacij pryrodnogo ta tehnogennogo harakteru*. Simferopol': RVPS Ukrai'ny NAN Ukrai'ny.

# ХРОНІКА

## ПАМ'ЯТИ ПРОФЕССОРА Г.В. КАРПОВОЙ



28 декабря 2014 г. на 92-м году ушла из жизни профессор, доктор геолого-минералогических наук, крупнейший ученый-литолог, профессор кафедры минералогии и петрографии Харьковского национального университета Галина Васильевна Карпова.

Галина Васильевна родилась 4 апреля 1923 г. в Москве. В 1941 г. она поступила в один из крупнейших геологических вузов страны - Московский геологоразведочный институт, который закончила в 1949 г. и получила направление на работу в Харьков. В дальнейшем вся ее жизнь и деятельность прошла в нашем городе и в основном была связана с университетом.

Первым местом ее работы был Научно-исследовательский институт геологии Харьковского государственного университета, которым руководил выдающийся геолог - профессор Д.Н. Соболев. После закрытия института геологии она перешла работать на кафедру петрографии геологического факультета.

В 1950 г. Галина Васильевна стала ассистентом Харьковского горного института, и с тех пор не прекращалась ее педагогическая деятельность. В этом институте под руководством профессора Н.В. Логвиненко - доктора геолого-минералогических наук, выдающегося литоло-

га, в дальнейшем лауреата Государственной премии - она выполнила крупное исследование по литологии араукаритовой свиты западной части Донецкого бассейна. Этим был внесен заметный вклад в развитие представлений о Большом Донбассе, которые зародились в Харьковском университете благодаря работам профессора Н.Д. Борисяка еще в XIX столетии и получили широчайшее развитие в середине прошлого века. Эта работа Г.В. Карповой опиралась на большой объем полевых и лабораторных исследований, на основе которых была дана исчерпывающая литологическая и палеогеографическая характеристика обширной территории распространения верхнего карбона в регионе. Защита этой работы в качестве кандидатской диссертации состоялась в 1955 г. В 1956 г. Галина Васильевна перешла на работу старшим преподавателем, а с 1961 г. доцентом Харьковского государственного университета.

Здесь, на кафедре петрографии, которой в то время (до 1964 г.) руководил профессор Н.В. Логвиненко, сложилась прекрасная творческая обстановка, способствовавшая продуктивной работе. В те годы на кафедре была создана лучшая в Украине лаборатория по исследованию минерального вещества, которая обеспечивала

его химическое, оптическое, термографическое, электронно-микроскопическое, ИК-спектроскопическое и др. изучение. Под руководством и при участии профессора Н.В. Логвиненко и Г.В. Карповой были выполнены значительные работы в области минералогии осадочных образований.

В 1968 г. в Геологическом институте АН СССР в Москве Галина Васильевна блестяще защитила докторскую диссертацию "Глинистые минералы и постседиментационные изменения каменноугольных отложений Большого Донбасса". В 1970 г. она стала профессором кафедры минералогии и петрографии, на которой и проработала вплоть до выхода на пенсию в 2000 г.

Галине Васильевне была свойственна широта научных интересов. Основными направлениями ее научной деятельности были: 1 – изучение литологии Большого Донбасса; 2 – исследования триасового флиша Крыма, которые возглавлялись профессором Н.В. Логвиненко и завершились изданием коллективной монографии "Литология и генезис таврической формации Крыма"; 3 – изучение минералогии и генезиса осадочных диагенетических карбонатных образований, результатом которого стало уточнение природы магнезиального кальцита и значительно расширены представления об изоморфизме в карбонатах группы кальцита. Публикации по этой тематике (Н.В. Логвиненко, Г.В. Карпова, В.Г. Космачев) нашли отклик в зарубежной литературе; 4 – исследования глинистых минералов и стадийности их изменения, в частности, в ходе катагенеза. Их результаты были опубликованы в виде монографии (издательство "Недра", Москва, 1972). Выполненные в основном на материале палеозоя Днепровско-Донецкой впадины, эти работы теснейшим образом связаны с оценкой коллекторских свойств пород и, таким образом, послужили прогнозу нефтегазоносности региона. Некоторые вопросы этой проблемы разрабатывались Галиной Васильевной совместно с Н.В. Логвиненко, Э.П. Шевяковой, А.Е. Лукиным, В.А. Кривошеей, В.М. Тесленко-Пономаренко.

Ряд публикаций посвящен отложениям и другим регионов – рифею Южного Урала, аалену Северного Кавказа, триасу Предкавказья и др.

Работы Г.В. Карповой широко известны специалистам поскольку были опубликованы в центральных изданиях – Докладах АН СССР, Записках Всесоюзного минералогического общества, Известиях вузов (серия геологии), в журнале "Литология и полезные ископаемые", в Докладах АН УССР, Геологическом журнале

АН УССР, Записках Украинского отделения Всесоюзного минералогического общества, Минералогическом сборнике Львовского университета и др., а из зарубежных изданий - в *Sedimentology* и *Sedimentary Petrology*.

При создании справочника по литологии (издательство "Недра", Москва, 1983) ею были написаны разделы "Глинистые породы" и "Особенности исследования тонкодисперсных минералов". Подтверждением ее научного авторитета является участие в качестве оппонента в ряде защит докторских диссертаций.

Галина Васильевна всегда очень ответственно относилась к преподавательской работе.

Она вела важнейшие для профильной подготовки литологов курсы – "Литофациальный анализ", "Петрография", "Осадочные формации", "Литология". Они в большой мере строились на результатах ее научных исследований, содержали оригинальный материал и воспринимались студентами с большим вниманием и интересом. По этим дисциплинам, которые она блестяще читала, ею был опубликован ряд методических разработок, написанных на высоком профессиональном уровне, полностью сохранивших значение и широко используемых в учебном процессе и в настоящее время. Галина Васильевна много внимания уделяла работе с аспирантами, в числе которых были и граждане других стран. В частности, под ее руководством содержательные диссертации выполнили граждане Демократической Республики Вьетнам Нгуен Бьеу и Фам Ван Ан, которые, вернувшись после успешных защит диссертаций на родину, возглавили ее геологическую службу и научные геологические организации.

Галине Васильевне в полной мере были присущи скромность, бескорыстие, нетерпимость ко лжи и карьеризму. Уважение вызывали ее простота и доброжелательность в общении, умение прийти на помощь человеку в трудную для него минуту, принципиальность, энергичность, жизнелюбие, оптимизм. Она была человеком высокой культуры, в частности, прекрасно разбиралась в живописи, она много читала. Любовь к природе особенно ярко проявлялась в ходе полевых работ – в Крыму, Донбассе, на Волыни, на Кавказе, в поездках по Прибалтике, Русскому Северу. Близки ей были ландшафты Харьковщины и многих других мест Украины.

Важной ее чертой было умение сотрудничать с коллегами и учениками. Она щедро делилась с ними и знаниями, и опытом, и своими научными достижениями. Совместная работа с ней была в радость всем ее соавторам.

Велика тяжесть утраты: мы потеряли прекрасного человека и крупного ученого.

## ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ РЕМИЗОВ

К столетию со дня рождения



Игорь Николаевич Ремизов - известный геолог и географ - родился 16 мая 1915 г. в Харькове в семье профессора Николая Алексеевича Ремизова (1885-1955), крупного специалиста в области почвоведения, петрографии, литологии и палеогеографии, который проработал в Харьковском университете более 40 лет, был заведующим кафедрой петрографии. В 1932 г. Игорь Николаевич поступил на географический факультет Харьковского педагогического института профессионального образования, а после его реорганизации в 1933 г. в Харьковский государственный университет он учился на геологическом отделении геолого-географического факультета и окончил его в 1937 г. В это время в университете успешно функционировал созданный и возглавлявшийся профессором Д.Н. Соболевым научно-исследовательский институт геологии, в его аспирантуре И.Н. Ремизов продолжил учебу в 1937-1940 гг.

В 30-е годы студенты университета проходили учебные геологические практики на Карадаге в Крыму. И.Н. Ремизов участвовал в них сначала как студент, а затем - как руководитель. С тех пор научные интересы и любовь к прекрасным ландшафтам этого удивительного уголка Крыма сохранились у него на всю жизнь. Исследования, выполненные в аспирантуре под руководством профессора Д.Н. Соболева, составили содержание его кандидатской диссертации

"Геологический очерк Карадага (в Крыму)", которая была успешно защищена в 1941 г. Эта работа объемом в 261 с. явилась достойным продолжением и развитием классических исследований Ф.Ю. Левинсон-Лессинга и Е.Н. Дьяконовой-Савельевой. И.Н. Ремизов детально изучил ключевые вопросы геологии Карадага. Им были получены новые данные по орографии, геоморфологии, петрографии вулканитов, тектонике. Стратиграфические построения были обоснованы данными о 98 видах ископаемых из юрской толщи Карадага и его ближайших окрестностей, значительная их часть была обнаружена И.Н. Ремизовым на Карадаге впервые, в том числе непосредственно в туфовой толще. К вопросам геологии Карадага он обращался и в дальнейшем, в частности, в связи с тектоникой плит.

Успешное начало научной и педагогической деятельности И.Н. Ремизова было прервано войной. В 1942-1944 гг. он работал на Урале в организации Челябинскметаллургстрой, внося посильный вклад в дело обороны страны. После освобождения Харькова Игорь Николаевич вернулся в Институт геологии на должность старшего научного сотрудника и вскоре стал доцентом кафедры геологии.

Центральное место в его научной работе заняло всестороннее изучение кайнозоя региона, особенно отложений, которые сейчас



рассматриваются в объеме берекского (олигоцен) и новопетровского (миоцен) региоярусов. Во времена И.Н. Ремизова их выделяли как полтавскую свиту или серию и в основном относили к миоцену. Многочисленные публикации И.Н. Ремизова посвящены истории изучения этих отложений, их вещественному составу и стратиграфии. Он был одним из первых исследователей знаменитой "сивашской фауны", обнаружил в рассматриваемой толще своеобразные отложения, переполненные костными остатками рыб ("костяная брекчия"), описал ископаемых ручейников семейства Molanidae. Большое внимание им было уделено вопросам палеогеографии и условиям накопления полезных ископаемых - стекольных песков и ильменит-цирконовых россыпей. Содержание этих работ отражает обстоятельная статья "Полтавская серия, ее строение и стратиграфическое положение", которая в составе сборника о палеогеновых отложениях юга Европейской части СССР была опубликована издательством АН СССР в 1960 г.

Кроме "полтавской" тематики, его интересовали многие другие проблемы геологии и географии:

- современное осадконакопление в береговой зоне Азовского моря;
- перигляциальные образования Левобережной Украины;
- палеонтология и стратиграфия донецкой юры; в частности, его совместная с В.П. Макридиным статья "О фациях верхнеюрских отложений горы Кременец у г. Изюма" (БМОИП, отдел геол., 1952. - Т. 27. - Вып. 6. - С. 59-68) с чрезвычайно подробным послойным описанием разреза позволила в дальнейшем выделить здесь стратотипы изюмской и донецкой свит;
- в области геоморфологии - природа речных долин и террас, ландшафтные условия и современные физико-географические процессы Левобережной Украины, необычные для Харьковщины оползни и древний карст окрестностей г. Изюм;
- распространение, состав, морфология залежей четвертичного вулканического пепла на востоке Украины;
- геологическое строение и полезные ископаемые Харьковщины, изучение минерально-сырьевой базы строительных материалов региона;

- проблема охраны геологических памятников - его полевые исследования региона легли в основу описания этих объектов в первом справочном издании "Геологические памятники Украины" (1985). Он стремился к популяризации достопримечательных геологических объектов путем включения их в маршруты научных экскурсий, разработав несколько путеводителей.

Не оставались без внимания И.Н. Ремизова и проблемы тектоники, и общие вопросы природопользования, и задачи географии, и история развития геологии в Харьковском университете. Значимость научной тематики работ Игоря Николаевича подтверждается интересом к ней ряда крупных геологов и географов, профессоров Харьковского университета Г.П. Дубинского, Г.В. Карповой, Л.И. Карякина, П.В. Ковалева, Н.В. Логвиненко, В.П. Макридина, С.И. Проходского и др., которые были соавторами многих его публикаций.

Будучи доцентом кафедры геологии, он очень ответственно относился к преподавательской деятельности, участвовал в разработке учебных пособий и других методических материалов по ряду геологических дисциплин. Особенно велика его роль в постановке учебной полевой практики по геологическому картированию, которую он проводил на протяжении более 15 лет.

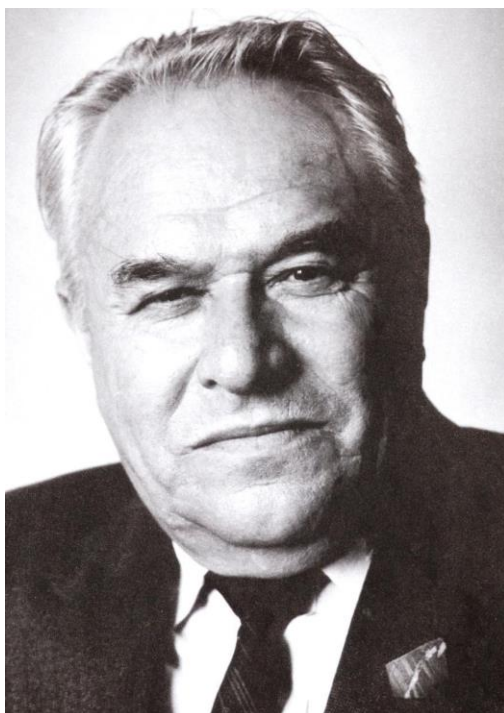
Игорь Николаевич был крупным ученым и педагогом. Но не менее интересна еще одна сторона его дарования - он был прекрасным самобытным художником, оставив после себя многочисленные выполненные в технике пастели пейзажи и натюрморты высокого художественного уровня. Яркое впечатление произвела на посетителей открытая к 100-летию со дня его рождения персональная выставка этих работ в залах галереи современного искусства "АС".

Ему были свойственны жизнерадостность, скромность, неприхотливость в быту. Он прекрасно себя чувствовал на природе, любил путешествовать, был счастлив, когда при этом удавалось рисовать. Мягкость характера, доброта и другие высокие человеческие качества привлекали к нему людей: он имел обширный круг друзей и добрых знакомых. Умер Игорь Николаевич 16 января 1984 г. Память сохранила светлый образ этого человека большой культуры - крупного геолога, географа и замечательного художника.

*В.Г. Космачёв*

## ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ МАКРІДІН

До століття з дня народження



В 1960 році, після злиття кафедр геології та палеонтології, кафедру під назвою «кафедра геології та палеонтології» очолив один із учнів Д. М. Соболева – професор **Володимир Петрович Макрідін** (1915-2001). В подальшому кафедра ще не раз змінювала назву, але протягом тридцяти п'яти років він залишався її керівником.

Володимир Петрович народився 5 травня 1915 року в м. Рига в родині викладачів. У тому же році гімназію, в якій викладав його батько, евакуювали до м. Генічеськ (Херсонська обл.). З 1922 р. родина зв'язала своє життя із м. Харків та Харківським університетом. Батько В.П. Макрідіна – Петро Макрідін (1888-1947) – викладав латинську мову на філфаці ХДУ, а на протязі 1944–1947 рр. був завідувачем кафедри класичної філології.

Після закінчення школи та індустріального технікуму Володимир Петрович вступив до Вищої школи тренерів при Державному інституті фізичної культури України, після якої у 1937 р. був направлений на роботу до спортивного клубу Харківського університету і саме тут, поступивши на геолого-географічний факультет, зробив вирішальний вибір своєї майбутньої професії.

Проте, на все життя збереглося у Володимира Петровича любов до спорту, в якому він досяг значних успіхів, ставши багаторазовим чемпіоном України та «Майстром спорту» СРСР з волейболу.

Початок Другої світової війни застав В.П. Макрідіна на переддипломній геологічній практиці в м. Речиця, що на Дніпрі, і вже 23 серпня 1941 р. Макрідін був мобілізований. Його служба тривала аж до 15 листопада 1945р. у військових шпиталях. Діяльність Володимира Петровича за цей час була відмічена орденом Вітчизняної війни II ступеня, двома медалями «За боевые заслуги» та медаллю «За победу над Германией», а після війни – ювілейними медалями та медаллю «За трудовую доблесть».

Після закінчення війни Володимиру Петровичу запропонували продовжити військову кар'єру, але він демобілізувався та повернувся в університет, де в 1946 році на відмінно закінчив геологічний факультет за спеціальністю «Геологія».

У червні 1947 р. він був зарахований на посаду старшого наукового співробітника Науково-дослідного інституту геології при ХДУ, яким керував видатний вчений проф. Д.Н. Соболев. Паралельно В.П. Макрідін читав на погодинній основі курси «Історична геологія» та «Загальна геологія» у Харківському гірничому інституті, а також на вечірньому відділенні педагогічного інституту.

В 1950 р., після розформування інституту геології, Макрідіна перевели у штат геологічного факультету ХДУ, спочатку на посаду викладача кафедри петрографії, а потім - в. о. доцента кафедри палеонтології. У тому ж році в стінах університету він успішно захистив канди-

датську дисертацію на тему «Биостратиграфия и палеогеография верхнеюрских отложений северо-западной окраины Донецкого кряжа», а в 1951 р. був затверджений ДАК СРСР в ученому званні доцента.

Не зупиняючись на досягнутому, В.П. Макрідін подовжив інтенсивні експедиційні роботи й зібрав фактичний матеріал на тему: «Брахіоподи юрських отложений Русской платформы и некоторых прилежащих к ней областей», якій згодом оформив у докторську дисертацію та захистив її 9 травня 1958 р., перебуваючи в докторантурі при кафедрі палеонтології Московського державного університету. В 1966р. його монографія за цією ж темою була визнана гідною першої премії Московського суспільства дослідників природи, а також стала методичним посібником для численних аспірантів і стажистів з інших міст СРСР і соціалістичних країн, що працювали на кафедрі.

В 1960 р. Володимир Петрович був обраний завідувачем кафедри Загальної геології та палеонтології ХДУ, а в 1961 р. затверджений ДАК СРСР в ученому званні професора. Із цього часу почався відлік більш ніж 30-річний період його науково-педагогічної і організаційної діяльності, яку за масштабами зробленого та значущістю для розвитку геології в ХДУ можна порівняти лише з періодом діяльності проф. Д.Н.Соболева – засновника Харківської геологічної школи.

В 70-і роки морфологічні та біостратиграфічні дослідження брахіопод були розширені за рахунок вивчення їхньої мікроструктури й речовинного складу скелету, а також зоогеографічного районування Світового океану в мезозойській та кайнозойській ерах. Згодом об'єктами досліджень В.П. Макрідіна та його учнів стали, крім брахіопод, також двостулкові й червононогі молюски.

Загальне число учнів В.П.Макрідіна нараховує близько 60 осіб, у тому числі 17 іноземців з Болгарії, В'єтнаму, Єгипту, Марокко, Польщі, Чехословаччини та Югославії. З них захистили

кандидатські дисертації 39 осіб, стали докторами й професорами - семеро.

До своєї роботи Володимир Петрович постійно залучав колег не тільки із ХДУ, але і з інших ВУЗів і науково-дослідних установ, постійно підкреслюючи, що розвиток науки – це процес колективної творчості.

Праця В.П.Макрідіна одержала високу оцінку: в 1980р., в 175-ю річницю заснування Харківського університету, йому було присвоєне почесне звання "Заслужений діяч науки УРСР". Справжнім тріумфом ученого і педагога стало його 70-річчя, коли він був обраний почесним членом Всесоюзного палеонтологічного і Болгарського геологічного суспільств і нагороджений почесною грамотою Мінвуза СРСР.

В 1991 р. Центральна Рада Всесоюзного палеонтологічного суспільства СРСР нагородила В.П.Макрідіна почесним дипломом за фундаментальні дослідження біостратиграфії та брахіопод мезозою і кайнозою, проблем палеобіогеографії, підготовку кадрів палеонтологів і різносторонню науково-організаційну діяльність у суспільстві.

Без малого 10 років В.П.Макрідін готував до видання унікального твору, присвяченого аналізу стану сучасної палеонтології. Поява цієї праці у двох томах – «Современная палеонтология. Методы, направления, проблемы, практическое приложение» (М., «Наука», 1988, 1989, під редакцією В.В. Меннера и В.П. Макридина), що створена провідними фахівцями і не має аналогів в світовій літературі, викликала велике зацікавлення в нашій країні і за кордоном. В.П.Макрідіну в співавторстві з іншими фахівцями в цій праці належить шість розділів.

Володимир Петрович встиг підготувати і видати ще дві важливі праці – «Палеонтология. Принципы науки», під редакцією В.П. Макрідіна і О.С. Раутіана, а також «Краткий палеонтологический словарь» під редакцією В.П. Макрідіна і І.С. Барскова.

## ABSTRACTS

### GEOLOGY

---

UDC 622.279.23/4

\**V.M. Abelencev, PhD (Geology), Head of Department,  
T.Ya. Susyak, Applications Engineer,  
Ukrainian Research Institute for Natural Gases,  
e-mail: [dgp\\_pzg@ndigas.com.ua](mailto:dgp_pzg@ndigas.com.ua)*

#### CONDITIONS OF TRAPPED GAS ACCUMULATIONS IN THE COURSE OF SELECTIVE FLOODING OF DEPOSITS

In the given article the authors have analyzed the mechanism of a gas reservoir trapping in the water-flooded areas of deposits in conditions of water drive occurrence under stratal waters income to the gas-saturated pore volume. It has been found out that the mechanism of trapped gas deposits by raising the level of gas-water contact and selective flooding are fundamentally different by volumes of locked gas, the rate of formation and approach to its production.

It has been found out already at the early stages of research that selective water streams intrude into low-power high-permeable layers by section and the area of deposits reducing formation pressure. They dissect the initial gas-saturated pore volume into several volumes, which are hydrodynamically-trapped in varying degrees. That is, it creates a hydrodynamic macroinhomogeneity of megavolumes accumulations, what is the current effective gas-saturated pore volume amounts about 80-95%, and only 5-20% of the volume occupied by the medium stratum water. Due to the layering (volatility) of the pore space in certain areas of the collector layer there are observed "lithological windows", therefore the above and embedded in the section selective water streams are connected and there is the effect of the cut-off and trapping of significant values of gas by stratum water. It is concluded that it is during the selective stratal waters implementation is spread the negative phenomenon of gas accumulations trapped which may be equivalent by volume to industrial deposits. It is suggested that the trapped volumes of gas formed by selectively flooding are called hydrodynamic-trapped gas accumulations. The conditions of their formation are researched on the basis of studying the processes of selective deposits flooding of Timofeevka, Kotelevsky, Berezovsky and other fields.

On the assumption of characteristics of the hydrodynamic-trapped gas accumulations at the expense of selective flooding it is offered in each case in the sequence to determine unflooded gas-saturated deposits intervals and test them for subsequent extraction of dry gas.

**Keywords:** trapped gas, selective flooding, hydrocarbon deposits.

#### References

1. Kondrat, R.M. (1992). *Hazokondensatootdacha plastov. M., Nedra, 255 s.*
2. Efremov, A.A. (2014) *Yavlenie zaschemleniya plastovogo gaza v obvodnyayuschihsyia gazonasyischennyih intervalah. Izvestiya vysshih uchebnyih zavedeniy, Neft i haz. Tyumen, 103, 11-19.*
3. Abyelyentsev, V.M., Lur'ye, A.Y., Mishchenko, L.O. (2014). *Heolohichni umovy vyluchennya zalyshkovykh zapasiv i dorozvidky rodovyshch vuhlevodniv pivnichnoyi prybortovoyi zony Dniprovs'ko-Donets'koyi zapadyny. Kharkiv. KhNU imeni V.N. Karazina, 192, ISBN 978-966-285-098-7.*
4. Abyelyentsev, V.M. (2004). *Shchodo prychn zarozhennya ta diyi mekhanizmu vybirkovoho obvodnennya hazokondensatnykh pokladiv. Pytannya rozv. hazovoyi prom-ti Ukrayiny. Kharkiv, UkrNDIhaz, 37, 199-202.*
5. Abyelyentsev, V.M., Lur'ye, A.Y., Nesterenko, M.Yu. (2013). *Osoblyvosti obvodnennya hazokondensatnykh ta naftovykh pokladiv rodovyshch Dniprovs'ko-Donets'koyi zapadyny. Visnyk KhNU imeni V.N. Karazina, Kharkiv, 1084, 9-14.*

## THE STATE OF KNOWLEDGE AND RESEARCH PROBLEMS OF THE MOUNT CRIMEA JURASSIC STRATOTYPES

On the basis of published literature and industrial geological reports data analysis of the Mount Crimea Jurassic standard sections state of knowledge has been conducted. The history of the Mount Crimea Jurassic deposits stratigraphic subdivision is traced. Stages in the study of suites stratotypes are distinguished.

First, units of general stratigraphic scale – tiers – have been distinguished in the Mount Crimea. Units of local scale – suites – have been provided after the establishment of tiers. In the 20 th - 60 th years for the first time the local stratigraphic units in the Mount Crimea Jurassic deposits were distinguished. The authors confined to a brief description of units and did not give stratotypical characteristics. In the 70s - 80s the regional stratigraphic scheme of the north-western coast and the shelf of the Black Sea Jurassic deposits by Y.V. Teslenko, etc. was published. There are 19 suites on the scheme, 7 of them have been distinguished for the first time. In 90 - 00 a new scheme of the Mount Crimea Jurassic deposits by V.V. Permyakov, M.N. Permyakova, B.P. Tchaikovsky was presented. There were at first isolated horizons as well as 10 new suites. The Mount Crimea Jurassic deposits key sections depth studies carried out in 1985-1990 by B.P. Tchaikovsky preceded the publication of this scheme. 2nd half of 2000th – a current stage is characterized by a sharp decline in the volume of ongoing geological survey, processing and compilation of accumulated geological information. Some sheets of the State Geological Map of Ukraine – 200 Crimean series were published. According to the view adopted by its compilers and fully supported by the previous scheme, there were distinguished 8 horizons that include 29 suites. Establishment of the Jurassic - Cretaceous boundary in Eastern Crimea is an important scientific achievement at this stage.

**Keywords:** stratotype, suite, Mount Crimea, Jurassic, regional stratigraphic scheme.

### References

1. Arkad'ev, V.V. (2008). *Granica jury i mela v Gornom Krymu. Ocherki po regional'noj geologii. Saratov, Izdatel'skij centr "Nauka"*, 6-19.
2. Sidorenko, A.V., Muratov, M.V. ed. (1969). *Geologija SSSR. Vol.8. Krym. Geologicheskoe opisanie. Moscow, Nedra, 576.*
3. Shnjukov, E.F. ed. (1984). *Geologija shel'fa USSR. Stratigrafija (shel'f i poberezh'ja Chernogo morja). Kiev, Naukova dumka, 184.*
4. Chaykovs'kyy, B.P., Bilets'kyy, S.V., Dyeyev, V.B., Dem"yan, O.S., Krasnoruds'ka, S.I. (2006). *Derzhavna heolohichna karta Ukrayiny. Masshtab 1:200000. Kryms'ka seriya. Arkushi L-36-XXVIII (Yevpatoriya), L-36-XXXIV (Sevastopol'). Poyasnyval'na zapyska. Kyiv, Derzhavna heolohichna sluzhba, Kazenne pidpryyemstvo «Pivdenekoheotsentr», UkrDHRI, 175.*
5. Fikolina, L.A., Bilokrys, O.O., Obshars'ka, N.O., Krasnoruds'ka, S.I., Udovichenko, N.I. (2008). *Derzhavna heolohichna karta Ukrayiny. Masshtab 1:200000. Kryms'ka seriya. Arkushi L-36-XXIX (Simferopol'), L-36-XXXV (Yalta). Poyasnyval'na zapyska. Kyiv, Derzhavna heolohichna sluzhba, Kazenne pidpryyemstvo «Pivdenekoheotsentr», UkrDHRI, 143.*
6. Kryngol'c, G.Ja. (1964). *O znachenii nekotoryh ponjatij v stratigrafii. Obshhie problemy stratigrafii i biostratigrafii paleogena Turgaja i Srednej Azii. Leningrad, Nedra, 20-24.*
7. Mihajlovskij, S.N., Pchelincev, V.F. (1932). *Gidrogeologicheskie issledovaniya v Kuchuk-Kojskom i Kikineizskom rajonah Juzhnogo berega Kryma. Moscow, Leningrad: ONTI, 188.*
8. Moiseev, A.S. (1930). *K geologii Jugo-zapadnoj chasti Glavnoj grjady Krymskih gor. Materialy po obshhej i prikladnoj geologii, 189, 1-81.*
9. Muratov, M.V. (1937). *Geologicheskij ocherk vostochnoj okonechnosti Krymskih gor. Moscow, Leningrad, 122.*
10. Muratov, M.V. (1949). *Tektonika i istorija razvitija al'pijskoj geosinklinal'noj oblasti juga evropejskoj chasti SSSR i sopredel'nyh stran. Tektonika SSSR, 2, Moscow, Leningrad, 510.*
11. Muratov, M.V. (1960). *Kratkij ocherk geologicheskogo stroenija Krymskogo poluostrova. Moscow, GONTI, 208.*
12. Permyakov, V.V., Permyakova, M.N., Chajkovskij, B.P. (1991). *Novaja shema stratigrafii jurskih otlozhenij Gornogo Kryma. Institute of geology Ukrainian SSR Academy of Sciences. Kiev, 38.*
13. Popadyuk, I.V., Stovba, S.M., Khryashcheyavs'ka, O.I. (2013). *Nova heolohichna karta Hirs'koho Krymu masshtabu 1:200 000 ta yiyi stratyhrafichne pidgruntya. Stratigrafija osadochnyh obrazovanij verhnego proterozoja i fanerozoja: Proceedings of International Conference. Applied Informatics. Kiev (Ukraine), 117-118.*
14. Pchelincev, V.F. (1962). *Obrazovanie Krymskih gor. Moscow, Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR, 87.*
15. Bondarchuk, V.H., Yamnychenko, I.M. ed. (1969). *Stratyhrafija URSS. Vol. VII. Yura. Kyiv, Naukova dumka, 218.*



## GEOFLUIDODYNAMIC SYSTEM OF THE DNIEPER-DONETS BASIN – FORMATION AND DEVELOPMENT

The Dniiper-Donetsk cavity (as a basic structure- tectonic element of oil-and-gas bearing province) is an integral part of the complement of the Rifocinum systems of the Eastern Europe platform and is an area of intensive alteration of the earth's crust and overhead mantle.

Up till now within the limits of the cavity more than 200 deposits of oil and gas have been found in a wide stratum range in Jurassic-Devonian and crystalline foundation rocks.

Tectonic activity in time is inferior to certain periodicity. On a background large periods rows are distinguished of more shallow cycles, including the epochs of descending motions with the accumulation of powerful layers of sedimentary rocks and active display of the differentiated ascending motions, attended with erosive interruptions, new intensive deformation of sedimentary rocks by hydrochloric tectonics, crushing of foundation and sedimentary cover.

Dniprovsko-Donetsk Depression is a part of the East European platform. It is an area of intensive dislocation of the crust and the upper mantle.

The components of the given geological structure of the oil- and-gas-bearing basin, i.e. geological structure – rock – water – oil – gas, are in continuous interaction. The availability of hydrocarbon deposits depends on an active dynamic medium and space-time order of certain events and processes that occur when the system develops.

The criteria of the underground mineral synthesis and pulsating flow of hydrocarbons into a sedimentary rock are determined by the distribution of stable isotopes  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  in the whole variety of hydrocarbons.

Any prospects to find new types of deposits depend on the location of geodynamic layers of oil-and-gas accumulation, as well as on favorable structural and lithofacies conditions of natural reservoirs.

Educed features of isotopic composition of hydrocarbon and thermodynamical calculations of design of the system with C - H in the conditions of high temperatures and pressures allow more reasonably to develop conception of mineral origin of oil and gas.

By the fundamentally new element of model of distribution of beds of hydrocarbon and hydrocarbon deposit in the Dniiper-Donetsk cavity there is set about periodic zonality, tectonic exfoliation cut, which is determined by wave fluctuating motions and formation of resonance areas of the dynamic fields of tensions.

**Keywords:** fluid dynamic system, geological structure, stable isotopes  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$  hydrocarbon system (HC system).

### References

1. Zagorodnov, A. (2012). Place endogenous faktor in the gypothesis halogenesis and galokinesis. Announcer HENNA of the name of V.N. Karazin. 1033, 72-76.
2. Galimov, E. (1984).  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  diamonds. A vertical zonality of diamonds is in a sial. XXVII MGK "Geochemistry and cosmochemistry". Moskow, Science, 110-123.
3. Zybkov, B., Stepanov, A., Karpov, I., Buchinskuy, B. (1998). Thermodynamics model of the system C-H in the conditions of high temperatures and pressures. Geochemistry, 1, 95-101.
4. Voytov, G. (1991). About chemical and isotopic-carbon instability of free gases (of gas streams) in Hibinsk. Geochemistry, 6, 769-779.
5. Krulova, T., Mahov, S. (1993). Forming of composition of the gaseous systems on no-bottoms (from data of isotopic geochemical researches). Geology of oil and gas, 11, 30-35.
6. Krivosheja, V., Eremin, V. (1999). New isotopic-geochemical models of the natural hydrocarbons system. Materials of international conference are the "Geochemical design and maternal breeds of NGB of Russia and countries the CIS". S.-Peterbyrg, 38-43.
7. Krivosheja, V., Eremin, V. (2006). New isotopic ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) criteria of genesis of hydrocarbons. Col. Genesis of hydrocarbon fluid and deposits. M., Geos, 139-146.
8. Chekalyk, E. (1967). Oil of overhead mantle of earth. Science thinking. Kyiv, 256 p.
9. Alekseev, F., Lebedev, V., Krulova, T. (1967). Isotopic composition of carbon of natural hydrocarbons and some questions of their genesis. M., ONTI VHIYGG, 230.

UDC 553.98(477), 553.98.061.4

**V.O. Krivosheja**, PhD (Geology and Mineralogy),  
Leading Geologist,  
Member of the academy UNGA,  
LTD "Geo- Sphere",  
e-mail: [sectorpoltava@mail.ru](mailto:sectorpoltava@mail.ru)

## DISCOVERY OF NEW GAZ AND CONDENSATE BEDS ON VESNYNSK DEPOSIT

According to the results of reconnaissance for seismic works on 3D technology in south and south-east stock areas of Tarasivsk stock and prospecting for new deep holes №№ 200 Tarasivsk, 107 Vesniansk a specified geological model of Vesnynsk deposit has been made on Upper Carboniferous sedimentations (mirroring horizon of Va<sub>1</sub>).

In accordance with a structural map on mirroring horizon Va<sub>1</sub> (C<sub>3</sub>, Vikoil LTD) south-east stock area of Tarasivsk salt to stock within the limits of Vesnynsk-Karlovska area are mirrored subparallel to stock by bursting violation and four radial oriented upcasts with amplitudes from 100 to 450-500 m on four block: I is a block of w. № 100/101; II-is a block of hole № 107; III- hole. № 103; IV - hole 105/105 demonstrational.

Mining hole № 107 is located in the elevated block separated from the west by radial to stock with up-cast amplitude to 500 m from the tomentous block of w. № 103.

The features of gaz and condensate beds are considered and their geological description is given.

Thus, the results of the bore drilling and test of mining hole № 107 prospecting the industrial gas-bearingness of productive horizon of K-3 (C<sub>3</sub><sup>2</sup>) have been analyzed.

Mining hole № 107 opened the absolutely new type of gas and condensate beds in which there is:

- absence of general gas-water contact and, accordingly, elementary, base type of deposits;
- absence of quasiviscous high base type in a roofing bed;
- base type of beds in the combined unroof traps.

**Keywords:** reconnaissance for seismic works, base pressure, bed, stock, oil, gas, supplies of hydrocarbons

### References

1. Solovyov, V.O., Krivulia, S.V., Pivovarov, O.P. (2011). Geological nature dilatansogennyh structures DDV. Vysnik KhNU V.N. Karazin, 986, 72-76.
2. Gulaya, G. (2007). About a geological structure and oil-and-gas bearing of south-east stocks area of Tarasovsky of hydrochloric stock. Question of development of gas industry of Ukraine, XXXV, Kharkiv, UkrNDIgaz, 52-58.
3. Visochanskiy, I., Zyuzkevich, M. (1999). New aspects of systematization of oil-and-gas bearing structures. Question of development of gas industry of Ukraine, XXVII, Kharkiv, UkrNDIgaz, 113-116.

UDC 553.98(477.5)

**\*A.I. Lurye**, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Full Professor,  
\*\***V.M. Abelentsev**, PhD (Geology), Head of Department,  
\*\***L.O. Mishchenko**, Senior Researcher,  
\***V.N. Karazin** Kharkiv National University,  
\*\***Ukrainian Research Institute for Natural Gases**,  
e-mail: [dgp\\_pzg@ndigas.com.ua](mailto:dgp_pzg@ndigas.com.ua)

## GEOLOGIC FEATURES OF MULTILAYER HYDROCARBON FIELDS AS BASIC DEFINITION OF CRITERIA FOR ADDITIONAL EXPLORATION

On example of Dnieper-Donets basin northern edge of multilayer fields, which have long development history, the current structure of hydrocarbon reserves analysis has been carried out. The fact, that these hydrocarbon deposits concentrate significant oil and gas reserves that are not involved in development, has been established. In geological study 14% of current reserves, evaluated only by results of geophysical studies of wells, have uncertain commercial value and so require additional exploration. Hydrocarbon reserves of proven commercial value, in other words confirmed by testing, also have sizeable volume practically not involved in development coming to 38%. Thus, within the bounds of Dnieper-Donets depression northern edge, a significant part of total proven reserves of multilayer fields hydrocarbon deposits, over 50 % of them, are not being developed. That question undoubtedly needs thorough study. According to the analysis of structural-tectonic, lithological, facial, petrophysical factors, development data and the current structure of hydro-

carbon reserves geological structural features of multilayer deposits have been established and three key criteria of their additional exploration have been defined. The first is the advisability of additional exploration only of gas reserves with uncertain commercial value. Second - additional exploration of pools with uncertain commercial value together with «commercial» gas reserves, which are practically not involved in development. These criteria are proposed to be applied during gas deposits additional search in Druzhelyubivka, Borysivka, Maksalske, Chkalivka, Vilkhove, Eugenievka, Krulyivka and Yuliivka fields. Third - additional exploration of main deposits, followed by drilling in their underexplored areas.

**Keywords:** multilayer fields, hydrocarbon deposits, geological features, additional exploration.

#### References

1. Abyelyentsev, V.M., Lur'ye, A.Y., Mishchenko, L.O. (2014). *Heolohichni umovy vyluchennya zalyshkovykh zapasiv i dorozvidky rodovyshch vuhlevodniv pivnichnoyi prybortovoyi zony Dniprovs'ko-Donets'koyi zapadyny*. Kharkiv, KhNU imeni V.N. Karazina, 192, ISBN 978-966-285-098-7.
2. Mishchenko, L.O. (2015). *Heolohichni osoblyvosti dorozvidky bahatoplastovykh rodovyshch vuhlevodniv tsentralnoi prybortovoyi zony Dniprovsko-Donets'koi zapadyny. Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii do 100-richchia vid Dnia narodzhennia V.P. Makrydina «Novitni problemy heolohii» 21-23 travnia 2015 r.*, 120-121.
3. Abyelyentsev, V.M., Lur'ye, A.Y., Mishchenko, L.O. (2014). *Doslidzhennia neodnorodnosti porovoho seredovyscha plastiv-kolektoriv z metoiu optymizatsii vyluchennia vuhlevodniv*. *Visnyk KhNU imeni V.N. Karazina*, 1128, 9-14.

UDC 551.763:561.22

A.V. Matveyev, PhD (Geology), Associate Professor,  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [mathwey@ukr.net](mailto:mathwey@ukr.net)

### PALEO GEOGRAPHIC ANALYSIS OF CALCAREOUS NANNOPLANKTON DISTRIBUTION IN LATE CRETACEOUS OF SOUTHERN UKRAINE

During the Early Cretaceous of the studied area had open access to thetic water masses and was closed from the north, which has led to the development of thermophilic nannoplankton. In particular, the wide development Nannoconaceae unknown in boreal sediments.

As a result the Albian transgression since Cenomanian opens access to the boreal water masses through Russian sea that leads to the appearance of individual representatives nanocomplex coldwater communities.

Experiencing the greatest impact northern periphery of the studied areas: the north-west there is a relatively small penetration of boreal species across northern Europe (*Repagulum parvidentatum*, *Mennerius cornuta*, *Axopodorhabdus albianus*, *Prolatipatella multicarinata*, *Seribiscutum primitivum*, *Polypodorhabdus madingliensis*, *Manivitella gronosa*, *Lucianorhabdus arcuatus*, *Gaarderella granulifera*) and the north-east through the Konka - Yalynsk depression connection is established with the colder waters of the Russian Sea (*Misceomarginatus plenoporus* and *Repagulum parvidentatum*).

Also in southern territory in the Crimean Mountains in the Upper Cretaceous deposits across single tropical species: *Uniplanarius trifidus*, *Quadrum gartneri* and *Micula mura*.

For the first time climatic differentiation begins to appear even in Coniacian. Species *Eiffeluthus eximius* become numerous in the south, and the species *Kamptnerius magnificus* prevails in the north.

Climatic zones must be taken into account when drawing up and use of regional stratigraphic schemes.

**Keywords:** calcareous nannoplankton, Cretaceous, paleogeography, Southern Ukraine.

#### References

1. Baraboshkin, E.Yu., Naydin, D.P., Benyamovskiy, V.N., German, A.B., Ahmetev, M.A. (2007). *Prolivyi Severnogo polushariya v melu i paleogene*. M., Izd-vo geologicheskogo f-ta MGU, 182.
2. Dmitrenko, O.B. (1978). *Stratigraficheskoe raspredelenie kokkolitov v verhnemelovyih otlozheniyah Prikaspiyskoy vpadiny*. *Byul. MOIP. Otd.geol.*, 53, 6, 91-100.
3. Lebedeva, N.K., Aleksandrova, G.N., Shuryigin, B.N., Ovechkina, M.N., Gnibidenko, Z.N. (2013). *Paleontologicheskaya i magnitostatigraficheskaya harakteristika verhnemelovyih otlozheniy, vskryityih skvazhinoy 8 Russko-Polyanskogo raoyna (yug Zapadnoy Sibiri)*. *Stratigrafiya. Geol. Korrelyatsiya*, 21, 1, 43-73.
4. Matveev, A.V. (2007). *Izvestkovyy nanoplankton kelloveya - oksforda razreza Dubki (Saratovskoe Povolzhe). Yurskaya sistema Rossii: problemy stratigrafii i paleobiogeografii*. Yaroslavl, 160.
5. Matveev, A.V., Shumenko, S.I. (2000). *Sravnitelnyiy analiz izvestkovogo nanoplanktona na granitse mel-paleogen severnoy i yuzhnoy okrainyi vostochnogo Peritetisa*. *Algologiya*, 10, 3, 332-335.
6. Ovechkina, M.N. (2007). *Izvestkovyy nannoplankton verhnego mela (kampan i maastriht) yuga i vostoka Russkoy plityi*. *Tr.Paleont in-ta*, 288, 352.



7. Shumenko, S.I., Stetsenko, V.P. (1978). *Izvestkovyie nanofossilii v verhnemelovyih otlozheniyah Kryima*. BMOIP, *otd.geol*, 53, 1, 130-137.
8. Bukry, D. (1973). *Phytoplankton stratigraphy, DSDP, Leg 20, Western Pacific Osean. Init. Rep. DSDP*, 20, 307-317.
9. Erba, E., Covington, J.M. (1992). *Calcareous nannofossil biostratigraphy of Mesozoic sediments recovered from the Western Pacific, Leg. 129. Proc. ODP, Sci.Res.*, 129, 179-187.
10. Mittelrose J. (1996). *Calcareous nannofossil paleogeography of the Early Cretaceous of NW Europe*. *Mitt. Geol.-Palaontol. Inst. Univ. Hamburg*, 77, 291-313.
11. Worsley, T, Martini, E. (1970). *Late Maastrichtian nannoplankton provinces*. *Nature*, 225 (5239), 1242-1243.

UDC 556.3: 628.1

V.N. Pribilova, PhD (Geology), Associate Professor,  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
phone: +380577075074, e-mail: [viki-denia@mail.ru](mailto:viki-denia@mail.ru)

## UNDERGROUND WATER RESOURCES OF KHARKIV REGION AND STRATEGY OF THEIR USE FOR WATER SUPPLY OF THE POPULATION

The article is relevant to questions of development strategy of resource use of groundwater for drinking in Ukraine as a whole and Kharkiv region, in particular. The problem of providing the population with quality drinking water and sustainable water supply for household and industrial needs is one of the most important issues for each state. Water resources in Ukraine are very unevenly distributed, so different administrative units have insufficient water supply. Surface water as a source of water supply is extremely vulnerable in technogenesis because the reliability of water supply is largely dependent on the degree of groundwater use more protected from negative external influences. Therefore, the main objective of this paper was to develop the basic principles of the strategy of groundwater resource use for drinking water in Kharkiv region. This was reviewed and the analysis of the main features of the state of underground water resources, the main problems of water use and water supply of populated cities in Kharkiv region has been conducted. We have considered and analyzed inferred resources of major groundwater aquifer area used for water supply purposes. A forecast map of production resources and drinking groundwater in settlements of the region has been constructed and analyzed. Types of drinking water intakes of groundwater area and the degree of their content of toxic elements have been developed. The level of water supply of villages in Kharkiv region has been measured to ensure residents of rural areas with drinking water quality regulations. As a final result, the objective strategy on the issue of water resources of underground water - determination and substantiation of ways to expand the use of groundwater for the population of Kharkiv region with quality drinking water to the full or partial transfer of drinking water to more protected water sources from contamination has been developed. The basic principles of the strategy and the main problems the solution of which will ensure effective implementation strategy have been considered.

Insufficient water supply of Kharkiv region from underground sources and lack of financial opportunities for the development of water complex of Kharkiv region require a gradual, sequential and systematic implementation of the principles and strategies of groundwater resource use for drinking water. The mechanism of this strategy implementation involves the development of complex measures to increase the use of groundwater for drinking water supply to Kharkiv oblast state, regional, local and site level organization which must be carried out using organizational, legal, financial, economic and institutional facilities.

**Keywords:** underground water resources, the quality of drinking water, Kharkiv region, the strategy of using, projected resources, operational resources, withdrawals of groundwater aquifers and complexes, water supply assessment.

### References

1. Prokopov, V.O., Zorina, O.V., Gulenko, S.V. (2012). *Gigienichnij analiz stanu vikoristannja sistem doochishhennja pitnoї vodi v Ukraїni. Gigienichna nauka ta praktika: suchasni realii: Materiali HV z 'izdu gigienistiv Ukraini. 20-21 veresnja 2012 roku (L'viv)*. L'viv, Drukarnja LNMU imeni Danila Galic'kogo, 299-302.
2. Grachev I.A., Antonovich, I.V. (2011). *Sovremennye metody kontrolja kachestva i bezopasnosti vody. Tehnologii ochistki vody «TEHNOVOD-2011»: mater.VI mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Cheboksary, 20-23 sent. 2011. Novocherkassk, Lik, 181-186*.
3. Grishhenko, S.V., Nagornij, I.M., Svestun, R.S. (2009). *Teritorial'ni zakonmirnosti tehno-gennogo zabrudnennja navkolishn'ogo seredovishha v Ukraїni. Vestnik gigieny i jepidemiologii. 13, 2, 243-248*.
4. Sokolov, D.M., Kashincev, I.V., Sokolov, M.S. (2010). *Kachestvo pit'evoj vody i innovacionnye metody kontrolja: problemno-analiticheskij obzor: [pit'evoe vodosnabzhenie]. Vodossnabzhenie i sanitarnaja tehnika, 8, 15-27*.
5. Kopilevich, V.A., Vojtenko, L.V. (2010). *K voprosu normirovanija kachestva vody dlja raznyh vidov vodopotreblenija. Voda i vodoochisni tehnologii, 5-6, 17-20*.

6. Nacional'na dopovid' pro stan navkolishn'ogo prirodnogo seredovishha v Ukraini u 2012 roci (2012). Kiyv, Ministerstvo ekologii ta prirodnih resursiv Ukraini, LAT&K., 450.
7. Onishhenko, G.G., Rahmanin, Ju.A., Karmazinov, F.V. (2010). Benchmarking kachestva pit'evoy vody. S-Pb., Novyj zhurnal, 432.
8. Stavic'kiy, E.A., Rud'ko, G.I., Jakovlev, E.O. (2011). Strategija vikoristannja resursiv pitnih pidzemnih vod dlja vodopostachannja: u 2t. Chernivci: Bukrek, 1, 348.
9. Stavic'kiy, E.A., Rud'ko, G.I., Jakovlev, E.O. (2011). Strategija vikoristannja resursiv pitnih pidzemnih vod dlja vodopostachannja: u 2t. Chernivci: Bukrek, 2, 500.
10. Jakovlev, V.V. (2012). Pervoocherednye shagi po obespecheniju naselenija g. Har'kova pit'evoj vodoj povyshennogo kachestva na baze otidel'nogo ispol'zovanija artezijskih vod. Naukovij visnik, 6, 244–248.

UDC 553.98.04

V.V. Samoylov, PhD (Geology), Sector Leader,  
Ukrainian Research Institute for Natural Gases,  
e-mail: [samoilov\\_gas@ukr.net](mailto:samoilov_gas@ukr.net)

### GEO THERMOBARIC FEATURES OF BORYSIVSKY FIELD AND THEIR CONSIDERATION IN GAS RESERVES CALCULATION

Borisivsky gas condensate field is situated at the northern edge of the Dnieper-Donets basin. Both elision and thermodehydration sections are involved in the lower hydrogeological floor (stage) of the field's cross-section according to the vertical hydrogeological zoning. As a result, differences of reservoirs' pressure aspects are observed in the sections. Deep fluid reservoirs are characterized by abnormal reservoir pressure and another hydrogeological parameters change much as well. Estimation of gas reserves as example was used to show how initial temperature-pressure conditions were defined in reservoirs. Graphic-analytical method of mid-reservoir gas pressure calculation is based on the fact that the reservoir pressure and the water drive system pressure at the gas-water contact are the same. Therefore, it is necessary to know distribution of the water drive system pressures around the field. If data of measured pressure are available, the mid-reservoir pressure can be calculated by the barometric formula.

The definition of initial temperature and pressure conditions of the horizon V-19 showed that both the standard graphic-analytical method and calculated by the barometric formula can be used. Furthermore, these methods do not lead to large errors in the definition of the initial pressure in the reservoir, for the residual thickness of sedimentary strata in the thermodehydration section at the northern edge does not contribute to the formation of reservoirs with abnormal pressure, and gas-water contacts can be located at the basement.

**Keywords:** initial temperature and pressure conditions, thermodehydration section, estimation of gas reserves.

#### References

1. Zaritskiy, O.P., Zinenko, I.I. (2003). Henetychna skhema zonal'nosti elementiv osadochnoyi systemy DDZ – osnova efektyvnoho osvoyennya vuhlevodnevykh resursiv. Pytannya rozvytku hazovoyi promyslovosti Ukrayiny: Zb. nauk. prats. Ukrndihaz. Kharkiv, 30, 9-15.
2. Korcenshtejn, V.N. (1991). Metodika gidrogeologicheskikh issledovaniy neftegazonosnyh rajonov. M., Nedra, 419.
3. Zotov, G.A., Aliev, Z.S. (1980). Instrukcija po kompleksnomu issledovaniju gazovih i gazokondensatnihplastov i skvazhin. M., Nedra, 301.

UDC 551.7  
er,

G.E. Svyatenko, Senior Researcher,

V.V. Petlica, Researcher,  
U.M. Spichakova, Researcher,  
Ukrainian Research Institute for Natural Gases,  
e-mail: [henryfirst@mail.ru](mailto:henryfirst@mail.ru)

### GEOLOGIC STRUCTURE AND NEW STRATIGRAPHIC COMPLEXES HYDROCARBON-BEARING PERSPECTIVES OF EASTERN POLTAVA FIELD

Modern drilling results gave possibility to detail Eastern Poltava gas-condensate field geologic structure and discover new productive horizons. Further perspectives are connected not only with research of missed

and weakly studied Carboniferous system of Kasymian and Moscovian deposits, but also with regional productive Permian and Mesozoic complexes.

Eastern Poltava Carboniferous complex has gas-bearing stage reaching 1,3 kilometres in height, low outcours of underground waters activity and complicated reservoir lithology. Carboniferous psammities has complicated condition of bedding and inconstant lateral and vertical filter capacity. Upper part of Carboniferous system in the area is almost completely gas-saturated formation with large potential of hydrocarbon-recovery, that can effectively be realized using modern influx intensification methods.

In Nykytivka and Sloviansk suites of Lower Permian Asselian stage gas-bearing limestones and dolomites beds were found by means of log in several wells. A few test attempts of these objects on the field till now did not give any positive results, possibly on account of drilling and testing technology problems. Commercial gas-condensate accumulations of this part of stratigraphic section have been proved on closely situated Mashivka field.

Triassic and Jurassic perspective complexes occupy upper oil and gas bearing stages in DDD. On Eastern Poltava uplift they are not covered by any detailed research. In Middle and Lower part of Mesozoic erathem on depth of 1000-2100 m on the structure sand and sandstone reservoirs are widely spread, reliably isolated from infiltrational hydrogeologic layer by thick clay groups of strata. Not far from Eastern Poltava field, in Solokha-Dykanka rampart, mesozoic commercial oil and gas accumulations in Solokha and Runivshchyna field were discovered a long time ago.

Eastern Poltava field has huge potential of commercial gas supply increase. As pointed by contemporary search experience in adjacent fields, oil pools can be discovered here in wide stratigraphic compass.

**Keywords:** research, horizon, sandstone, deposit, gas.

#### **References**

1. *Ivanyuta, M.M. ta in. (1998). Atlas rodovyshch nafty i hazu Ukrainy. L'viv, UNHA, I, 38-39.*
2. *Svyatenko, H.Ye., Vysochans'kyi, I.V., Dyukov, O.H., Masalitina, Yu.M. (2013). Deyaki osoblyvosti produktyvnosti triasovykh vidkladiv Shebelyns'koho rodovyshcha. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V.N. Karazina, Heolohiya-heohrafiya-ekolohiya, 1084, 105-109.*

UDC 553.98.048

**H.Ya. Stebelska**, Head of Department,  
Ukrainian Research Institute for Natural Gases,  
e-mail: [rozr-naft@ukr.net](mailto:rozr-naft@ukr.net)

### **GEOLOGIC CONDITIONS OF PROSPECTING AND DEVELOPMENT OF HIGH VISCOSITY OILS AND NATURAL BITUMEN**

The current state of study of high-viscosity oil and natural bitumen allows to claim with confidence that they significantly differ from common oil. They differ by the chemical composition, physical and chemical properties, structure of a deposit and a collector, as well as by the structure of a pore space and the structure of liquid saturation. Therefore the methods and approaches used by the searches, exploration and development of the traditional oil pools can't directly be implemented on the deposits of high-viscosity oil and natural bitumen. Thus, it is necessary to develop an evidence-based approach which will consider their specifics for successful searches, exploration and effective development of the deposits of high-viscosity oil and natural bitumen.

Profound study of geological aspects of the bitumen deposits bedding conditions allowed to allocate the expected criteria for the zone and local forecast of oil-bearing. It is established how features of a geological structure of high-viscosity oil and natural bitumen deposits can influence an assessment of their stocks. It is considered that structure of a pore space and the structure of liquid saturation influences a choice of methods in development of the deposits of high-viscosity oil. The result of the conducted research gives the chance to draw a conclusion on inexpediency of high-viscosity oil and natural bitumen deposits development by means of classical flooding and pumping of gaseous agents.

**Keywords:** high-viscosity oil, natural bitumens, deposit, liquid saturation.

#### **References**

1. *Lukin, O.Ye. (2008). Vuhlevodnevyi potentsial nadr Ukrainy ta osnovni napriamky yoho osvoiennia. Visnyk Natsionalnoi Akademii Nauk Ukrainy, 4, 56-67.*
2. *Stebelska, H.Ya. (2015). Osoblyvosti rozrobky pokladiv vysokoviazkykh naft. Novitni problemy heolohii. Kharkiv: Materialy nauk.-prakt. konf., 133-135.*

3. Paiuk, S.O., Stebelska, H.Ya., Nesterenko, M.Yu., Balatskyi, R.S. (2015). Petrofizychna model naftonasychennia porid-kolektoriv bashkyrskoho yarusu Yablunivskoho rodovyshcha DDz. Naftohazova haluz Ukrainy, 2, 22-25.
4. Seliuzkin, Ye.F., Kozii, M.P. (1996). Heolohichni osoblyvosti pokladiv vysokoviazkykh naft Dniprovsko-Donetskoj zapadyny v zviazku z pidvyshchenniam dostovirnosti pidrakhunku zapasiv. Nafta i haz Ukrainy-96. Kharkiv: Materialy nauk.-prakt. konf., 97-98.

UDC 551.781.43. 022 (477.63)

V.L. Stefanskyi, PhD (Geology),  
Oles Gonchar Dnipropetrovsk National University,  
e-mail: [stephansky2007@yandex.ru](mailto:stephansky2007@yandex.ru)

### TAPHONOMICAL FEATURES OF THE UPPER EOCENIAN FAUNAL COMPLEX FROM MANDRYKIVKA BEDS (DNIPROPETROVSK, UKRAINE)

Mandrykivka Beds are treated as a non-uniform taphoherm body formed in different habitats of the littoral, including areas of coral buildings of the Late Eocene basin. The unique systematic diversity of the Mandrykivka faunal association is provided through accumulation and mixing of residues of various ecological niches of littoral and coral habitat representatives. There are lithological variations in the Mandrykivka Beds area: onkoliths' bioherms, beach coral sands, algae thickets, etc. Mandrykivka Beds are studied on more than 2,5 km<sup>2</sup> area in the quarry "Rybalsky" (Dnipropetrovsk). In the south-eastern slope of the quarry "Rybalsky" deposits of the littoral zone are located. These include numerous remains of "patella"-gastropods, diverse epifauna (Chama, Spondilus, Dymia, Vulsella, Vermetus, Balanus), granite and gerbils pebbles. In the southern slope of this quarry the dominant rocks contain the shells remains of the sandy bottom inhabitants (Glycymeris, Arca, Barbatia, Acturellina, etc.) and inhabitants of algae, too (Turritella, Mesalia, Tectus etc.). The representatives of the littoral zone are relatively small. Fossil reefs bodies are not found, but the remains of colonial corals are ubiquitous (at least 22 species). There are other facies of the Upper Eocene too (carbonaceous, dark-colored clay with remnants of Spongia) in the quarry "Rybalsky" apart Mandrykovka Beds.

**Keywords:** taphonomy, Upper Eocene, Ukraine.

#### References

1. Ablec, V.V. (1994). Sledy zhiznedejatel'nosti v tverdyh substratah kajnozoja Ukrainy: Dis. ...kand. geol.-min. nauk: 04.00.09. Krivoj Rog, 18.
2. Amitrov, O.V. (1993). Istorija gastropod paleogenovyh morej Zapada Evrazii. M., Nauka, 208.
3. Amitrov, O.V. (2008). Mandrikovskie sloi (verhnij jeocen Ukrainy): izuchennost' gastropod i opisanie novogo vida Conorbis. Paleontologicheskij zhurnal, 6, 11–14.
4. Barg, I.M. (1997). Narisi geologichnoi istorii Dnipropetrovshhini. Dnipropetrovs'k: TzOV «Al'fa», 148.
5. Barg, I.M., Manjuk, V.V. (2009). Stratigrafija paleogenovih vidkladiv pivdenного shilu Ukraïns'kogo shhita (Nikopol's'ko-Marganec'kij rajon). Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Ser. Geologija.Geografija, 11, 17, 3/2, 3–12.
6. Berezovskij, A.A., Dem'janov, V.V. (2014). Novye dannye o stroenii verhnejeocenovoj tolshhi Rybal'skogo kar'era g. Dnepropetrovsk. Stalij rozvitok promislivosti ta suspil'stva. Sekcija 5. Geologija, prikladna mineralogija ta ekologija. Materiali Mizhnarodnoi naukovno-tehnichnoi kon-ferencii. Krivij Rig, 22–25 zhovtnja 2014 r. Krivoj Rig: KNU, 38–41.
7. Veselov, A.A., Golev, B.T., Ljul'eva, S.A., etc. (1974). Novye dannye o stratigraficheskom polozenii i vozraste mandrikovskih sloev okrestnostej g. Dnepropetrovska (USSR). Dokl. AN SSSR, 217, 5, 1145–1147.
8. Kljushnikov, M.N. (1958). Stratigrafija i fauna nizhnetretichnyh otlozhenij Ukrainy. Kiev, Izd.-vo AN SSSR, 428.
9. Kuz'micheva, E.I. (1987). Verhnelovye i paleogenovye korally SSSR. M., Nauka, 190.
10. Nesterenko, P.G. (1960). Paleogenovye otlozhenija okrestnostej g. Dnepropetrovska i stratigraficheskoe polozenie mandrikovskih sloiv. Paleogenovye otlozhenija Juga Evropejskoj chasti SSSR. M., Izd.-vo AN SSSR, 136–142.
11. Nosovskij, M.F., Konenkova, I.D., Barg, I.M., etc. (1978). Novoe mestonahozhdenie mandrikovskih sloev v rajone g. Dnepropetrovska i ih paleontologicheskaja harakteristika. Stratigrafija kajnozoja Severnogo Prichernomor'ja i Kryma. Dnepropetrovsk, Izd.-vo Dnepropetr. un-ta, 40–48.
12. Stefanskij, V.L. (1992). Dvustvorchatye molljuskij pozdnego jeocena Severnogo Prichernomor'ja i jugo-vostochnoj chasti Ukraïnskogo shhita, ih stratigraficheskoe znachenie: Avtoref. diss... kand. geol.-min. nauk. Kiev, 23.
13. Stefanskij, V.L. (2013). K voprosu o korelljacii verhnejeocenovyh otlozhenij Srednego Pridneprov'ja i Severnogo Prichernomor'ja. Visnik DNU. Ser. Geologija. Geografija. Dnipropetrovs'k, DNU, 21, 15, 3/2, 14–19.
14. Stefanskij, V.L. (2013). O tehnogennyh i prirodnyh narushenijah mandrikovskih sloev Rybal'skogo kar'era (g.Dnepropetrovsk). Geologo-mineralogichnij visnik Krivoriz'kogo nacional'nogo universitetu. Kr. Rig: KNU, 1–2(29–30), 73–77.



15. Stefanskiy, V.L. (2014). Verhnejeocenovye onkolitovye biogerny Rybal'skogo kar'era (g.Dnepropetrovsk) kak fa-cial'nyj indikator mandrykovskih sloiv. *Visnik DNU. Ser. Geologija. Geografija. Dnipropetrovs'k: DNU*, 22, 16, 3/2, 121–131.
16. Makarenko, D.E., Zelinskaja, V.A., Zerneckij B.F. etc. (1987). *Stratigraficheskaja shema paleogenovyh otlozhenij Ukrainy (unificirovannaja)*. Kiev, Naukova dumka, 116.
17. Shpil'chak, V.O., Manjuk, V.V., Sukach, V.V. etc. (2007). *Derzhavna geologichna karta Ukraïni masshtabu 1:200 000, arkush M-36-XXXVI (Dnipropetrovs'k). Central'noukraïns'ka serija. Pojasnjuval'na zapiska. Ministerstvo ohoroni navkolishn'ogo seredovishha Ukraïni. Derzh. Geol. sluzhba. KP «Pivden'ukrgeologija»*. Kiyv, UkrDGRI, 116.
18. Shirokov, A.Z., Veselov, A.A., Stefanskiy, V.L. etc. (1986). *Formirovanie i vozrast mandrikovskih sloev okrestnostej g. Dnepropetrovska. Dokl. AN USSR, ser. B, Geol. him. i biol. nauka*, 2, 25–28.
19. Martini, E., Ritzkovski, Z. (1970). *Stratigraphische Stellung der obereozänen Sande von Mandricovka (Ukraine) und Parallelisierungs Möglichkeiten mit Hutle des fossilen Nannoplantons. Newslett.Stratigr.* 1, 2, 49–60.

UDC 556.3:551.435.82:725.94

V.G. Suyarko, Doctor of Science (Geology and Mineralogy),  
Full Professor,  
V.V. Sukhov, Senior Lecturer,  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [vg\\_suyarko@gmail.com](mailto:vg_suyarko@gmail.com)

## CONCEPTUAL SYNERGETIC GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL MODEL OF SUFFUSION AND KARST DEVELOPMENT IN CARBONATE ROCKS ON THE TERRITORY OF SVYATOGIRSK MONASTERY

Causes of geodynamic processes of suffusion and karst formation in carbonate rocks have been considered. It has been determined that the main factor in their formation is groundwater with different origins and directions. Their filtering in the array of loamy-Cretaceous rocks is provided by three systems of cracks – exogenous (weathering), lithogenic (diagenetic) and tectogenous. It is shown that suffusion processes that are the result of mechanical activity of groundwater, take place in parallel with the processes of karst formation due to chemical interaction of the components of "rock - water" with different genesis in carbon dioxide. According to the results of isotopic analysis of carbon heavy isotopes in minerals it has been found out that its genesis in epikarst products meets atmospheric, and the matter of aragonite tectonic cracks – depth genesis.

A conceptual synergistic spatial geological and hydrogeological model of suffusion and karst formation in rocks of Upper Cretaceous carbonate "chalk rock" has been built for the first time on which the historical and architectural monuments of Svyatogirsk monastery stand. This model allows to determine possible geological risks to monastic buildings and develop a method to protect them from destructive geodynamic processes.

**Keywords:** ground water, carbonate rocks, fault, carbon dioxide, filtration, suffusion, karst, geodynamic processes, thermal mass transportation, historical and architectural monuments.

### References

1. Andrijchuk, V. (2007). *Karst kak geojekologicheskij faktor. Sosnovec-Simferopol', Vysshaja shkola jekologii i NAN Ukrainy*, 137.
2. Belokon' V.G. (1984). *Bassejn r. Severskij Donec kak geodinamicheskaja sistema, otrazhajushhaja processy bol'shih glubin. Geologicheskij zhurnal*, 34, 5, 11–27.
3. Klimchuk, A.B. (2013). *Gipogennyj speleogenez, ego gidrogeologicheskoe znachenie i rol' v jevoljucii karsta. Simferopol', DIAJPI*, 180.
4. Pinneker, E.V. (1982). *Rol' vody v osadochnom porodoobrazovanii i metamorfizme. V kn.: Geologicheskaja dejatel'nost' i istorija vody v zemnyh nedrah. Novosibirsk, Nauka*, 28–43.
5. Skarzhinskij, V.I. (1973). *Jendogennaja metallogenija Doneckogo bassejna. K., Naukova dumka*, 203.
6. Sujarko, V.G. (2006). *Geohimija podzemnyh vod vostochnoj chasti Dneprovsko-Doneckogo avlakogena. Har'kov, HNU imeni V.N. Karazina*, 225.
7. Shumljanskij, V.A. (1983). *Kimmerijskaja metallogenicheskaja jepoha na territorii Ukrainy. K., Naukova dumka*, 220.
8. White, W.B. (2002). *Karst hydrology: recent developments and open questions. Eng. Geol.*, 65, 85–105.

UDC 550.98;550.834  
gу),

V.G. *Suyarko*, Doctor of Science (Geology and Mineralo-

Full Professor,  
**Ju.V. Yakymenko**, MSc (Geology),  
**L.V. Ishenko**, MSc (Geology),  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [vg\\_suyarko@gmail.com](mailto:vg_suyarko@gmail.com)

## FEATURES OF GEOLOGICAL STRUCTURE AND PROSPECTS OF GAS CONTENT IN ZMIIV BASEMENT LEDGE

Has been reviewed the geological structure and prospects gas content of Zmiiv the basement. It was found that the nature of degree of saturation of hydrocarbons is depends from structure of traps and lithological structure.

Zmiiv structure is mostly in Zmiiv district of Kharkiv region. Tectonically it is confined to the northern edge of the Dnieper-Donets basin, which is part of Dnieper-Donetsk avlakogen.

Zmiiv basement ledge as a raised unit of the Precambrian basement is a slab, within which no Devonian salt-bearing deposits. Precisely because of this in the sedimentary cover is not enough movably fluid thickness of rock - salt, which could contribute to the oil and gas structure formation.

Lateral movement of gas flow and condensate in the direction of raising layers occurred exactly on the places of discontinuous faults. As a result of obstacles such as deep faults and salt rods, transverse directions of migration formed. The main reasons for the migration is compacting of sediments and squeezing forming fluids in thinning areas. Thus, there was saturation of traps by gas and condensate.

Sedimentary rocks speech presented terrigenous carbonaceous sediments of the Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic, are broken faults of different directions and salt rods. This paved the way for the formation of different origin and form hydrocarbon traps. Among them are dominated tectonic- and lithologic-shielded varieties.

Analysis of geological, lithological and tectonic research site features research allowed to define a possible migration route and directions hydrocarbon fluids and place their accumulation in traps not only in the basement rocks Zmieiv, but also in the northern part of the near edge zone Dnieper-Donets basin.

**Keywords:** hydrocarbons, structure, migration, trap, reservoir.

### References

1. Vysochanskyi, I. (2015). *Naukovi zasady poshukiv ne sklepinykh pastok vuhlevodniv u Dniprovsko-Donetskomu avlakoheni*, 236.
2. Gavrish, V. (1969). *Glubinye struktury (razlomy) i metodika ih izuchenija na primere Dono – Dneprovskogo progiba*, 269.
3. Gavrish, V. (1986). *Zalozhenie, razvitie Dneprovsko–Doneckoj vpadiny i problema ejo krupnomasshtabnogo tektonicheskogo rajonirovanija*. *Geol. Zhurnal*, 46, 4, 3-16.
4. Dem'ianenko, I. (2001). *Hipsometrychni poverkhy naftohazonosnosti fanerozoiu Dniprovsko – Donetskoj zapadyny*. *Monohrafiia*, 156.
5. Eremenko, N., Krylov, N., Pecjuk, J. (1989). *Jekranirujushhie sposobnosti fljuidov i ih rol' v processah, migracija gaza i nefi. Generacija i migracija nefi. Dokladi geologov na XXVIII sessii mezhdunarodnogo geologicheskogo kongressa*, 15-23.
6. *Izotopnye i bituminologicheskie metody pri poiskah nefi i gaza* (1988). *Sbornik nauchnyh*, 162.
7. Bakirov, V. (2015). *Novitni problemy heolohii. Material naukovopraktychnoi konferentsii do 100-richchia vid Dnia narodzhennia V. P. Makrydina*, 188.
8. *Suiarko, V., Kryvulia, S. (2013). Izotopy vuhlevodniu – yak kryterii doslidzhen skupchen vuhlevodniv. Visnyk KhNU imeni V.N. Karazina*, 1049, 65-67.

UDC 551.7  
er,

\***G.L. Trokhymenko**, PhD (Geology), Senior Researcher,

\*\***I.V. Vysochansky**, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Full Professor,

\*\*\***G.E. Svyatenko**, Senior Researcher,

\*Department of Marine Geology and Sedimentary Ore Formation of NAS of Ukraine,

\*\*V.N. Karazin Kharkiv National University,

\*\*\*Ukrainian Research Institute for Natural Gases,

e-mail: [dgp\\_pzg@ndigas.com.ua](mailto:dgp_pzg@ndigas.com.ua)

## MESOZOIC SYSTEM OF DDD: PERSPECTIVES, EXPLORATION AND OIL AND GAS BEARING ESTIMATION METHODS

Oil and gas perspective Mesozoic complex in Dnieper-Donets depression includes Triassic, Jurassic and Lower part of Cretaceous systems. Its common thickness can reach one kilometer and much more. The deposit complex widely spread in Preaxial and Northern near-edge zones of Depression. Geologic and log data about potential Triassic and Jurassic rocks hydrocarbons bearing on several of tens local structures, not including here already known Mesozoic fields, there exist missed productive layers and even stratigraphic complexes, point on exclusive interesting character of this exploration direction. The fact is strange and hardly explainable, but since 1960s years systematic study of Mesozoic rocks in Eastern Ukraine has not been executed. Meanwhile, there are no theoretic foundations which contradict to possibility of Mesozoic commercial hydrocarbon pools forming on most part of Eastern Ukrainian oil and gas bearing basin territory, on the contrary, most of its uplifts have favourable genetic, migrational and accumulative terms of Triassic, Jurassic, and probably Cretaceous hydrocarbon pools existence. Triassic and Jurassic systems deposits of DDD characterized by small and middle bedding depth, friendly thermic, pressure and hydrogeochemical environment. Perspective folds and uplifts mostly situated in areas with convenient search and development infrastructure. Rational searching complex of works, directed on Mesozoic pools discovery and commercial exploitation proposed.

**Keywords:** log, section, resources, pool, exploration.

### References

1. Svyatenko, H.Ye., Vysochans'kyy, I.V., Dyukov O.H., Masalitina, Yu.M. (2013). *Dyaki osoblyvosti produktyvnosti triasovykh vidkladiv Shebelyn's'koho rodovyshcha. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu*, 1084, 105–109.
2. Ivanyuta, M.M. *ta in.* (1998). *Atlas rodovyshch nafty i hazu Ukrayiny. L'viv, vyd-vo «Tsentr Yevropy»*, I, II, III, 1416.
3. Svyatenko, H.Ye., Vysochans'kyy, I.V. (2013). *Mezozoys'ki vidklady Dniprovs'ko-Donets'koyi zapadyny – paradoksy vyvchenosti i perspektyvy naftohazonosnosti. Nafta i haz Ukrayiny. K.*, 43–44.
4. Trokhymenko, H.L., Vysochans'kyy, I.V., Svyatenko, H.Ye. (2014). *Heolohichni ta promyslovo-heofizichni peredumovy rehional'noyi naftohazonosnosti vidkladiv triasu v DDZ. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu*, 1128, 76–82.
5. Sokolov, V.Ja. (1983). *O nekotorykh prichinah propuska produktivnykh gorizontov pri poiske zalezhej nafty i gaza. Geologija nafty i gaza*, 43–48.
6. Trofimenko, G.L., Krupckij, Ju.Z., Fedorov, I.M. (1990). *Vyjavlenie novykh neftegazonosnykh ob'ektov po dannym special'nykh geologo-geofizicheskikh issledovaniy skvazhin. Geologo-geofizicheskie kriterii otkrytija novykh mestorozhdenij nafty i gaza. Sb. nauch. tr. L'vov, UkrNIGRI*, 94–100.

UDC 553.048

**V.V. Khrol**, Engineer,

UkrGasPromGeophysika,

e-mail: [vasya-khrol@mail.ru](mailto:vasya-khrol@mail.ru)

## IDENTIFYING RESERVOIRS FOR GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL RESEARCH IN THE THIN SANDSTONES ON THE EXAMPLE OF THE SOUTHERN ZONE DEPOSITS IN THE BORDER DNEIPER-DONETS BASIN

This work is dedicated to one of the methods for detecting thin sandstones in the example of deposits of Dnieper-Donets Basin. When the thick seams need for detailed study of low power may arise, now the question is very relevant. Thin gas-saturated layers have been repeatedly disclosed with the help of geological and technological research. Geological and technological studies provide an instant solution to the problems



regarding the lithology of the well with the specification of physical and chemical properties of rocks, predicting geotechnical complications to update interval of coring control at the opening of gas-bearing horizons, partial monitoring of the wells and surface equipment.

Application of GTR made a positive contribution to the study of lithologic and stratigraphic section well. No wonder these studies are an integral part of the complex methods used to study well because technology research and interpretation of received information must be based on rational integration of geological and technological, geophysical and hydrodynamic methods of research in the interests of effective and prompt exploration of productive strata using all acquired information.

Using complex research methods we were able to establish not only the thin seams of sandstones, which are gas-saturated, but also to set the power and depth of their occurrence.

**Keywords:** GTR, thin layers, hydrocarbons, deposits, gas indications, well.

#### References

1. Mirakyan, V.I., Rukavytsin, V.N. (1986). *System controlia geophysicescyh tehnologicheskikh parametrov pry burenyy skvazhyn. M.*, 55.
2. Levytskyy, A.Z. (2005). *Geologo-tehnologichescie isledovaniya na stady zakachivania skvazhynu. M.*, 76.
3. Lukyanov, E.E. (1979). *Isledovaniya skvazhyn v processe burenya. M., Nedra*, 248.
4. Nesterov, I.I. (2009). *Fundamentalnue osnovy formirovaniya zalezey nefty i prirodnyh gazov, ih poyskov, razvedky y razrabotky. Geolohyya y Geophysica*, 50, 425-433.

UDC 553.048

**R. V. Chornenkyi**, MSc (Geology),  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [geoeco-series@karazin.ua](mailto:geoeco-series@karazin.ua)

#### CLARIFICATION OF VILHIVSKYI'S CONDENSATE FIELD DEVELOPMENT INDICATORS BY THE METHOD OF RESERVOIR PRESSURE DROP

The method of reservoir pressure drop as one of the main methods used to address the additional exploration of gas condensate fields (on the example of Vilhivskiy GCM) has been considered. Appropriate calculations were made using this method, which specified the development indicators for the period from 2013 to 2018. The current state of Vilhivskiy gas condensate field deposits development has been analyzed and options for development have been justified. There are I, II, III and IV operating facilities in Vilhivskiy field in industrial design. As of 01.10.2013, on the eastern vault I the object is developed by one borehole, which is currently in the overhaul, the second facility - by the two wells (w. 57, 61), the third object - by one hole (St. 60), the fourth object - by seven wells (w. 51, 52, 53, 54, 55, 58, 84). On the western vault I object was worked out by well 26, which was closed in 1993 due to flooding, II object is being developed by one borehole (w. 9), the third object - by one borehole (w. 81), IV object - by nine wells (w. 59, 62, 63, 64, 65, 70, 80, 82, 83).

**Keywords:** bedded system, analysis development, productive characteristics, unrecoil, to develop.

#### References

1. Kabyshev, Ju., Vokarchuk S., Stryzhak, V. i dr. (2011). *Sovremennoe sostojanie issledovaniy gaza central'nobassejnogo tipa v Dneprovsko-Donckoj vpadine. Geolog Ukrainy*, 2, 120-125.
2. Lur'e, A.I. (2011). *O principah sosushhestvovaniya gidrodinamicheskikh i geotemperaturnyh anomalij v neftegazonosnyh provincijah. Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo universitetu. Serija: «geologija-geografija-ekologija»*, 956, 38-42.
3. Tereshhenko, V.A. (2015). *Gidrogeologicheskie uslovija gazonakoplenija v Dneprovsko-Donckoj vpadine. Kharkov, HNU imeni V.N. Karazina*, 244.
4. *Tehnicheskaja instrukcija po provedeniju geofizicheskikh issledovaniy v skvazhinah (1985). M., Nedra*, 458.

## GEOGRAPHY

UDC 551.4:631.6

**Yu.F. Kobchenko**, PhD (Geography), Assistant Professor,  
**O.Yu. Kobchenko**, MSc (Physics and Mathematics),  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
phone: +380999787479, e-mail: [yuthed@yahoo.com](mailto:yuthed@yahoo.com)

### SPACE–TIME TENDENCIES OF AIR TEMPERATURE CHANGE IN CLIMATE WARMING PERIOD IN THE TERRITORY OF UKRAINE

The problems of spatial and temporal characteristics of patterns in air temperature changes during the warming climate in Ukraine have been considered. After analyzing the statistics of hydrometeorological data of meteorological stations in Ukraine for 1970-2014, it has been shown that annual temperature for the 100-year period within the territory of the study has changed by 3,1-3,5 °C, and changes in monthly temperatures have showed more tangible fluctuations in air temperature and especially it is typical for the summer months, where the temperature difference between the period of warming and cooling during the months of July and August is 5.3 and 5.1 °C, respectively. Methods of mathematical statistics and, in particular, the analysis of variance indicated a temporary change in the distribution of annual and monthly temperatures and placing them on the hierarchical levels. Analysis of changes in air temperature distribution during the warming period of climate in Ukraine has showed that the average annual temperature from 1970 to 2014 in Lugansk was 8.1 °C, in Kharkov 7,4 °C in Lviv 6,7 °C. If we compare the temperature variation of the air for 40 years with these long-term studies, we arrive at the conclusion that the climate in Ukraine is gradually warming, but in the east of the country it is more pronounced.

The method of spatiotemporal analysis of patterns in air temperature change during climate warming in Ukraine unifies meteorological characteristics of these years, and can be used to solve specific problems in different sectors of the economy.

**Keywords:** weather, climate, temperature, hydrometeorological conditions, methods of mathematical statistics, analysis.

#### References

1. Babichenko, V.N. (1987). *The temperature in Ukraine*. L., Gidrometeoizdat, 399.
2. Buchinskiy, I.E. (1980). *Climate of the past and future*. L., Gidrometeoizdat, 147.
3. Dubinsky, G.P., Smalko, J.A., Lotoshnikova, A.I. (1971). *The climate of Kharkiv region*. Proceedings of the Kharkov department of the Geographical Society of Ukraine, 8, 31-54.
4. *Climate of Ukraine* (2003). Under edit. of V.M. Lipinsky, V.A. Dyachuk, V.M. Babichenko. Singapore: View of Raevskogo, 343.
5. *Climate of Kharkov* (1980). By Rev. V.I. Babichenko. L., Gidrometeoizdat, 385.
6. Kobchenko, Y.F., Rezenenko V.A., Gails, N.A. (2003). Application of statistical chi-square test for the analysis of hydro-meteorological information and forecasting of weather systems. *Vestn. Khark. Univ.: geology, geography, ecology*, 610, 143-150.
7. Kobchenko, Y.F., Rezenenko, V.A. (2004). Processing of experimental data of hydrometeorological method of Pearson curves. *Materials of the conference "natural history Karazinsky studio"*. Kharkiv, 287-290.
8. *The climate of Ukraine* (1957). By Rev. L.I. Sakali. L., Gidrometeoizdat, 415.
11. *Klimatologichni standartni norm (1961-1990)* (2005). Kyiv, Ukraine Minekoresursiv Gidrometeorologichny Center, 832.
12. *Klimatologicheskyy reference USSR (1950)*. Issue 10. A., Gidrometeoizdat, 713.
12. Monin, A.A. (2012). Berastau "new climate". *Herald of the RAS*, 2, 75.
13. *USSR Climate Reference Book (1967)*. L., Gidrometeoizdat, 10, II, 640.
14. *Spravochnik climate of the USSR (1969)*. L., Gidrometeoizdat, 10, III, 696.
15. IPCC, 2014: *Climate Change 2014. Mitigating of Climate Change* (2014). Cambridge, United Kingdom and New York, Cambridge University Press, 954.
16. James, G. (2014). *Stistical learning*. New York, Mathematics, 426.
17. Moore, D. (2013). *Essanitial Stistic*. New York, Mathematics, 495.

UDC 911.3

*K.A. Niemets, Doctor of Sciences (Geography), Full Professor,  
A.V. Mazurova, PhD student,  
V.N. Karazin Kharkov National University,  
e-mail: [a.v.mazurova@yandex.ua](mailto:a.v.mazurova@yandex.ua)*

### **ENVIRONMENT AS A FACTOR OF THE SPATIAL ORGANIZATIONS OF THE BIG CITY (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KHARKIV)**

Organization of the big urban spatial system is a difficult process which depends on environment, population, settlement, production specialization, economic activity, etc. Environment, in our opinion, is a primary factor.

The main purpose of the article is the social and geographical analysis of environment of Kharkiv city for definition of their influence on formation of the spatial urban organization.

Relief, river system, climatic conditions, soils, flora and fauna of the area as components of the environment have significant impact on the features of the urban environment formation. The flat city relief in Kharkiv and straight gullies and ravines are favorable factors for creating urban space optimized system. Relatively smooth surface allows construction of any architectural designs without the probability of further destruction due to adverse natural conditions. A large number of rivers in the city have a great influence on the formation of its spatial organization. Rivers in the city are used for drinking, agricultural water supply, fishing, recreation and irrigation. The zone of high pressure of Voyeykov-Brounov crossing the city forms the stable weather and the absence of strong winds, which allows high-rise construction of buildings and reduces the likelihood of natural disasters. Soils territory is favorable for farming in the city and suburban areas. Forest-steppe flora and fauna are changing through human impact.

Natural conditions of the city of Kharkiv allow to generate an optimal urban structure.

**Keywords:** environment, Kharkiv city, relief, rivers, climate, soil, flora, fauna.

#### **References**

1. Abramovich, I.A. (1998). *Utilization of sewage (on the example of Kharkiv)*. Kharkiv, RIP Original.
2. Gamulja, Ju.G., & Zvjaginceva, K.A. (2010). *Features of natural and anthropogenic vegetation habitat zoning of the city of Kharkiv*. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv national University Ser.: Biology*, 905(11), 43-54.
3. Gorelova, L.N., & Alehin, A.A. (2002). *Vegetation cover of Kharkiv region*. Kharkiv, Publishing Center of KNU.
4. Veklich, L.M. (2005). *Integral atlas of Ukraine*. Kyiv, DNVP Cartography.
5. Strizhel'chik, G.G., Kramarenko, O.A., Sokolov, Ju.P., Reshetov, I.K., Gol'dfel'd, I.A., & Drozdov, A.V. (2001). *Land-slides in Kharkiv region*. Kharkiv, Publishing Center of KNU.
6. *Population number (monthly information)*. Retrieved from <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/chyselnist-naseleennia-shchomisiachna-informatsiia>.
7. Shubyn, Yu.V. (2007). *Anthropogenic transformation of relief of Kharkiv and its geoecological importance*. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv national University. Ser.: Geology, Geography, Ecology*. Kharkiv, Publishing Center of KNU, 769, 48-52.

UDC 556.166

*V.A. Ovcharuk, PhD (Geography), Associate Professor,  
O.M. Prokofiev, PhD (Geography), Associate Professor,  
E.I. Todorova, PhD student,  
Odessa State Environmental University,  
phone: +380482425717, e-mail: [valeri.o@mail.ru](mailto:valeri.o@mail.ru)*

### **FORMATION FEATURES OF WARM PERIOD FLOODS ON THE RIVERS OF MOUNTAIN CRIMEA**

The article analyzes the conditions of floods formation in the warm period on the rivers of Crimean Mountains. To illustrate the water regime of the rivers in the considered area the runoff hydrographs with pronounced floods in warm period have been built. Their analysis allowed us to determine that the floods of the warm period of the year on the rivers are not observed at one time: on the rivers of the western part of the northern slope of the Crimean Mountains maximum discharges of the warm period are observed more often

in April and July; on the rivers of the southern coast of Crimea - from April to August, and on rivers of the eastern part of the northern slope - in the spring.

In Crimea, 80-85% of the annual precipitation falls as rain. The number of days with rainfall ranges from 80-130 in the steppe regions to 150-170 – in the mountains. In the summer in the Crimea there are no more than 5-10 days with rains in the month. On the rivers of Mountain Crimea rainstorms are causing flooding accompanied by destruction of eroded rocks. In fact, in heavy rainfall not water – but a mix of earth and stones are flowing. Such flows destroy bridges, wash away roads, the fertile soil layer. Rainstorms never cover the entire Crimea. They typically fall in any one area. Most often heavy rains and downpours occur within one day and only in winter are possible within a few days.

Generalization of data on the distribution of the maximal rainfall of warm period have revealed that the most frequently observed maximum rainfall of 71-90 mm (27.3%) is also typical of the formation of floods in warm season rainfall in the range of 31-70 mm (the sum frequency of their occurrence is 40.9%).

Rainfall forming floods tend to increase with the height of the watershed, but the coefficient of this relationship is not significant.

Our study has allowed to determine that a material effect on runoff in the period of catastrophic floods have factors such as karst, watershed area and forested.

**Keywords:** water regime, rain floods, the maximum flow.

#### **References**

6. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR / Krym (1973). [Surface water resources of the USSR / Crimea], L., Gidrometeoizdat, 6, 4, 848.*
7. *Atlas Ukrayiny. Instytut heohrafiyi Natsionalnoyi akademiyi nauk Ukrayiny (1999-2000) [Atlas of Ukraine. Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine], the electronic resource.*
8. *Kuzin, P.S. (1960). Klassifikatsiya rek i gidrologicheskoye rayonirovaniye SSSR [Classification of rivers and hydrological zoning of the USSR], L., Gidrometeoizdat, 455.*
9. *Gopchenko, E.D., Loboda, N.S., Ovcharuk, V.A. (2014). Hidrologichni rozrahunki: pidruchnik [Hydrological calculations a textbook], Odesa: TES, 484.*
10. *Oliferov, A.N., Timchenko, Z.V. (2005). Reki i ozera Kryma [Rivers and lakes of the Crimea], Simferopol', Dolya, 216.*

UDC 911.3

*I.G. Chervanyov, Doctor of Sciences (Technics), Full Professor,  
O.O. Karasiov, Master (Geography),  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
phone: +38 (057) 335-49-84, e-mail: [chervanyov@ukr.net](mailto:chervanyov@ukr.net)*

### **THE INTANGIBLE NATURAL RESOURCES (INR) IN THE ASPECTS OF NATURAL CAPITAL OF NEW GEOGRAPHY: SOME PERSPECTIVES FOR UKRAINE**

Background. Intangible natural resources are properties of nature, whose consumption does not cause exclusion and transformation of substances and energy but provides benefits as an ecological rent in economy, society and personal satisfaction of human needs. To the greatest extent, it concerns the resort and recreation industry, which is becoming more and more significant in the economy of many countries.

Summary of the literature. Attention to non-material aspects of environmental protection and nature management for the needs of economy is increasing. European techniques involve sociological questionnaire apparatus for its evaluation. This process is rather tedious, lengthy and expensive.

Aim. The presentation and analysis of the existing methodology based on quantitative evaluation of the intangible natural resource potential, as well as offering a new way of such evaluation using the subjective component of the complex subject-object approach and geoinformation technologies.

Results. The geosocial advisory service would contain maps of environmental comfort based on the principle of the unity of time and space. The user can evaluate the quality of service time in the places that he visited (places are organized and classified by layers), and he will get personalized recommendations about, first of all, places for tourism and recreation. This service will create a set of axiological reports on classified landscapes.

Conclusions and further work. Service offered in this article can be a modern and effective way for comprehending the importance of nature as a producer of intangible benefits. In coming years, the practical implementation of the proposed service will occur.

### References

1. Bawab, H. (2014). *Effects of Web 3.0 in the New Digital World* [online]. LinkedIn Pulse. Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/20140324055730-14091619-effects-of-web-3-0-in-the-new-digital-world> [Accessed 6 Feb. 2015].
2. Bortnik, L., Grischenko, N., Chervanyov, I. (2013). *The natural capital as object of environmental economy and some factor of sustainable development*. *Visnyk of Karazin Kharkiv National University, Geology–Geography–Ecology*, 1049, 220-229.
3. Bagrov, N., Rudenko, L., Chervanyov, I. (2012). *The “new” Geography of the Information age: the Ukrainian realities and trends*. *Geography, Ecology and Environment*. Moscow, RAN, 64-71.
4. Chervanyov, I., Bokov, V. and Karasiov, O. (2013). *Non-material nature management – the resource of development of the information society and an object of constructive geography*. *The Human and the Environment. Problems of Neoecology* [online]. (3-4), 78-82. Available at: [http://journals.urau.ua/ludina\\_dov/article/view/20167/17793](http://journals.urau.ua/ludina_dov/article/view/20167/17793) [Accessed 18 Dec. 2014] (in Ukrainian).
5. Church, A., Fish, R., Haines-Young, R., Mourato, S. and Tratalos, J. (2014). *Cultural ecosystem services and indicators*. *UK National Ecosystem Assessment Follow-on* [online]. UNEP-WCMC, LWEC, UK. Available at: [http://www.nottingham.ac.uk/cem/pdf/Church\\_et\\_al\\_2014\\_NEA\\_CES.pdf](http://www.nottingham.ac.uk/cem/pdf/Church_et_al_2014_NEA_CES.pdf) [Accessed 24 Jan. 2015].
6. Dorfman, E. (2012). *Intangible Natural Heritage: New Perspectives on Natural Objects*. New York: Routledge. Available at: [https://books.google.com.ua/books?id=Q1fFBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=Q1fFBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) [Accessed 24 Jan. 2015].
7. European Commission, (2014). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. 2nd Report - Final* [online]. Luxembourg: The Publications Office of the European Union. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf) [Accessed 3 Jan. 2015].
8. European Commission, (2014). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Discussion paper – Final* [online] Luxembourg: The Publications Office of the European Union. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf) [Accessed 3 Jan. 2015].
9. Karasov, O. (2014). *Information variety of Ukraine’s landscapes: a study using satellite images Landsat-5 TM, in the context of the intangible nature management*. In: 6th Youth School-Conference "Remote sensing of environmental components: production, processing and analysis of data". Moscow, IG RAS, 18-21 (in Russian).
12. Karasyov, O., Chervanyov, I. (2013). *Intangible nature management. Problems of continuous education and cartography* [online]. (18), 70-73. Available at: [http://goik.url.ph/files/compilation\\_18.pdf](http://goik.url.ph/files/compilation_18.pdf) [Accessed 18 Dec. 2014] (in Ukrainian).
13. Milcu, A. Ioana, J. Hanspach, D. Abson, and J. Fischer (2013). *Cultural ecosystem services: a literature review and prospects for future research*. *Ecology and Society* [online]. 18(3):44. Available at: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05790-180344> [Accessed 6 Feb. 2015].



## ECOLOGY

UDC 556.314  
dent,

*Amjadi Aziz, Postgraduate Student,*

*F.V. Tchomko, Associate Professor,  
D.Yu. Nosik, Head of Laboratory,  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [hydrogeology@karazin.ua](mailto:hydrogeology@karazin.ua)*

### USE OF STOCHASTIC MODEL FOR A LONG-TERM FORECAST OF WATER QUALITY FROM GROUNDWATER AQUIFER OF KHORRAMABAD AND SHIRAZ INTERMOUNTAIN BASINS

Long-term prognosis of groundwater aquifers water quality in Khorramabad and Shiraz basins of western Iran is an important part in evaluation of groundwater operational reserves. Such a forecast (for 1 year or longer) has been proposed based on the study of the laws of fluctuations in water quality in the past, reflecting the impact of the main factors on the water regime and the interaction in the system

Interaction between water-rock occurs during movement of groundwater. In this connection, it seems appropriate to look for in the ranks of such fluctuations legitimate (harmonic) components, which are possible to predict.

The investigated process can be random, i.e. the action is determined by a variety of factors that cannot be currently analytically accounted, and is subject to the normal distribution law. Such a process is characterized by rapidly decreasing normalized correlation function.

The investigated process in addition to the random component may contain one or more periodic components. The normalized correlation function of the number of decays acts much more slowly than in the first case, and must contain the harmonic components with one or another correlation time.

In the first case, the original number of observations does not contain regular components, i.e. is determined by the random component in the second – in the initial data series, there are legitimate components that can be extrapolated to the future.

For the preparation of long-term forecast a stochastic model of hydro-chemical process is proposed, which can be represented by a sum of several harmonic components, complicated by the random component. The model is implemented on a PC using mathematical calculations package MathCAD 2000 Professional. Information is given in the form of discrete data of hydrochemical observations, for example, per diem, monthly average or average value of the mineralization, any chemical element or substance.

Long-term prognosis has been compiled using data on changes in salinity and hardness of groundwater basins of Khorramabad and Shiraz for the past 10 years.

These results show that if the original number of oscillations of mineralization and water hardness is decomposed into periodic components entirely or with a small amplitude residue, the forecast of the changes in the groundwater is not difficult. If after selecting there is a random component with considerable amplitude, it is possible to make the forecast of the general direction of the process.

**Keywords:** Western Iran, Shiraz and Khorramabad groundwater's basin, groundwater aquifer, hydro-chemical process, water quality, initial data, stochastic model, harmonic components, long-term forecast, the overall thrust of the hydrochemical process.

#### References

1. Shestakov, V.M., Marin, Ju.M. (1996). *Formirovanie povyshennoj zhestkosti v zone razgruzki gruntovyh vod konusov vynosa v Irane. Vestn. MGU. Ser. 4, Geologija, 4. M., 91-95.*
2. Shtejklin, J. *Tektonika Azii (1996). Mat-ly Mezhdunarodnyj Geologicheskij kongres, t. 5. M., 53-68.*
3. *Gidrohimicheskij otchet (1994). Firma Parab. Kuchmeshkian, M., 42.*
4. *Geologicheskij i gidrogeologicheskij otchety: Shirazskaja vpadina (1996). Firma Mahabkods, 393.*
5. *Geologicheskie otchety Irana (1987). Geological survey of Iran, 1980-1987.*
6. Serebrjannikov, M.G., Pervozvanskij A.N. (1965). *Vyjavlenie skrytyh periodichnostej. M., Nauka, 142.*
7. Reshetov, I.K. (1996). *Geologo-gidrogeologicheskoe prognozirovanie formirovanija presnyh pit'evyh vod v malyh artezijskikh bassejnah severo-zapadnogo Donbassa v uslovijah tehnogeneza. Avtoreferat dokt. dissertacii. H., 30.*

8. Reshetov, I.K., Chomko, D.F., Chomko R.F. (1998). Dolgosrochnyj prognoz kachestva podzemnyh vod melo-mergel'nogo vodonosnogo gorizonta v processe ego jekspluatacii. *Visn. Harkiv. univ-tu imeni V.N. Karazina*, 402. H., Osnova, 68-71.
9. Amdzhadi, Aziz (2013). Sravnitel'naja harakteristika himicheskogo sostava gruntovyh vod Shirazskoj i Horramabadskoj mezhgornyh vpadin Irana. *Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo universitetu. Serija: «geologija-geografija-ekologija»*, 1084, 22-31.
10. Amjadi Aziz, Chomko, D.F., Rahbar, Elham (2014). Case Record of Multivariate Statistical Analysis in the Groundwater (The Zagros Mountains). *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. J. Appl. Environ. Biol.*, 4(2s), 107-120.
11. Amdzhadi, Aziz, Chomko, D.F. (2014). Primenenie klasternogo analiza dlja vydelenija uchastkov gruntovyh vod so shodnym himicheskim sostavom v Shirazskoj i Horramabadskoj mezhgornyh vpadinah Irana. *Visnik Kiïv. nac. un-tu im. T. Shevchenka*, 1(64). K., Vidavnicnij centr Kiïv. nac. un-tu, 54-61.

UDC 556.388:504.064:665.71

A.L. Bricks, PhD (Geology and Mineralogy),  
Leading Researcher,

R.B. Havryliuk, PhD. (Geology), Researcher,  
phone: +380964875154, e-mail: [gwp\\_ign@gwp.org.ua](mailto:gwp_ign@gwp.org.ua)

### TRANSFORMATION OF LIGHT HYDROCARBON ACCUMULATIONS THAT POLLUTE THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

This article considers the laws governing the formation of secondary accumulations of petroleum hydrocarbons in the subsurface. This refers not only to “lenses” of light petroleum hydrocarbons, which for large dimensions, in fact, create a strong impact and cause increasing attention as a source of the threat of environmental pollution, but also “man-made deposits”. No less interesting in theoretical and practical terms are accumulations of hydrocarbons in vadoze zone and below the water table. It should not be restricted to consideration of only the mobile petroleum products. Noteworthy are accumulations of dissolved, sorbed and gaseous hydrocarbons. A typification system of petroleum hydrocarbons accumulations was developed based on the results of the analysis of our exploration on contamination areas in Ukraine and generalization of the known publications. All petroleum products accumulations have the ability to transform the areas of distribution, forms of already existing and change the qualitative composition of the pollutant.

From the authors' point of view, the change of the physical state, chemical composition and the spatial distribution of oil products polluter due to the impact of the natural and anthropogenic factors, means the transformation of pollution sources of the geological environment with oil products.

In this work, the authors limited themselves to only the spatial transformation of the oil products pollution sources and the related processes of the oil pollutant physical state change.

A special table in the article could be an example of the systematization of all these parameters. This technology can be used to plan monitoring research, design remedial actions and implementation of the expert system.

**Keywords:** light petroleum products, petroleum hydrocarbons, geological environment, hydrogeological conditions, transformation of pollutant accumulations.

#### References

1. Havryliuk, R.B., Zagorodnij, Ju.V., Plusnina, O.I. (2009). *Zb. nauk. prac' Institutu geol. nauk NAN Ukraïni [Collected Papers of the Institute of Geological Sciences of Ukraine]*. 2, 245-251.
2. Gol'dberg, V.M. (1997) *Izv. RAN. Serija Geoekologija [Proceedings of the RAS. Geoekology]*, 3, 21-28.
3. Gol'dberg, V.M., Gazda, S. (1984). *Gidrogeologicheskie osnovy ohrany podzemnyh vod ot zagryazneniya [Hydrogeological Basics of Protection of the Groundwater from Contamination]*. M., Nedra, 262.
4. Ognianik, N. S., Paramonova, N. K., Bricks, A. L., Pashkovskij, I. S., Konnov, D.V. (2006). *Osnovy izuchenija zagryaznenija geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami [The Fundamentals of Studyng of Subsurface Contamination with light petroleum Products]*. Kiev, izd. «A.P.N.», 278.
5. Bryks, A.L., Ognianyk, M.S., Paramonova, N.K., Nekrasov, Je.I. (2006). *Ekologija dovkilija ta bezpeka zhyttjedial'nosti [Ecology Environment and Life Safety]*, 2, 35-40.
6. Gol'dberg, V.M., Zverev, V.P., Arбузов, A.I., Kazennov, S.M., Kovalevskiy, Yu.V., Putilina, V.S. (2001). *Tehnogennoe zagryaznenie prirodnyh vod uglevodородami i ego jekologicheskie posledstviya [Anthropogenic Pollution of Natural Waters with Hydrocarbons and Its Ecological Consequences]*. M., Nauka, 125.
7. Ognianik, M.S., Paramonova, N.K., Bricks, A.L. (2013). *Ekologo-gidrogeologicheskij monitoring territorij zagryaznenija geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami [Ecological and Hydrogeological Monitoring of Subsurface Contamination Areas with light petroleum Products]*. Kiev, izd. «LAT & K.», 254.



UDC 001.92.37

\*A.M. Kasimov, Doctor of Sciences (Technics), Full Professor,

\*\*I.V. Udalov, PhD (Technics), Associate Professor,

\*\*A.V. Kononenko, Engineer,

\*State Enterprise,

«Ukrainian Research & Technological Center of Metallurgical Industry «Energostal»,

\*\*V.N. Karazin Kharkiv National University,

e-mail: [igorudalov8@gmail.com](mailto:igorudalov8@gmail.com)

## TECHNICAL AND ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF ADVANCED TECHNOLOGIES UTILIZATION OF VALUABLE COMPONENTS FROM LARGE-CAPACITY INDUSTRIAL WASTE

The reasons for the accumulation in Ukraine huge amount of large-capacity metallurgical wastes. The analysis of the formation and distribution of industrial waste in the industrialized regions of Ukraine shows a steady increase in their volumes. It indicates that man-made mineral resources that represent significant value as objects of potential prey, require special geological and economic and technological study. A number of methods to reduce the volume of large-capacity waste and the creation of environmentally friendly production replacing imports of steel products. We describe a systematic approach to assessing the environmental and economic development of technogenic deposits. Peculiarities of economic evaluation is laid in a feasibility study of investments, taking into account the cost of environmental protection measures in the planning of the development of technogenic deposits.

It is noted that the economic feasibility of the use of associated minerals and components of industrial waste is determined by comparing the cost of additional by-products obtained and additional capital and operating costs associated with obtaining such information. As example, the impact of the slurry tank on the environment are considered aspects of the approach to the organization of production of components and the determination of the economic effect of utilization of associated minerals. In this case, the complex fields that have a number of components can be regarded as basic minimum industrial content is calculated according to the content of one of them with a maximum recoverable value in this technogenic deposits. The features of the indicators of environmental pollution. Also given the potential, prevent, compensated, and the remaining liquidated damages. It is shown that special attention should be paid to the separate storage of industrial waste by type of formation of technogenic deposits, which simplifies the process of recycling.

**Keywords:** natural environment, ecological and economic damage, sludge storage, reclamation, environmental impacts, waste, toxic waste, objects and subjects of influence.

### References

1. Kasimov, A.M., Semenov, V.T., Romanovskij, A.A. (2007). *Promyshlennyye othody. Problemy i reshenija. Tehnologii i oborudovanie. Kh., HNAGH*, 538.
2. Kasimov, A.M., Leonova, O.E. (2007). *Cennyye metally i tehnogennyye mestorozhdenija. Sb. dokl. V Mezhdunarodnogo Kongressa po upravleniju othodami i prirodoohrannym tehnologijam. M., VJeJST–TJeK*, 187-189.
3. Kasimov, A.M., Ljubchik, L.M., Toshinskij, V.I., Romanovskij, A.A. (2006). *Zb. nauk. stat. "Ekologichna bezpeka: problemi ta shljahi virishennja". Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Alushta, AR Krim. Tom P. Kh., UkrNDIEP*, 28-32.
4. Udalov, I.V. (2014). *Aspekty tehnogenogo vozdeystvija na okruzhajushhuju sredu pri restruktivizacii ugol'noj promyshlennosti Ukrainy. Kh., 380*.
5. Kasimov, A.M., Tovazhnjanskij, L.L., Toshinskij, V.I., Stalinskij, D.V. (2009). *Upravlenie opasnymi promyshlennymi othodami. Sovremennyye problemy i reshenija. Kh., Izd. dom NTU «HPI»*, 512.
6. Kasimov, A.M., Semenov, V.T., Shherban', N.G., Mjasoedov, V.V. (2009). *Sovremennyye problemy i reshenija v sisteme upravlenija opasnymi othodami. Kh., HNAGH*, 512.
7. Seminozhenko, V.P., Stalinskij, D.V., Kasimov, A.M. (2011). *Promyshlennyye othody: problemy i reshenija. Kh., Izd-vo «Industrija»*, 544.
8. Kasimov, A.M. (2011). *Osnovnyye meroprijatija po likvidacii ushherba okruzhajushhej prirodnoj srede v rajone razmeshhenija nakopitelej othodov metallurgicheskikh zavodov. Chernaja metallurgija*, 12(1344), 70-72.

UDC 004.942:556.314(477-25)

**T.A. Koshliakova**, Researcher,  
PO «Environment Geochemistry Institute  
of National Academy of Sciences of Ukraine»,  
phone: +380676649441, e-mail: [geol@bigmir.net](mailto:geol@bigmir.net)

### ESTIMATION OF CENOMANIAN-CALLOVIAN GROUNDWATER COMPLEX OF POTABLE WATER VULNERABILITY IN KYIV BASED ON ISOTOPE- RADIOCHEMICAL DATA

A present-day analysis of ground water conditions use by Kyiv population from well- water supply has been carried out. The results of investigation are directed to reveal the hydrogen radioactive isotope – tritium distribution regularity in the city wells.-rooms By means of geoinformational system ArcGIS the map-scheme of tritium distribution in cenomanian-callovian groundwater complex was constructed. It shows that isotope-radiochemical data can serve as an effective instrument to determine groundwater complex vulnerability to contamination.

One of the dominant sources of potable water supply in Kyiv is cenomanian-callovian groundwater complex. From the point of view of subsurface geology cenomanian-callovian groundwater complex is considered as covered on the right-bank of Dnieper river (apart from Obolon') and as conditionally covered on the left-bank. With the aim to supply the city population with pure water the wide network of well-rooms has been installed since 1997; the number of well-rooms has been constantly growing. The water quality in well-rooms is controlled in order to reveal the exceeding boundary permissible concentrations corresponding to norm, however the present well-rooms water quality control has a local character and doesn't allow to systematically estimate the ground water vulnerability to man-caused influence in area extent. The author has investigated hydrogen radioactive isotope – tritium distribution regularity in cenomanian-callovian groundwater complex as an indicator of ground water vulnerability to man-caused influence. The investigation results give grounds to assert that there is a danger of anthropogenic transformation of underground hydrosphere from the point of view of potable ground water quality changes towards it's deterioration.

**Keywords:** ground water vulnerability, potable water supply, isotope-radiochemical data, anthropogenic transformation of underground hydrosphere.

#### References

1. Nikitash, O.P., Dovzhenko, O.P., Ivasyuk, N.I. et al. (2010). *Heoloho-ekonomichna otsinka ekspluatatsiynykh zapasiv rodovyshcha pytnykh pidzemnykh vod seredn'oyurs'koho vodonosnoho horyzontu dlya PAT «Kvazar» v m. Kyievi (z pidrakhunkom zapasiv stanom na 01 serpnya 2010 r.): zvit pro NDR. PDRHP «Pivnichheolohiya», 110.*
2. *Rejting chistyh i grjaznyh bjuvetov Kieva (2013): infografika [Elektronij resurs]. Elektron. dani. Rezhym dostupu: <http://news.bigmir.net/capital/739722-Rejting-chistyh-i-grjaznyh-bjuvetov-Kieva--INFOGRAFIKA->.*
3. Dolin, V.V., Pushkaryev, O.V., Shramenko, I.F. et al., (2012). *Trytій u biosferi. Naukova dumka, 222.*
4. Devis, Dzh. S. (1990). *Statisticheskij analiz dannyh v geologii: Kn. 1. Nedra, 319.*
5. Koshliakov, O.Ye., Koshliakova, T.O., (2014). *Vyavlennya dynamiky zmin khimichnoho skladu pidzemnykh vod senoman-keloveys'koho vodonosnoho kompleksu u m. Kyievi za dopomohoyu metodiv matematychnoyi statystyky. Naukovyy visnyk Natsional'noho hirnychoho universytetu. Naukovo-tekhnichnyy zhurnal, 3(141), 5–10.*

UDC 911.9+910.3:553.9:528.8

**I.G. Chervanyov**, Doctor of Sciences (Technics), Full Professor,  
**I.K. Burdun**, Master (Geography),  
V.N. Karazin Kharkiv National University,  
e-mail: [chervanyov@ukr.net](mailto:chervanyov@ukr.net)

### GEOECOLOGICAL MONITORING OF DANGEROUS LOCAL GEOCHEMICAL OBJECTS IN URBAN ENVIRONMENT BY REMOTE SENSING

For historical reasons the city of Donetsk happened to be the territory of intensive mining and beneficiation of coal territory, so it acquired a unique townscape which organically combines urban developments and giant dumps (more than 50) – most of them are man-made relics of the early industrial era and coal mine construction.

The authors examine the correlation between the salinity of refuse dumps of mining industry with their vegetation dynamics and its metamorphosis based on remote sensing data. In this paper data from the satellite system LandSat 5 TM are used for the summer and autumn periods. 11 refuse dumps were selected for the research. The use of satellite data of LandSat 5 TM for estimating landscape-geochemical characteristics

of refuse dumps rocks and processing plants in Donetsk has showed the perspective of this scientific method in relation to other objects that undergo complicated processes of landscape-geochemical transformations. The effectiveness of index calculation Normalized Difference Salinity Index (NDSI) and Salinity Index (SI) was confirmed by calibrated digital images of refuse dumps undergoing geochemical transformations.

Moisture Stress Index (MSI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) turned out to be effective. Comparison of indices NDVI, which was calculated for particular refuse dumps on different dates of the summer-autumn period within 15 years, gave an opportunity to establish the trends of overgrowing the refuse dumps with natural vegetation, including those which may indicate the geochemical activity of rocks.

The analysis has showed that refuse dumps with a relatively-reduced salinity are characterized by partial overgrowing, whereby, according to observers, an air-water regime of the substrate is changing, and its moisture content is one of the main conditions for the further development of the vegetation.

**Keywords:** geocological monitoring, salinity index, vegetation index.

#### References

1. Chervanyov, I. and Burdun, I. (2013). *The researching of components of heat radiation of refuse dumps of refuse dumps on the territory of Donetsk*. V.N. Karazin Kharkiv National University Bulletin. Series Geology, Geography, Ecology, 38, 173-176 (in Ukrainian).
2. Forman, R. (1995). *Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 632.
3. Glazovskaya, M. (1988). *Geochemistry of Natural and Technogenic Landscapes of the USSR*. Moscow, Russia: Vysshaya Shkola, 328 (in Russian).
4. Malysheva, L. (1998). *The landscape-geochemical evaluation of the ecological condition of the territories*. Kyiv, Ukraine, 131 (in Ukrainian).
5. Ochieng, G., Ojo, O., Otieno, F. and Mwaka, B. (2013). *Use of remote sensing and geographical information system (GIS) for salinity assessment of Vaal-Harts irrigation scheme, South Africa*. Environ Syst Res, [online] 2(1), 12. Available at: <http://link.springer.com/article/10.1186%2F2193-2697-2-4#page-1> [Accessed 3 Jun. 2015].
6. Perelman, A. and Kasimov, N. (1991). *Geochemistry of landscape*. Moscow: MSU, 610 (in Russian).
7. Torokhova, O. (2007). *On phytotoxicity of Donbass industrial waste discharge rock*. Industrial Botany, 7, 80-84 (in Russian).
8. Torokhova, O. and Agurova, I. (2009). *Dynamics of salification and humidity of substrates in coal mine dumps in Donbass area*. Industrial Botany, 9, 97-100 (in Russian).
9. Chervanyov, I., Burdun, Yu. (2014). *The Experience of Geocological Monitoring of dangerous local geochemical objects of Cities Environment by treatment of space pictures "LANDSAT": some results of educational-research collaboration. The 1-th International Academ. Confer. "Fundamental and Applied Studies in America, Europe, Asia and Africa"*. Melbourn: Melbourn un-t, 1, 213-219.

UDC 911.5+504.05

**\*I.G. Chervanyov**, Doctor of Sciences (Technics), Full Professor;  
**\*\*Ye.O. Varyvoda**, PhD (Geography), Associate Professor,  
\*V.N. Karazin Kharkiv National University,  
\*\*National University of Civil Protection of Ukraine,  
phone: +380677011328, e-mail: [e.varyvoda@gmail.com](mailto:e.varyvoda@gmail.com)

#### APPLICATION OF GEOECOLOGICAL VULNERABILITY ASSESSMENT TO PREVENTION OF EMERGENCIES

The articles analyses prerequisites of development and introduction of modern approach to a problem of the ensuring preventive safety based on methodology of geocological vulnerability assessment to emergency situations in Ukraine.

It is examined that experience of realization of vulnerability assessment to emergency situations in Ukraine is limited to researches in the field of the social and economic analysis of emergency situations of natural and technogenic character for today. It is necessary to provide active actions in the field of harmonization and the subsequent implementation of the normative legal acts, methodological approaches and separate standards aimed at the development and strengthening of potential of counteraction in emergency situations at the expense of geocological vulnerability assessment application.

Comparative analysis of an "emergency situation" and "geosystem" characteristics in terms of vulnerability conception allowing to conclude that adaptation of the conception in Ukraine can effectively be solved by the use of research tools of constructive geography and geocology. Constructive and geographical approach is a backbone to integration of information, analytical and decision-making processes on a uniform

methodological basis. The elaboration of the methodology of estimation of geocological vulnerability to emergency situations can serve as a powerful impulse for development. The analysis and generalization of various techniques and approaches to an assessment of vulnerability show expediency of development of the generalized integrated methodology. Obligatory elements of an assessment of geocological vulnerability are: landscape maps as a basis for spatial localization; a set of estimated criteria and indicators in total the landscapes defining degree of vulnerability to emergency situations; analysis of the structurally functional organization of landscape complexes; estimation and classification of landscape complexes by vulnerability degree to emergency situations; development of geocological recommendations on strengthening of coping capacity to vulnerability.

It is concluded in the article that introduction of geocological vulnerability assessment methodology will provide transition to a qualitatively new level of management of emergency situations prevention, mitigation of risks and consequences for the account of transition from the model based on collecting, documenting and synthesis of data on emergency situations to the analysis of geocological prerequisites of their emergence, identification of natural mechanisms of self-control and development of preventive measures.

**Keywords:** emergency situations, geosystem, geocological vulnerability, assessment, environment.

### References

19. Adger, W. (2006). *Vulnerability. Global Environmental Change*, 16(3), 268-281.
20. Alexander, D., Birkmann, J. and Kienberger, S. (n.d.). (2014). *Assessment of vulnerability to natural hazards*.
21. Bankoff, G., Frerks, G. and Hilhorst, D. (2004). *Mapping Vulnerability*. London: Earthscan.
22. Bagrov, N., Rudenko, L., and Chervanyov, I. (2012). *The "new" Geography of the Information age: the Ukrainian realizes and trends. Geography, Ecology and Environment*, RAN, Moscow.
23. Birkmann, J. (2013). *Measuring vulnerability to natural hazards*. Tokyo: United Nations University Press.
24. Bokov, V. (2005). *Jekogeodinamika Krymskogo regiona: konceptual'nye podhody. Geopolitika i jekogeodinamika regionov*, (5), 7-11.
25. Cardona, O. (2004). *The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In: Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, London: Earthscan, 37-51.
26. Cardona, O. (2011). *Disaster risk and vulnerability: Notions and measurement of human and environmental insecurity. In: Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security – Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*, Berlin: Springer, 107-122.
27. Chervanev, I. (2000). *Perspektiva ocnki vozdeystviya na okruzhajushhuju sredu s uchetom spontannyh processov samoorganizacii (v regional'nom aspekte stran ChJeS). Chrezvychajnye situacii: preduprezhdenie i likvidacija posledstvi*, Har'kov, 159-160.
28. Green, C. (2004). *The evaluation of vulnerability to flooding. Disaster Prevention and management*, 13(4), 323-329.
29. Luers, L. (2005). *The surface of vulnerability: an analytical framework for examining environmental change. Global Environmental Change*, 15, 214-223.
30. Mamaev, Ju. (1996). *Voprosy metodologii v ocnke ustojchivosti territorij. Geojekologija*, (2), 17-18.
31. Mjagkov, S. (1995). *Geografija prirodnogo riska*. Moscow: Izd-vo Mosk. Un-ta.
32. Puzachenko, Yu. et al. (1991). *Geograficheskie osnovy preduprezhdenija i likvidacii posledstvij prirodno-tehnogennyh katastrof. Izvestija AN SSSR*, (6), 40.
33. Schneiderbauer, S. and Ehrlich, D. (2004). *Risk, hazard and people's vulnerability to natural hazards: A review of definitions, concepts and data. European Commission-Joint Research Centre (EC-JRC). Brussels*.
34. Unisdr.org, (2014). *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters - full text - UNISDR. [online] Available at: <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/1037> [Accessed 24 Dec. 2014].*
35. Vogel, C. and O'Brein, K. (2004). *Vulnerability and Global Environmental Change: Rhetoric and Reality. AVISO – Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security*.
36. Voloshyn, S. et al. (2010). *Social'no-ekonomichnyj analiz nadzvychajnyh sytuacij pryrodnogo ta tehnogennogo harakteru. Simferopol': RVPS Ukrai'ny NAN Ukrai'ny*.

## 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 членами 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 з вимогами 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. Формулювання мети статті (постановка завдання).
4. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.
5. Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

Для статей необхідно вказати УДК, подати назву (до 10 слів), анотацію (від 100 до 150 слів) та ключові слова (8-10) українською, російською і англійською 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) 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. У кінці статті вказується дата її надсилання у редакцію вісника.

Також є необхідним розгорнутий реферат англійською мовою, оформлений згідно міжнародних вимог до наукових видань. Він повинен мати:

- обсяг 150-250 слів,
- інформативність (не містити загальних слів),
- оригінальність (не бути калькою російської або української анотації),
- змістовність (відображати головний зміст статті та результати досліджень),
- структурованість (відповідати логіці опису результатів у статті).

Після реферату необхідно навести переведений в латиницю список використаних джерел (транслітерувати або перекласти на англійську мову за наявності англійської версії джерела) та оформити посилання згідно до міжнародних стандартів (наприклад, APA).

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.



### 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-редкометалльно-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-polimetallicheskogo orudnenija. 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 "Vysnik 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.

**Zarytsky Petro Vasyliovych** – Doctor of Geological and Mineralogical sciences, Professor, Professor of the Chair of Mineralogy, Petrography and Minerals, SGGRT, 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.

**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 Ilyya 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 of Yuri Kondratyuk Poltava National Technical University.

**Kovalenko Grygory Dmytrovych** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Research institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems", Kharkiv.

## **INTERNATIONAL COUNCIL**

**Stanaitis Saulius** – Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geography and Tourism, Faculty of Science and Technology, Lithuanian University of Educational Sciences (Vilnius, Lithuania).

**Petin Oleksandr Mykolayovych** – Doctor of Geography, Professor, Dean of the Faculty of Mining and Natural Resources, Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia).

**Kornilov Andriy Gennadiyovych** – Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geography, Geo-ecology and Life safety, Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia).

**Wolodtschenko Alexander** – Doctor of Geography, Professor, Institute for Cartography, Dresden University of Technology, Germany.



Наукове видання

# ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

№ 1157

Серія  
«ГЕОЛОГІЯ. ГЕОГРАФІЯ. ЕКОЛОГІЯ.»

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 02.07.2015 р. Формат 60x84/8. Папір офсетний.  
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 14,4. Обл.-вид. арк. 16,7.  
Тираж 100 пр. Зам. № 0702/8-15. 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) 778-60-34; e-mail:bookfabrik@rambler.ru