

ISSN 1992-4259

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА

ВІСНИК
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ імені В. Н. КАРАЗІНА

№ 1004

СЕРІЯ «ЕКОЛОГІЯ»

ЗАСНОВАНА У 2005 РОЦІ

Випуск 7

ХАРКІВ
2012

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 5 від 27.04.2012 р.)

У віснику надаються результати теоретичних та прикладних досліджень у галузі екології, неоекології, екологічної безпеки, охорони навколишнього оточуючого середовища та збалансованого природокористування. Пріоритету надано розв'язанню широкого кола екологічних проблем, новим напрямом прикладної екології, інноваційним дослідженням, розробці інформаційних технологій в галузі екології та збалансованого природокористування. Викладаються питання організації та методологічних досліджень національної вищої екологічної та природоохоронної освіти.

Для викладачів вищих навчальних закладів освіти, науковців і фахівців, студентів.

В вестнике представлены результаты теоретических и прикладных исследований в области экологии, неозологии, экологической безопасности, охраны окружающей среды и сбалансированного природопользования. Приоритеты отданы решению широкого круга экологических проблем, новым направлениям прикладной экологии, инновационным исследованиям, разработке информационных технологий в области экологии и сбалансированного природопользования. Излагаются вопросы организации и методологических исследований национального высшего экологического и природоохранного образования.

Для преподавателей вузов, научных работников и специалистов, студентов.

Головний редактор: Гриценко А. В., д-р геогр. наук, проф.

Редакційна колегія:

Костріков С. В., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
Левицький І. Ю., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
Кіосопулос Дж., д-р філософії, університет Пантеон, Афіни, Греція;
Крайнюкова А. М., д-р біол. наук, проф., Український науково-дослідний інститут екологічних проблем;
Московкін В. М., д-р геогр. наук, проф., Бєлгородський державний університет, Росія;
Нахтнебель Х.-П., проф. університету природних ресурсів та прикладних наук – ВОРКУ, Австрія;
Жолткевич Г. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
Пеліхатий М. М., д-р фіз.-мат. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Тітенко Г. В., канд. геогр. наук, доц., декан екологічного факультету
Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна
Фик І. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
Чалов Р. С., д-р геогр. наук, проф., Московський державний університет імені М. В. Ломоносова, Росія;
Черваньов І. Г., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Відповідальний секретар Баскакова Л. В.

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, пл. Свободи, 6,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
екологічний факультет
тел. (057)707-53-86, 707-53-70, 707-54-47,
факс (057)705-09-66, e-mail : knu.ecology@gmail.com
www-ecology.univer.kharkov.ua

Всі статті рецензовані

Свідоцтво про державну реєстрацію:КВ № 11825-696 ПР від 04.10.2006

© Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна, оформлення, 2012
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2012

ЗМІСТ

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сонько С. П., Максименко Н. В. Еволюція механічного обробітку ґрунту, як головний чинник планування агрорландшафту (екологічні надії та розчарування).....	7
Костріков С. В. Розподілене гідрологічне моделювання водозбірних басейнів через ГІС-засоби...	22
Холопцев А. В., Шидловская А. А. Особенности статистической связи между изменениями поверхностных температур акваторий тропической зоны южной Атлантики и Тихого океана.....	30
Андрианова О. Р. Колебания и тенденции уровня моря в Одессе за последние 50 лет	38
Kozová M., Pauditšová E. Development of landscape planning and its current application in the Slovak republic.	43
Куценко М. В. Калібрування та перевірка моделі оцінки ерозійної небезпеки земель.....	51
Гоголь О. М. Динаміка використання рибних ресурсів поверхневих водойм Харківської області.....	55

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

Гриценко А. В., Крайнюков О. М. Нормування зворотних вод за рівнями токсичності при їх скиданні у водні об'єкти.....	62
Кочанов Е. О., Кочанова І. Е. Проблеми екології візуального середовища урбосистем (на прикладі Ленінського району м. Харкова).....	69
Некос А. Н., Семибратова П. В., Высоцкая Е. В., Порван А. П., Петухова А. Л. Использование дисперсионного анализа для определения влияния природных и антропогенных факторов на формирование качества растительной продукции....	79
Гололобова О. О. Екологічний стан компонентів довкілля природно заповідного фонду Харківської області (на прикладі заказників «Рязанова балка», «Кочетоцький», «Цикалове»).....	91
Дєдов О. В. Хімічна меліорація у вирішенні проблеми деградації земель Східного Поділля ...	97
Комисова Т. Е., Лесняк Л. И., Симчук О. В. Водоросли как индикаторы загрязнения водоемов урбозкосистем (на примере г. Луганска).....	100
Тітенко Г. В., Гаврюшова О. Є. Морфологічний та контент-аналіз поняття «екологічне підприємництво».....	109

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Холопцев А. В., Дремух Е., Абибулаева А. Влияние характеристик системы отведения циркуляционных вод АЭС на загрязнение ее водоема-охладителя медью (на примере Южно-Украинской АЭС).....	114
Пономаренко Р. В., Буц Ю. В. Управління процесом підготовки питної води в умовах виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру	123
Підліснюк В. В., Солошич І. О. Порівняльний аналіз впливу транспортних потоків на забруднення повітря в м. Банській–Бистриці (центральна Словаччина) та Кременчузі (Україна).....	130

CONTENTS

NEW DIRECTIONS, INNOVATIVE RESEARCHES

Sonko S., Maksimenko N. Evolution Of Tillage As The Main Factor Agrolandscapes Planning (Environmental Hopes And Disappointments).....	7
Kostrikov S. Watershed Distributed Hydrological Modeling With Gis-Tools.....	22
Holoptsev A., Shidlovsky A. Features Of Statistical Relationship Between Changes In Surface Temperature Of The Tropical Zone Water Area South Atlantic And Pacific	30
Andrianova O. The Fluctuations And Trends In Odessa Sea Level During The Last 50 Years.....	38
Kozová M., Pauditšová E. Development Of Landscape Planning And Its Current Application In The Slovak Republic.....	43
Kutsenko N. Calibration And Assessment Model Validation Of The Soil Erosion Danger.....	51
Gogol A. Fish Resources Dynamics Of Surface Water Kharkiv Region.....	55

ECOLOGICAL RESEARCHES OF GEOSISTEM

Grytsenko A., Krainiukov A. Regulation Return Water On Toxic Levels During Their Interception Into Water Bodies	62
Kochanov E, Kochanova I. Nvironmental Problems Of Visual Environment Urbosystems (On The Example Leninsky District Of Kharkiv).....	69
Nekos A., Semibratova P., Vysotska E., Porvan A., Petukhova A. Effect Of Natural And Anthropogenic Factors On The Formation Of The Quality Of Plant Products.....	79
Gololobova E. Ecological State Of Environmental Components Of Natural Reserve Fund Of The Kharkiv Region (For Example, Nature Reserves «Ryazanov Balka», «Kochetoksky», «Tsikalove»).....	91
Dedov A. Chemical Melioration The Solving Problem Of Soil Degradation In Eastern Podillia.....	97
Komisova T., Lesnjak L., Simchuk O. Algae As Indicators Of Water Pollution Urboecosystems (For Example, Lugansk).....	100
Titenko G., Havryushova O. Morphological And Content-Analysis Concept «Environmental Business».....	109

ENVIRONMENTAL ECOLOGICAL SAFETY

Holoptsev A., Dremuh E., Abibulaeva A. Impact Characteristics Of Water Circulation Lead System For Pollution NPP Cooling Pond Its Copper (On The Example Of South-Ukrainian NPP).....	114
Ponomarenko R., Buts Y. The Management Of Process For The Production Of Drinking Water Under Emergency Man.....	123
Podlesnyuk V., Soloshich I. Comparative Analysis Of Influence Of Traffic Flows On Air Pollution In Banska Bystrica (Central Slovakia) And Kremenchug (Ukraine).....	130

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 504+ 911.5 + 631.95

С. П. СОНЬКО, д-р геогр. наук, проф.
Уманський національний університет садівництва

Н. В. МАКСИМЕНКО, канд. геогр. наук, доц.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ЕВОЛЮЦІЯ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, ЯК ГОЛОВНИЙ ЧИННИК ПЛАНУВАННЯ АГРОЛАНДШАФТУ (екологічні надії та розчарування)

Розглядається історія планування агроландшафту, як наслідок еволюції механічного обробітку ґрунту. На основі глибокого літературного пошуку висвітлені ключові моменти зміни чинників формування агроландшафту. Зроблено детальний аналіз еволюції засобів обробітку ґрунту і її екологічних наслідків.

Ключові слова: агроландшафт, ландшафтне планування, ґрунти, механічний обробіток, землеробство, еволюція

Сонько С. П., Максименко Н. В. ЭВОЛЮЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ПЛАНИРОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ (ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАДЕЖДЫ И РАЗОЧАРОВАНИЯ)

Рассматривается история планирования агроландшафта, как следствие эволюции механического возделывания почвы. На основе глубокого литературного поиска освещены ключевые моменты изменения факторов формирования агроландшафта. Сделан детальный анализ эволюции средств возделывания почвы и его экологических последствий.

Ключевые слова: агроландшафт, ландшафтное планирование, почва, механическое возделывание, земледелие, эволюция

Sonko S., Maksimenko N. EVOLUTION OF TILLAGE AS THE MAIN FACTOR AGROLANDSCAPES PLANNING (ENVIRONMENTAL HOPES AND DISAPPOINTMENTS)

History of planning of agro-landscape is examined, as a result of evolution of mechanical till of soil. On the basis of deep literary search the key moments of change of factors of forming of agro-landscape are lighted up. The detailed analysis of evolution of facilities of till of soil and his ecological consequences is done.

Keywords: agro-landscape, landscape planning, soil, mechanical till, agriculture, evolution

ВСТУП

«Тремтячими руками я відвернув пробку флакону з психотропною рідиною і ледь вдихнув різкий мигдалевий запах... потім протер очі і остовпів. Прекрасний, покритий килимами зал з пальмами, із столами, заставленими кришталем, з майоліковими стінами і оркестром, під музику якого ми смакували печеню – зник. Ми сиділи в бетонованому бункері за грубим дерев'яним столом, під ногами лежала пошарпана солом'яна ряднина. Музика лунала як і раніше – але з репродуктора, який висів на іржавому дроті. Замість люстр, що виблискують кришталем - голі, запилені лампочки. Але найжахливіше перетворення сталося на столі. Білосніжна скатертина зникла; срібне блюдо із запече-

ною в грінках куріпкою обернулося дешевою тарілкою із сіро-коричневим місивом, яке прилипало до алюмінієвої виделки... У заціпенінні дивився я на цю гидоту, яку тільки що із задоволенням їв, насолоджуючись хрускотом підрум'яненої скориночки...

Гілки пальми, що стояла неподалік, виявилися мотузками від кальсонів: якийсь суб'єкт сидів в компанії трьох приятелів прямо над нами – не на антресолях, а, скоріше на полиці, настільки вона була вузька. Тиснява тут панувала неймовірна! Я боявся, що очі в мене вилізуть з орбіт, але страхітливе видіння застигло і стало знову розливатися, немовби за велінням чаклуна. Мотузки над моєю головою зазеленіли і знову покрилися

листя, помийне відро що смердить за мило, перетворилося на різьблений квітковий вазон, брудний стіл заіскрився білосніжною скатертиною. Заблискали кришталеві чарки, сіре місиво повернуло собі витончені відтінки печені; де належить, вирости у нього ніжки і крильця; старовинним сріблом заблищав алюміній, фраки офіціантів знову замигтіли навколо. Я поглянув під ноги – солома обернулася персидським килимом, і я, знову оточений розкішшю, вступився у рум'яну грудку куріпки, важко дихаючи, не в силах забути того, що за нею ховалося...

– То що ж це за гидота?!

– Та ні, це не отрута яка-небудь. Це концентрат із трави і кормового буряка, вимочений в хлорованій воді і змішаний з рибним борошном; зазвичай туди ще додають вітаміни і кістковий клей і все це присмачують мащувальним мастилом, щоб не застрягло в горлі. Ви не відчули запаху?

– Відчув! Навіть дуже відчув!!!

– Ось бачите.

– Ради Бога, професор, відповідайте, що це? Обман? План винищення всього людства? Диявольська змова?

– Та що ви! Диявол тут ні до чого. Це просто світ, в якому живуть двадцять з гаком мільярдів людей. Звідки в ньому візьмуться куріпки та інші делікатеси? Останні куріпки вимерли чверть століття тому. Наш світ – давно вже мрець, але той, що чудово зберігся, оскільки його все майстерніше муміфікують. У маскуванні ми досягли неабияких успіхів...»

Цей уривок з повісті Станіслава Лема «Футурологічний конгрес» наведена тут не випадково. Знаючи великий дар передбачення талановитого польського письменника, з жахом починаєш думати про недалеке майбутнє, адже дія повісті відбувається десь наприкінці 21 століття... Тим більше, що з першими ознаками такого «маскування» ми знайомі вже сьогодні не лише після перегляду передач типу «Ілюзія безпеки» а й з власного стану здоров'я. Нажаль, на сьогодні це настільки очевидно і небезпечно, що робить обговорення цієї проблеми актуальним не лише з громадських а й з наукових позицій.

Проте, футурологія – наука доволі суб'єктивна, аби замінити собою наукові факти. Ці факти найшвидше можна знайти у історії – або череді здійснених подій, з яких можна вибудувати певні закономірності.

Власне, знаходження таких екологічних закономірностей формування агроландшафту на основі різного обробітку ґрунту і є **головним завданням** цієї статті.

Постановка проблеми. Напевне, після прочитання уривку з повісті С.Лема більшість з нас пригадають славнозвісного Томаса Роберта Мальтуса з його теорією народонаселення. Незважаючи на різне до неї ставлення, життя щодня надає нам факти її дієздатності. Нажаль, на підтвердження здогадок Мальтуса можна навести дані, перелік джерел яких займе не одну сторінку, але на одне з них пошлемося: «За 100 років (1882–1982) вміст гумусу в ґрунтах України знизився на 0,97%, при цьому майже половину його (0,44%) втрачено за 1960–1970 роки, що збігається з початком інтенсифікації землеробства. Фактичні втрати гумусу в староорних чорноземах України становлять 20–30% початкового його запасу. В слабоеродованих ґрунтах у метровому шарі рівень гумусу знижується порівняно з повнопрофільними на 10 - 20%, середньоеродованих – 20-30, а в сильноеродованих на 30–80%» [5].

Окрім негативного впливу на родючість ґрунтів на регіональному рівні, землеробству належить значний внесок в накопичення атмосферного вуглецю на глобальному. Загальна кількість його від початку неолітичної революції до наших днів оцінюється в 180 млрд. т, тоді як індустріальні викиди CO₂ на момент 1980 року по тих же оцінках склали 160 млрд. т вуглецю [4,7].

Глобальний парниковий ефект, до якого призводить накопичення вуглецю ще більше поглиблюється в результаті зведення лісів під сільськогосподарські землі. Закидаючи виснажені землі, древні землероби переходили на нові, браку яких в ту пору не відчувалося, а найпростішим способом розчищення землі була підсічно-вогнева технологія. Тільки до епохи промислової революції на Землі за різними оцінками було знищено від 30 до 50% лісів, ще 9% лісів, насамперед тропічних, було зведено за останні 200-300 років, і, на жаль, цей процес продовжується. Площа природних лісів продовжує скорочуватися приблизно на 1% за рік.

Враховуючи регулюючу роль лісів у фіксації атмосферного вуглецю в процесі фотосинтезу, сьогодні мова йде про нищівний внесок землеробства у руйнування або

деформацію природних екосистем (лісових, тропічних, степових, лісотундрових і так далі). Так, якщо на рубежі XIX - XX століть території з повністю зруйнованими люди-

ною екосистемами займали тільки 20% суходолу, то до кінця XX століття вони охоплювали вже 63,8% [7].

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для адекватної оцінки впливу різних засобів механічної обробки ґрунту на умови формування і планування агроландшафту проведено глибокий літературний пошук, аналіз і синтез отриманої інформації. Окрім того, для наукового розуміння руйнівних тенденцій в агроландшафтах використано закони термодинаміки. Саме вони можуть пояснити фізичну суть обробки з позицій ентропії в замкнутій системі і у сукупності з ученням В. І. Вернадського про ноосферу

можуть слугувати *методологічною основою* тлумачення підйомів, спадів і застоїв в історії розвитку наукових і практичних основ механічного обробітку ґрунту [9].

Власне, екскурс у історію землеробства має посприяти розумінню цього непомітного, а тому і страшного процесу [12], а, відтак, і відповідної еволюції обробітку ґрунту – на зорі історії: від «міні» до «максі», і вже сьогодні: від «максі» до «міні».

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виникнення землеробства у його первісному вигляді більшість істориків прив'язують до неоліту – заключного етапу кам'яної доби, який розпочинається з VI тисячоліття до н.е. Дехто з істориків [15] схиляється, до думки, що землеробство стало закономірним етапом розвитку скотарства, яке зародившись ще на початку палеоліту (близько 80-120 тис. років тому) пройшло складний шлях від кочового до осілого. За даними М. І. Вавилова [2], воно виникло ще у верхньому палеоліті, тобто близько 50 тис. років тому. Перші кам'яні землеробські знаряддя, знайдені в Палестині, датовані 8-10 тисячоліттям до н.е. За іншими оцінками вік культурного землеробства нараховує від 13 до 17 тис. років [17].

Власне, землеробство поставило жирну крапку на складному і довготривалому шляху людства у напрямку осілості. Поява цих двох видів господарської діяльності знаменувала перехід людини від привласнюючих форм, при яких вона користувалася лише тим, що надавала природа, до відтворюючого господарства, в умовах якого людство вирощувало продукти землеробства не тільки для харчування, але й для обміну. Ці події стали настільки значними в історії виду *Homo Sapiens*, що отримали назву неолітичної революції і дали право видатному мислителю В. І. Вернадському називати цей звитязний вид у своїх роботах *Homo Sapiens Faber*, або людиною, озброєною знаряддями праці.

Таким чином, озброєна знаряддями праці людина, розпочала складний і довготривалий процес формування агроландшаф-

ту, який на перших етапах свого існування майже не використовував елементів планування і був за своєю суттю стихійним.

Подальший розвиток, особливо землеробства і осілого скотарства, приводить до поступового «закріплення» людей до певної території. Землеробські поселення виникають насамперед поблизу річок, біля яких земельні ділянки зберігали більше вологи, та рибалити було зручніше. З зернових культур вирощували пшеницю, ячмінь, жито, овес, просо, які потрапили до Європи з Близького Сходу. В порівнянні з сучасними сортами пшениці, неолітична пшениця, хоча і давала набагато менше врожаю, зате росла на засушливих і навіть кам'янистих ґрунтах, була більш стійкою до всіляких захворювань [23].

Застосування людиною обробітку ґрунту за допомогою «землекопальної палиці» з метою вирощування придатних для харчування рослин, історична наука так само дає епохою неоліту на різних його етапах, залежно від регіональних особливостей природних умов. Ефективність землеробської діяльності первісної людини помітно зросла, коли на зміну «землекопальної палиці» прийшло більш досконале знаряддя для обробітку ґрунту – мотика. Первісна доба – найтриваліша в історії людства. Вона тривала з появи перших людей (за різними оцінками від 5 до 3 млн. років тому) до виникнення стародавніх цивілізацій (IV- III тис. до н.е).

Удосконаленню засобів і знарядь обробітку ґрунту посприяв розвиток так званих «гідралічних» цивілізацій, основою землеробства у яких було зрошення. Так, на висо-

коврожайних, поливних землях долини річки Ніл єгиптяни винайшли *соху*, навчилися виливати з міді ножі, сокири, наконечники стріл, посуд. Проте найбільшим їхнім господарським досягненням стала зрошувальна система землеробства, яка перетворила Єгипет у могутню централізовану державу, квітучий оазис світу.

Саме поливне землеробство зумовило появу в процесі формування агроландшафту перших спроб планування, оскільки створення штучних оазисів потребувало певних наукових знань і вміння їх застосування на практиці.

Іншим прикладом планування агроландшафту у давніх цивілізаціях є Месопотамія. У долинах річок Тигр і Євфрат місцеві жителі також успішно займалися землеробством, зводили греблі, канали, інші іригаційні споруди. Найпоширенішими сільськогосподарськими культурами тут були ячмінь, просо, льон, горох, цибуля, часник, огірки, виноград, яблуні.

Аналогічним типом планування агроландшафту є зрошувальне землеробство в долинах річок Інд і Ганг в Індії та Хуанхе і Янцзи у Китаї, яке зародилося вже у IV тис. до н.е. На високоврожайних полях землероби збирали по два урожаї в рік бавовни, цукрової тростини, рису, пшениці, проса, льону та інших культур [19].

Наступним етапом в історії планування агроландшафту стала епоха феодалізму (V-VI ст. н.е.). Для неї характерною особливістю є широке використання у виробничих процесах природних енергетичних ресурсів – вітрових і водних. Вітрові і водні двигуни вперше були використані в млинах, на мануфактурах. Роль тягової сили в господарських процесах виконують воли, коні, інші домашні тварини. Власне, зародження сучасного землеробства, як самостійної і згодом механізованої галузі відтворювального господарства, доречніше прив'язувати не до освоєння людиною мотикового обробітку ґрунту та вирощування окремих злакових і зернобобових культур, а до обробітку ґрунту першими елементарними знаряддями, в які впрягли одомашнену худобу – волів, коней, буйволів. Це була важлива технологічна революція в історії людства. Сучасні експерименти з археологічними моделями примітивних дерев'яних

плугів засвідчили підвищення продуктивності праці порівняно з мотичним обробітком у 50 разів. Це було основною передумовою переходу від привласнювальної до виробничої діяльності людства [14].

Населення Київської Русі вже володіло прийомами орного землеробства. Насамперед за це говорять мовні дані, зокрема, такі слова як «орати», «рало», «плуг» є загальнослов'янськими, так само, як слова «яр» і «ярина», «озим» і «озимина». А це свідчить про те, що орна техніка була відома слов'янам. Про поширення орного землеробства говорить також і те, що лемеші знайдені в об'єктах археологічного дослідження тих слов'янських племен, які не можна було причислити до найбільш розвинутих з суспільно-економічного погляду. Зокрема Б. О.Рибаків [11] вдалося знайти лемеші в дереговичів, що належать до IX ст. При цьому В. І.Равдонікас [10] відзначає, що лемеші могли бути і дерев'яні. Літописні дані також вичерпно вказують, що населення Київської Русі перейшло на орну техніку, зокрема, радимичі й в'ятичі платили данину з рала і плуга [26]. У «Повести временных лет» згадується рало (964 р.) і плуг (984 р.), як податкові одиниці. У «Руській правді» є спеціальні статті, присвячені охороні землеробського знаряддя. З таких знарядь перші писемні свідчення називають рало й плуг. Одне з перших свідчень про соху в писемних пам'ятках наводить В. Н. Татищев, який передає літописне повідомлення про виплату Золотій Орді у 1275 році великим князем Василем Ярославовичем данини «со всея земли по полугривне с сохи» [9].

Визначне місце як у історії формування і планування агроландшафту та механічного обробітку ґрунту, так і у формуванні українського етносу займають землеробські прийоми цілої археологічної епохи, відомої усім як Трипільська культура. Ці давні люди вже були не первісним суспільством, а суспільством з атрибутами цивілізації, фундаментом якої стало впровадження землеробства. За всю історію еволюції агроландшафту ніщо не мало такого суттєвого впливу на життя людини, як перехід до рільництва. Без свідомого вирощування рослин з допомогою достатньо ефективних знарядь праці, яке забезпечувало створення надлишків продуктів харчування, була б неможливою поява агроландшафту і,

власне практики його планування, як атрибуту цивілізації [21].

Переходячи до відтворюючих технологій ведення господарства, трипільці поєднали землеробство з тваринництвом. Вони вирощували пшеницю, ячмінь і овес, розводили велику рогату худобу, свиней, овець і кіз, а биків і коней використовували як тяглову силу. Оралі трипільці ралом, а жали серпами з дерева і рога з кременевими вставками, на яких були вирізані зубці.

Найбільшим досягненням трипільців є розробка зональної системи землеробства, що згідно сучасного ландшафтознавства, є загальнонауковою закономірністю планування агроландшафту. Власне, землеробство неолітичної східної Європи найкраще вивчено саме на поселеннях трипільської культури. Трипільці помітили, що рослини можна висівати, а урожай буде кращим, якщо ґрунт завчасно розпушити. Першим інструментом для розпушування була примітивна мотика – дерев'яна палиця з прив'язаним до неї плескатим і видовженим каменем (макролітом). Згодом мотики виготовлялися переважно з кісток і рогів тварин. Більш функціональним інструментом ставав, коли у ньому робили круглі отвори, куди вправлялися кінці палиць. Пізніше до мотичного землеробства додалося орне, продуктивніше: трипільці користувалися вже ралом, сохою, плугом.

Трипільцям Полісся та лісостепу було відоме підсічне та вирубне землеробство: коли ґрунти унаслідок примітивної обробки переставали родити та заростали бур'янами, їх полишали і шукали нові землі. Водночас відомо, що трипільці бережно ставилися до землі і мали цілу низку заходів, аби підвищити її плодючість: попіл по спалюванні лісу, органічні добрива приселищного скотарства тощо. Особливої уваги варте так зване приселищне землеробство, хоча і воно не могло цілковито задовольнити людей продуктами харчування. Перші поля нагадували скоріше городи, бо були невеликими за розмірами ділянками. Трипільці мали достатню оснащеність знаряддями землеробської праці, які дозволяли збирати урожай на значних площах (4-5 тисяч га) [25].

Особливе місце у історії механічного обробітку ґрунту займає винайдення плуга. Власне, плуг розвинувся з особливого інструменту стародавніх землеробів, який сучасні учені охрестили землекопальною

або бороженою палицею. За допомогою цієї палиці землероб прокладав в полі борозни, що ділять його на гряди. Відмінною рисою цих палиць була робоча частина, спрямована під гострим кутом до рукоятки. Використання їх подало думку стародавнім землеробам, що ґрунт можна обробляти не копанням, як це робилося раніше, а волочінням. Тоді, мабуть, і з'явився прообраз плуга – роздвоєна палиця із загостреним кінцем (тут вже видно у зародку дишло і леміш). Упрігшись в такий пристрій, землероб тягнув його за собою, проробляючи борозну. Звичайно, використовувати таке знаряддя можна було лише на дуже м'яких ґрунтах, вже розпушених багаторічною обробкою, де не було ні каменів, ні дерну. Для того, щоб орати твердіші ґрунти, необхідно було посилювати натиск на леміш. Так була винайдена рукоятка. Плуги приводилися в рух силою людини. Зрозуміло, селянина обтяжувала така робота, і через деякий час він почав запрягати в плуг биків. Спочатку люди просто прив'язували плуг до рогів волів, пізніше з'явилися ярмо і примітивна збура. Швидкість обробки землі відразу зросла у декілька разів, а сама робота полегшилася.

Перші плуги виготовлялися з кореневищ дуба, буку, клена і деяких інших дерев і були цілісними шматками дерева. Потім леміш почали укріплювати залізом. Минуло багато років, перш ніж в плузі були зроблені подальші удосконалення. Їх приписують античним землеробам Греції та Риму, де плуг в його примітивному вигляді стали застосовувати ще до нашої ери. Зважаючи на рабський характер праці і незацікавленість в зв'язку з цим в удосконаленні землеробських знарядь в згаданих античних державах тривалий час використовувався примітивний плуг подібний скоріше до рала. Але ще довгий час і, навіть, одночасно з плугом використовувалась мотика [18].

Проте, вже в I столітті нашої ери у творах римського письменника Плінія описаний плуг, який, на відміну від попередніх, забезпечений колесом, ножем і полицевими дошками. Колесо не давало плугу входити дуже глибоко в землю, ніж служив для того, щоб надізнати дерен. Важливим нововведенням була полиця. Призначення полиці – перевертати дерен, який зрізали ніж і леміш. Плуг без полиці під час руху лише розпушував ґрунт. Полиця перевертала дерен таким чином, що

бур'ян опинявся під землею. Винахід полиці був величезною подією в історії плуга. У такому вигляді плуг проіснував аж до кінця середніх віків, коли до нього були внесені нові удосконалення.

У римському плузі гряділь (деталь, до якої кріпляться всі робочі частини і чепіги) спиралася на передок з двома дерев'яними колесами. До передка спереду кріпилося дишло з ярмом, в яке впрягалися бики або раби. За допомогою передка стало можливим регулювати глибину оранки і ширину захоплення пласта. Таким плугом цілком можна було розорювати нові землі, та і староорні оброблялися ним краще і легше.

З падінням Римської імперії і настанням похмурого середньовіччя були забуті багато культурних і технічних досягнень римлян. Така ж доля спіткала і римський плуг. Він був повністю забутий, і через багато століть його прийшлося «винаходити» знову. Це сталося лише в середині XVII століття в Бельгії і Голландії. За типом бельгійських і голландських виготовляли плуги і в інших європейських країнах, і вони без особливих змін служили селянам цих країн майже два століття. Трохи інакше йшло створення орних знарядь в стародавній Русі.

В період становлення Київської Русі основним орним знаряддям було рало, що являло собою обрізок дубового або грабового дерева з загостреним на кінці суком – власне робочим органом – і ручкою-держакком. Досконаліше рало мали дві ручки. Згодом на загостреній сук почали насаджувати залізний наконечник – наральник з невеликою трикутною лопаттю. Це полегшувало роботу, але і у такому вигляді рало могло тільки прорізати дерновий шар ґрунту і лише трохи розпушувати його. Тим часом при розорюванні цілинних і залежних земель необхідно було підрізати скибу і по можливості її перегортати. Цього в якійсь мірі добилися тим, що лопать наральника стали робити ширшою і ставити її з деяким нахилом убік, а не зовсім вертикально. Поява подібного наральника була важливим технічним нововведенням в середньовічній Русі. З часом він перетворився в леміш. Вслід за наральником землероби створили пристосування для відвала скиби у вигляді дерев'яної дошки-полиці, а потім – чересло – масивний ніж, яким відрізувався пласт землі.

До історії розвитку орних знарядь увійшло ще одне – косуля. Таку назву воно отримало тому, що його робочі органи скошені в один бік. Косуля мала нерухомих зігнутий відвал і ніж для відрізання скиби збоку. Це знаряддя значно відрізнялося від сохи і було вже схоже на справжній плуг. Поява косулі пояснюється переселенням людей з північних районів Росії на південь і схід країни, на неосаянні степові землі, де їм довелося піднімати цілину. Соха для цього була непридатна. Тому-то вона і трансформувалася в косулю. Великого поширення, проте, косуля не отримала. На півдні більше прижився український плуг – сабан¹.

Головною конструктивною особливістю сабана було те, що він мав горизонтальний дерев'яний полоз, з чого деякі дослідники роблять припущення, що слово «плуг» пішло від слова «полоз». До того ж в чеській і сербській мовах слово плуг вимовляється як «плаз», в польській – «поз» і «плуз» [22]. Це було громіздке, важке знаряддя майже триметрової довжини. За винятком лемеша, сабан, включаючи полицю, був цілком дерев'яний. Позитивним в цьому знарядді було те, що воно достатньо добре обертало скибу. Тільки таким міцним і надійним знаряддям можна було виорати на 5-6 вершків важкий український чорнозем. Щоб орати цим плугом такі ґрунти на необхідну глибину, необхідно було впрягати у нього от 2 до 6 коней або 4-8 волів. Бідняцьким господарствам доводилось обробляти свій наділ первісним знаряддям – ралом. Часто ґрунт після жита, гречки засівали без будь-якого попереднього обробітку. Тільки після розкидання насіння поле волочилось боронами, або проводилось розпушування ґрунту ралом.

В Україні процес заміни дерев'яного плуга залізним проходив дуже швидко. Якщо у 1900 році у селянських господарствах ще налічувалось біля 70 тис. дерев'яних плугів, або 36%, то у 1910 р. частка дерев'яних плугів скоротилася до 4%. Зокрема, із введенням залізного плуга на Полтавщині потреба у робочій худобі скоротилася у двічі, а робітників на третину. Одночасно відбувся перехід з тяги волами на більш продуктивну кінську тягу [14].

¹ Запозичення від тюркського *сабан* (*хабан*) — плуг. Звідси народне свято у тюркських народів *сабантуй* — свято плуга.

У країнах західної Європи, за умов достатнього зволоження і невисокого рівня природної родючості ґрунтів, обов'язковою умовою ефективного ведення землеробства вважався глибокий обробіток ґрунту з обертанням скиби. Цю ідею в основному розділяли, підтримували і рекомендували застосовувати на практиці провідні вчені-агрономи Росії тих часів. Технічне удосконалення плуга у напрямку комбінування з іншими знаряддями почалось десь у 18 столітті. Вперше серйозно захопився питанням підвищення ефективності ґрунтообробних знарядь англієць Джетро Талл (Jethro Tull), юрист за освітою, що присвятив себе сільському господарству завдяки маєтку, що дістався йому у спадок від батька. Джетро Талл, відомий також як винахідник підкови для коня, у 1731 році з педалей органу місцевої церкви змайстрував сівалку, яка економічно і рівними рядками висаджувала насіння, а, крім того, була здатна вводити зерно у ґрунт на визначену глибину [20]. Він же вигадав орати землю за допомогою трьох мотик, з'єднаних в один блок, який тягнув за собою кінь².

Впродовж 18-19 століть значно розширився перелік ґрунтообробної техніки. У 1856 році Джордж Стерлі (Вісконсін, США) запатентував борону, яку тягнули за собою два коні. У 1880-му році був створений перший райдер-культиватор, що знову-таки приводиться в дію кіньми. На початку 20 століття з'явилися дворядні культиватори. У 1912 році австралієць А. С. Ховард винайшов роторний культиватор із фрезами, що обертались. Потім цей роторний культиватор почали застосовувати як навісне устаткування на трактор, фрези можна було піднімати і опускати.

Першу спробу порушити існуючі стереотипи у поглядах на глибину обробітку ґрунту під озими було зроблено на Полтавщині у кінці 80-тих років 19 сторіччя. Цю ініціативу проявив князь Кудашев Володимир Олександрович, власник маєтку у селі Кіряківка Кременчуцького повіту Полтавської губернії (нині село Глобинського р-ну Полтавської обл.). На підставі результатів 12-ти річних дослідів він дійшов висновку, що

на переважно чорноземних ґрунтах і посушливого клімату під озими слід застосовувати мілкий, а не глибокий обробіток [14].

За часів поселення в Україні німців-колоністів у них використовувалися так звані букери. Букером є агрегат з трип'ятикорпусного плуга і сівалки, ємкості для насіння. Він поєднував мілку (12—14 см) оранку і посів по стерні. Насіння потрапляло в плугову борозну і відразу ж закривалося шаром ґрунту. Глибина оранки не перевищувала 12—14 сантиметрів. Букер обробляв зазвичай незоране поле. Таким чином, стерня повністю зберігалася і служила перешкодою виникненню повітряної і водної ерозії. Вона ж затримувала взимку сніг.

Залежно від числа лемешів букер вимагав запрягання від 4 до 6 волів або коней. Від німців-колоністів букер перейшов до українських землеробів колишньої Катеринославської і інших сусідніх губерній. Проте, є посилення на українські корені букера [24]. Зазначається, що його винайшли ще до німецької колонізації України. Тоді він називався сівозаорювач. Потім переселенці до Канади освоювали ним американські прерії. Згодом канадці, використавши винахід наших селян, розробили цілу систему безвідвальних знарядь для обробітку ґрунту. Казахи запозичили букерну техніку в Канаді і в себе назвали її бараєвським методом безвідвального землеробства, що оголошувався новітнім, забувши, а може, й не знаючи про українські корені цього агротехнічного знаряддя. Позитивним є те, що букер підрізував бур'ян, створював на поверхні рихлий шар, який перешкоджав швидкому випаровуванню вологи з ґрунту, що дуже важливо для посушливих місцевостей, а крім того, зменшував кількість операцій при сівбі. Є й великий негативний бік, зокрема те, що нерівномірна, а часом занадто велика глибина загортання насіння, дещо знижувала схожість і призводила до перевитрат посівного матеріалу.

Букер застосовувався для очищення парів від бур'янів. У посушливих районах поліці відкидались, а працювали тільки лемеші, що стало прообразом сучасних плоскорізів, які забезпечують безвідвальний обробіток. На початку ХХ століття були поширені сівалки-букери, луцильник-заорювач, або, як тоді казали, плужниця. На Мелітопільщині, в цьому типовому степовому краю, у

² Саме ці конструктивні особливості стали прообразом сучасних пневмосівалок, які застосовуються при No-Till технологіях.

1912 році букери були більш поширені, ніж плуги, незважаючи на те, що німці, як уславлені патріоти всього свого, активно впроваджували землеробські знаряддя Сакса та Екерта [24]. Відомі учені П. А. Костичев, Д. А. Тімірязев, В. Р. Вільямс за мілку оранку різко засуджували роботу букера. Проте, подекуди в Україні букери збереглися аж до колективізації.

Дещо інакше, ніж в Центральній Росії і в Україні, розвивалося землеробство і формувались агроландшафти в зрошуваних районах Середньої Азії, і, відповідно, знаряддя обробки ґрунту тут були дещо іншими. Узбеки, таджикі і інші народи Середньої Азії землеробством займалися з доісторичних часів. Там не було лісів і цілини і всі придатні для обробки землі були вже давно розорані. Землеробство велося в основному із штучним зрошенням. Агроландшафт повністю відповідав зональним умовам, тобто його планування велося відповідно до наявності або відсутності зрошення. У посівах переважали бавовна і рис, що культивується на чеках. У цих умовах ґрунт не потребував обороту скиби при обробці, оскільки його, по суті, і не було. Було потрібне лише спущення. Тому тут аж до колективізації основним знаряддям обробки ґрунту залишалося знаряддя типу рала, що носить місцеву назву — омач. Розвиток металургії в XVIII—XIX століттях дозволив внести до ґрунтообробних знарядь істотні зміни і удосконалення. Всі робочі органи плуга починали робити із заліза, і він став в Європі основним знаряддям обробки ґрунту.

До історії розвитку плуга увійшли так звані роттердамські (Голандія) і брабантські (Бельгія) плуги. Це були однокінні безпередкові цілком залізні плуги. Перевага їх полягала в тому, що голландські і бельгійські ковалі досконало опанували спосіб виготовлення полиць зігнутої форми і вигадали пристосування для регулювання оранки по глибині і ширині захвату.

До Російської імперії однокінні залізні плуги спочатку завозились з-за кордону. Лише в кінці XVIII століття в Калузькій губернії в ковальській майстерні був налагоджений випуск вітчизняних висячих (безпередкових) плугів, що отримали назву «Плуг Полторацького» (за прізвиськом власника ковальської майстерні). Ці плуги мали досить широке поширення серед поміщиків і

заможних селян. Пізніше цей плуг був дещо вдосконалений і розповсюджувався вже під назвою «рязанський плуг» (рис. 1).

Істотний внесок до удосконалення плугів внесли німці: слюсар-винахідник Г. Екерт і селянин Р. Сакс. У 1863 році, побувавши в Англії і оглянувши там виробництво плугів, Сакс відкрив поблизу Лейпцига невелику майстерню по виготовленню плугів, що стала згодом найбільшим заводом. С

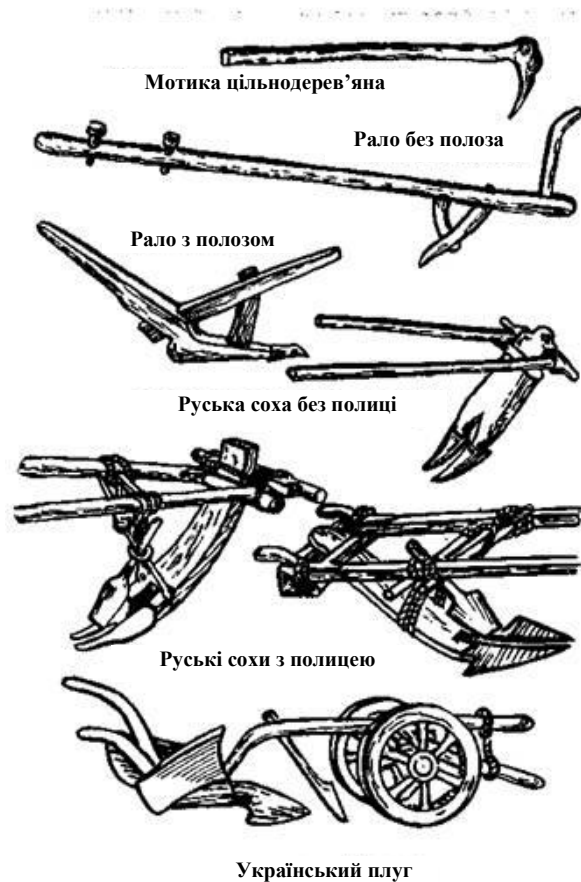


Рис. 1 – Еволюція плуга від неоліту до початку XX століття

1870 року Сакс розпочав випускати плуги власної конструкції. Надалі до них вносилися удосконалення, і врешті-решт під назвою «універсальний парокінний плуг Сакса» вони стали верхом досконалості, не перевершеної до найостаннішого часу. Ці плуги мали передок, за допомогою якого регулювалися глибина оранки і ширина захвату. У них дуже добре була сконструйована полиця, названа згодом «культурною». Перед полицею встановлювався ніж. І, що було новим і особливо важливим, між ножем і полицею поставлений передплужник. Він грав велику роль при розорюванні цілини і

полів з багаторічними травами. Саме такі плуги були найбільш поширеними у світі на кінець XIX і початок XX століття [3,13,22]. У XIX столітті в передових європейських країнах розпочався новий етап в розвитку ландшафтного планування. Він був пов'язаний з початком введення сівозмін з посівом багаторічних трав. Плуги що існували тоді задовільно обробляли землю після однорічних культур, але коли довелося відкривати пласт багаторічних трав, то землероби зустрілися з серйозною проблемою. При звичайній оранці дернина не встигала розклатися до часу чергової сівби. Тому для підготовки до сівби поле доводилося багато разів дискувати і боронувати. Ґрунт при цьому сильно розпилявся. Тоді вирішили проводити подвійну оранку. У одній борозні працювали два плуги. Перший скидав в борозну верхній шар дернини, а той, другий плуг, що знаходився за ним, поставлений на більшу глибину, заорював дернину рихлою землею. Дивлячись на таку оранку, хтось і додумався поставити на один плуг дві різноглибинні полиці. Так з'явилося на світ дуже важливе пристосування – передплужник.

В кінці XIX і початку XX століття плуги Сакса мали великий попит. Тільки до Росії перед першою світовою війною їх завозили щорік близько ста тисяч. Згодом і в Росії почали випускати плуги за типом саксівських з деякими змінами стосовно місцевих умов. З часом основна конструкція саксівських перейшла на тракторні плуги. Це – культурна полиця, передплужник, і лише передній ніж в них замінений дисковим.

Відтак, історія плуга нараховує сотні і навіть тисячі років. До теперішнього часу в результаті наукових досліджень конструкції плугів досягли високої досконалості. Сучасними плугами завдяки високому ступеню поліровки відвалів і виготовленню їх з легovanого заліза можна обробляти ґрунти будь-якого фізичного стану: важкі глинисті і легкі піщані, і сильно задерновані, кам'янисті, пересохлі, перезволожені і тому подібне. Взагалі ж, еволюція плуга зрозуміла з рис.1.

Первісна копальна палиця поступово як би «обростала» додатковим знаряддям, перетворюючись у мотику, а, згодом у рало. У більш пізніх знаряддях ця палиця модифікувалась у дишло, за яке його тягнула або людина, або худоба (різні сохи, косулі, примітивні плуги). Власне, ця еволюція мала своє

логічне продовження в удосконаленні плуга протягом XX століття. Збільшувався захват, регулювалась глибина оранки та потужність обернутої скиби ґрунту, плуги комбінувались з іншим ґрунтообробним знаряддям (борони, котки, та ін.).

Але концепція планового землеробства з глибокою оранкою залишалась незмінною до 60-х років. Сама ідея планування агроландшафту у вдалому балансі від потреб людини до потреб природи у цей час нехтується. Тракторні плуги для відвальної оранки набули різноманітних модифікацій і класифікувались:

- за призначенням – на плуги загального призначення і спеціальні;
- за числом корпусів - одно-, дву-, три-, чотири-, п'яти-, шести- і восьмикорпусні;
- за способом з'єднання з трактором – на причепні, напівнавісні і навісні;
- за формою полиць - на плуги, корпуси яких мають культурні полиці (плуги загального призначення, лемішні луцильники), ґратчасті полиці (для обробки вологих і липких ґрунтів), напівгвинтові і гвинтові полиці (для оранки цілинних і залежних земель) [3].

Загострення екологічної ситуації в землеробстві і поступова втрата ґрунтами їхньої родючості призвели на початку 60-х років до переосмислення підходів до самої суті процесу формування агроландшафту, що спирався на механічний обробіток ґрунту і поступового повернення до традицій, закладених в роботах Менделєєва, Костичева, Овсинського, Фолкнера, Фокуоки. Найкраще досвід такого «повернення» узагальнено в книзі англійського ученого Х. П. Аллена [1], де аналізується англо-американський досвід сполучення цих двох операцій.

Власне, переосмислення основ традиційного формування агроландшафту почалося ще наприкінці XIX – початку XX століття. А впродовж XX століття ця ревізія вже набула вигляду теорії, міцно підкріпленої практикою. Причиною є перегляд традиційного обробітку ґрунту, до якого спонукали катастрофічні наслідки максимального розпушування і обороту скиби ґрунту. Особливо показовий в цьому відношенні сумний досвід США і Канади. Тут в 30-і роки XX століття згубний процес вітрової ерозії охопив величезну площу – понад 40 мільйонів гектарів. Подібне лихо, але трохи згодом, пережили

землероби і в Україні, Поволжі, Казахстані, Сибіру, на Північному Кавказі.

Першим, хто запропонував орати без обороту скиби, був наш співвітчизник І. Е. Овсинський. Він намагався впроваджувати прийоми обробки ґрунту без застосування плуга. У Радянському Союзі мілкий обробіток ґрунту рекомендував академік Н. М. Тулайков. Рішуче відкидав класичний плужний обробіток відомий новатор землеробства почесний академік ВАСХНІЛ Т. С. Мальцев. Потім в Казахстані і на Алтаї під керівництвом академіка ВАСХНІЛ А. І. Бараєва була розроблена і успішно впроваджена в декількох регіонах СРСР струнка система безвідвального обробітку ґрунту. В Україні під назвою «Полтавський експеримент» технологію безплужного землеробства впроваджували Ф. Т. Моргун та Н. К. Шикіла.

Обробіток ґрунту, схожий із системами Мальцева і Бараєва, проводили і рекомендували французький селянин Жан і американський агроном Фолкнер. Зараз в США і Канаді фермери повністю відмовилися від використання плуга, і тут явно простежується прагнення до мінімального обробітку ґрунту. Тим самим зменшується небезпека ерозії ґрунту і різко скорочуються витрати праці.

Саме усвідомлення людством зростаючої екологічної загрози внаслідок інтенсифікації землеробства стимулювало розробку різноманітних альтернативних методів сільськогосподарського виробництва, які ґрунтуються на глибшому розумінні процесів, що відбуваються в природі; спрямовані на поліпшення структури ґрунтів; відтворення їхньої природної родючості; сприяють утворенню екологічно стійких агроландшафтів та краще відповідають життєвим інтересам суспільства. До таких альтернативних методів можна віднести точне землеробство (Precision Farming), біоінтенсивне міні-землеробство (Biointensive Mini-Farming), біодинамічне землеробство (Biodynamic Agriculture), технології використання ефективних мікроорганізмів або ЕМ-технології (Effective Microorganism Technologies), мало-витратне стале землеробство (LISA – Low Input Sustainable Agriculture), контурно-меліоративне землеробство та багато інших. У цьому ж переліку наводять й органічне сільське господарство (Organic Agriculture або Organic Farming).

Особливе місце у сучасних технологіях займає технологія No-till, у якій сполучається багато рис наведених альтернативних методів – низька енерговитратність, ощадливий обробіток ґрунту, збереження біологічних механізмів ґрунтоутворення, відповідність високим вимогам щодо якості продукції, можливість застосування сучасних інформаційних і космічних технологій. З точки зору механічного обробітку ґрунту вплив землеробських знарядь у No-till змінюється докорінно. По-перше, виключається застосування полицевого плуга і плужного обробітку ґрунту як головної операції; по-друге, обробіток ґрунту здійснюється під час сівби паралельно з самою сівбою і удобренням; по-третє, ця технологія не вимагає додаткових агротехнічних прийомів у доглядах за посівом.

Власне, роль плуга, виконують спеціальні дискові сошники (у вигляді фрез-ножів), після обробітку якими залишається неушкодженим верхній шар ґрунту, на якому впродовж декількох років формується спочатку шар мульчі, а, згодом, природні угруповання рослин (рис.2,3). Після перегляду фотографій закономірно постає запитання, чим же відрізняється технологія No-till від мінімального обробітку ґрунту?

Головна відмінність мінімальної технології від No-till - сівба проводиться в заздалегідь оброблений ґрунт. При No-till здійснюється пряма сівба в необроблений ґрунт і він залишається незайманим від сівби до сівби. І пряма сівба тут лише один з технологічних прийомів в цілій системі.



Рис.2 – Дискові ножі у сівалці для No-till, які виконують роль сохи, прорізаючи тонку борозну для насіння і не порушуючи ґрунт

При прямій сівбі відбувається неминуче порушення ґрунтового покриву. Залежно від використовуваного посівного обладнання порушення можуть бути від повного порушення (яке частіше і називають прямою сівбою) до мінімального (яке часто називають нульовою технологією).



Рис.3 – Поле після сівби сівалкою для No-till

Ідеальним принципом у плануванні агроландшафту було б «ніякого порушення ґрунту», як це відбувається в природі. І лише такий принцип можна було б назвати «100%-вим» No-till. В такий спосіб зазвичай висівають трави на пасовищах по існуючій дернині. При цьому насіння не закладається в ґрунт, а залишається на поверхні.

Насправді, технологія No-till - більш загальне поняття, яке включає різні варіації міри руйнування поверхні ґрунту при сівбі різними видами сошників. Хоча і очевидно, те, що чим менше це порушення ґрунту, тим краще. Але спільне для всіх цих різновидів – пряма сівба в необроблений ґрунт. Отже, сама по собі технологія No-till являє цілісну систему, в якій певне виконання лише одного технологічного прийому ще не робить її «справжньою» [27]. Розглянемо особливості цієї технології (рис.3-5). Сошник, що розрізає ґрунт під кутом, дозволяє максимально використовувати весняну вологу. За рахунок централізованої зміни тиску на сошниковий брус (до 181 кг) досягається добра адаптація для різних умов на полі. Індивідуальне копіювання кожного сошника забезпечує ідеальне закладення насіння без викидання на нерівностях.

Висіваючи насіннеприводи на сошниках розташованих по центру, завдяки чому забезпечується ідеальний розподіл насінне-

вого матеріалу для кращого проростання. Перевага такого розташування - краще проникнення в ґрунт і контроль глибини висіву, плюс триваліший термін експлуатації. Сошники забезпечують постійний контроль глибини за допомогою пневматичних накочувальних коліс. Прикочувальне колесо розташоване за накочувальним колесом (рис.4). Відстань між сошниками може бути 19 або 25,4 см. Є моделі шириною 9,1 м, 10,9 м, 12,2 м і 12,8 м.

Крім того сучасні сівалки дозволяють одночасно вносити і основні мінеральні добрива. Внесення посівного матеріалу і стартових добрив у міжряддя відбувається за один прохід сівалки. Для цього на сівалці встановлений третій ряд сошників, розміщених в передній частині. Міжряддя для сівби – 25,4 см, міжряддя для добрив – 50,8 см. Відстань між посівним матеріалом і добривами в сівалці складає 127 мм, чого вистачає, для того, щоб насіння не «згоріло». Це особливо важливо за умов з підвищеною вологістю, де висока норма внесення азоту може понизити проростання, якщо його вне-



Рис.4 – Устрій сошникового блоку у сівалці для No-till John Deere 1890

сти близько до насіння. Добрива вносять глибше, ніж насіння, так щоб коріння посіяних рослин могло харчуватися, коли настане термін (рис.5).

Таким чином, історія формування агроландшафту знову повертається до першоджерел. Як зазначає М. Косолап [6], розвиток людства і землеробства як однієї з галузей його діяльності йде по спіралі. Землеробство починалося з нульової технології.

Палиця-саджалка була першим знаряддям рільника. Він формував нею лунку в ґрунті, кидав туди насіння перших культур і загортав. І не можна вважати цю технологію занадто примітивною.



Рис.5 – Схема одночасної сівби і внесення мінеральних добрив сівалкою John Deere серії 1895

За якістю висіву, дотримання заданої глибини загортання насіння, рівномірності розміщення рослин усі сівалки прямої сівби й сьогодні поступаються даному знаряддю. При цьому стародавні ацтеки, щоб виростити добрий урожай, кидали в кожен лунку маленьку рибинку. Вона розкладалася й забезпечувала рослини потрібними мінеральними елементами. Якщо порівняти рівень урожайності, який мали землероби в таких стародавніх центрах, як межиріччя Тигру й Євфрату та долина Нілу, то сьогоднішні наші здобутки лише наближаються до цих показників.

На території України за 4-4,5 тис. років землеробської діяльності 95% цього періоду люди вирощували сільськогосподарські культури за технологією мінімального поверхневого обробітку ґрунту, й лише кілька сторіч застосовується плужний обробіток. Майже до останнього часу він домінував у розвитку землеробства нашої країни з постійним вдосконаленням відповідних знарядь та збільшенням потужності енергетичних засобів. Безумовно, перехід від мотичного до плужного рільництва є одним із найвидатніших досягнень людства, яке забезпечило продуктами харчування зростаючу чисельність людей на нашій планеті. Плужний обробіток дав змогу використовувати потенційну родючість ґрунту для одержання прийнятної рівня врожайності сільськогосподарських культур.

Сьогодні інтенсифікація механічного обробітку ґрунту з використанням потужних тракторів дійшла своєї граничної межі, тому в усіх країнах світу фіксуються негативні наслідки такої діяльності: посилення водної та вітрової ерозії, різке зниження вмісту гумусу в ґрунтах та їхня агрофізична деградація, головна причина яких – оранка. Суспільство й наукова громада не відразу

сприйняли нові ідеї в царині підходів до обробітку ґрунту.

Ідея повної відмови від механічного обробітку ґрунту стала можливою лише в 60-ті роки минулого сторіччя після розробки в Англії гербіцидів суцільної дії з корот-

ким періодом розкладу – Паракват та Грамоксон, – які дали можливість ефективно контролювати бур'яни навіть тоді, коли культур немає на полі. В 1969 році було видано перші практичні рекомендації щодо прямої сівби культур у попередньо не оброблену стерню. 70-ті роки є початком практичного освоєння й поширення нової технології в різних країнах світу. За цей час суттєво змінилася технологія. Наприклад, якщо на початку розробки цієї технології допускалося (і навіть вважалося прийнятним) спалювання рослинних решток перед висівом, бо перші сівалки не могли забезпечити якісне висівання за їхньої наявності на поверхні

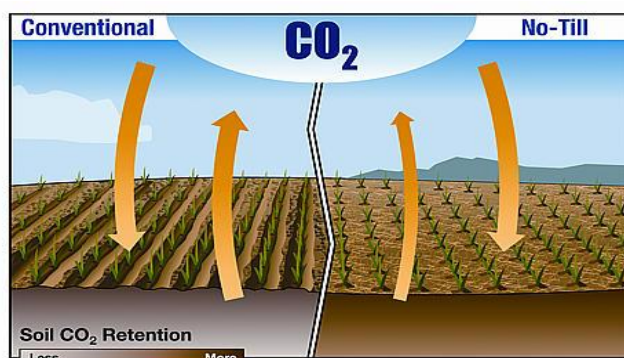


Рис.6 – Порівняння емісії CO₂ при різних системах обробітку ґрунту.

ґрунту, то для сучасних сівалок це вже не є непереборною перешкодою.

Сьогодні в світі за технологією No-till вирощують культури на площі, яка становить близько 7% загальної світової площі ріллі. На користь цієї технології може свідчити рис.6, на якому показана позитивна дія No-till на зменшення емісії вуглецю у атмосферу, а, отже, зменшення інтенсивності парникового ефекту.

Насправді, природу не обдуриш. Відомо, що ні один закон природи не підтверджується так добре, як закони термодинаміки. Перший закон (перший початок) термодинаміки говорить, що загальна кількість енергії і маси залишається незмінною. Дру-

гий початок твердить, що ентропія (міра внутрішньої неупорядкованості) в замкнутій системі може тільки зростати: будь-яка система, яка не зазнає впливу із зовні, деградує, розпадається, вільна енергія в ній зменшується, і в кінці кінців вона досягає пасивного стану повного безладдя. Іншими словами, час явища закінчується, спливає і воно застигає у стані пасивної рівноваги. Тобто певна людська цивілізація вичерпує себе і в кінці кінців гине. Нажаль, історія розвитку механічного обробітку ґрунту може слугувати підтвердженням цих фундаментальних законів [8].

Є багато загальнонаукових концепцій, у яких еволюція формування агроландшафту, що спирається на зміну обробітку ґрунту пояснюється з досить цікавих позицій. Так, Н. А. Шпаковский [16] стверджує, що історія обробітку ґрунту добре укладається у модель «розгортання згорання» (рис.7).

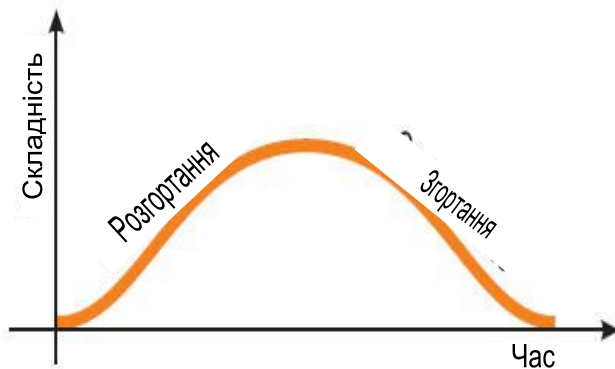


Рис.7 – Зміна складності системи, ілюстроване лінією «Розгортання-згорання»

На етапі розгортання зростає кількість елементів, частин, підсистем технічного устрою (або відповідно кількість операцій в технології) – це лінія ускладнення. На етапі згорання вони об'єднуються в цілісну конструкцію, або безліч технологічних операцій згортаються в одну. Еволюція технології обробітку ґрунту з позицій моделі «Розгортання згорання» вибудовується у певну лінію розвитку, яку можна побудувати відповідно до головних етапів розвитку механічного обробітку ґрунту.

1. Сівба у лунки. Землеробство вже було в той час, коли ще не доводилося говорити про будь-які ґрунтообробні знаряддя. Зерна сіяли в ґрунт без будь-якого обробітку, протикаючи лунки для них простою загостреною палицею. Насправді це і був нульовий обробіток ґрунту, тільки на нижчому, більш примітивному рівні. Боротьба з

бур'янами і удобрення ґрунту проводилися найпростішим способом: підпалювали ліс, що ріс на місці майбутнього поля. Бур'яни згорали, а деревна зола була чудовим добривом.

2. Обробіток сохою. Наступний крок в землеробстві – винахід сохи, яку тягнули люди або тварини. Її застосування дозволило підняти продуктивність обробітку ґрунту, але технологія обробітку зернових при цьому мало змінилася. Просто замість лунок зерна садили у вузьку борозну, що утворюється лезом сохи. Борозну закладали вручну або тягаючи полем сучкувату гілку - прообраз сучасної борони. Боротьба з бур'янами і удобрення ґрунту не зазнали змін, бо лісів ще вистачало.

3. Плужний обробіток ґрунту. Соха була ефективним знаряддям, поки можна було спалювати ліси, розчищаючи і удобрюючи нові поля. Але так не могло нескінченно. А на старих полях родючість ґрунту падала. І тоді для підвищення врожайності знайшли новий спосіб – забезпечити добре розпушення і боротьбу з бур'янами. Вже древні греки користувалися відвальним плугом, який заорював бур'яни на глибину, де вони не могли прорости. Класична технологія того часу – оранка відвальним плугом, посів зерна вручну і боронування для закладення зерна в ґрунт.

4. Максимально розгорнена технологія обробітку ґрунту. Підвищення врожайності залишалось найважливішою вимогою, і екстенсивний шлях розвитку землеробства здавався єдиною прийнятним. Технологія обробітку ґрунту включала все нові додаткові операції – відповідно до тенденції «розгортання згорання». Найбільш розгорнена технологія, що застосовувалася в середині ХХ століття, включала наступні операції: оранку, декілька культивацій, боронування і передпосівне вирівнювання. Потім слідували сівба і додаткове накочення ґрунту. Потужність тракторів, глибина оранки і ширина захвату плугів постійно зростали. Самі плуги удосконалювалися, з'явилися плуги для гладкої оранки, що не створювали розваленої борозни. Здавалось, була отримана цілковита перемога над природою. Але перемога виявилася пірровою. Витрачалися величезні ресурси, насамперед нафта, витрати праці на проведення великого числа операцій перевищили всі мислимі межі. В результаті верх-

ній шар ґрунту був розпушений, а шар нижче за плугову підшову сильно переущільнений колесами тракторів. У рівнинних областях часто налітав вітер і зораний родючий шар нісся з полів пиловою бурею, залишаючи за собою пустелю. Ерозія ґрунтів охопила десятки мільйонів гектарів. Вміст гумусу в кращих чорноземах впав з 10-12 до 5-6 %, на сьогодні до 2-3%. Землеробство зайшло в безвихідь.

Більшість вчених, у тому числі ландшафтознавці забили на сполох. У одному з канадських університетів висить плакат: «Німецький плуг Сакса приніс більше шкоди, ніж вся німецька армія в Другій світовій війні». Полиця перегортає ґрунт, але ґрунт - це насамперед різні шари землі. Відомо, що у верхньому шарі ґрунту мешкають бактерії, які дихають киснем, – їх називають аеробними. А глибше живуть бактерії, які на повітрі вмиють гинуть, – їх називають анаеробними. При перекиданні скиби ті бактерії, які можуть жити лише у верхньому шарі, опиняються знизу і вмирають від нестачі кисню, а ті бактерії, які існують в глибині ґрунту, потрапляють вгору і також гинуть. Адже ці бактерії своєю життєдіяльністю забезпечують родючість ґрунту, накопичення в ньому гумусу. Друга проблема, пов'язана із застосуванням плуга, - утворення плугової підшови, тобто переущільненого шару ґрунту на глибині 20-25 см. В нормальних умовах волога переміщується по капілярах, поступаючи то з нижніх шарів у верхні, то з верхніх - в нижні. А плугова підшова перекидає ґрунтові капіляри, природна циркуляція вологи в ґрунті припиняється.

5. Безвідвальний обробіток ґрунту. Почалася вперта боротьба за впровадження безвідвального обробітку ґрунту. Про цю проблему заявив на весь світ американський вчений Едвард Фолкнер в своїй книзі «Безумство орача», що миттєво стала бестселером. Новий спосіб обробітку виключав використання полицевого плуга. Ґрунт спускався на глибину 10-15 см плоскорізами з широкими горизонтальними підрізуючими ножами або чизельними розпушувачами з вузькою стійкою.

З точки зору технологічної еволюції почалося згортання технології обробки ґрунту. Була виключена проста, але дуже енергоємна операція - оборот ґрунтової скиби.

Ентузіасти нового методу працювали в різних країнах світу. У Радянському Союзі за безплужний обробіток ґрунту боровся відомий агроном Т. Мальцев. Технологія удосконалювалась, вдалося впоратися з її «дитячими хворобами», головна з яких - очистити поля від злісних бур'янів без їх заорювання. Ця проблема була вирішена з винаходом гербіцидів, які через деякий час після використання розпадаються на нешкідливі складові. Безвідвальна обробка починала бурхливо розвиватися в багатьох країнах світу, перш за все в США і Мексиці. Результат: кращі умови для зростання і розвитку рослин, економія палива.

6. Мінімальний обробіток ґрунту. Наступним кроком на шляху згортання обробітку ґрунту був перехід до мінімальної обробки, при якій глибина спущення ґрунту дорівнює глибині закладення насіння, тобто значно менше, ніж при безполицевій. Основні положення цієї технології розробив в середині XIX століття український вчений Іван Овсинський. Його погляди жорстко критикувалися. Проте Овсинський створив спеціальні знаряддя для неглибокого обробітку ґрунтового шару і успішно застосував цей метод у власному господарстві. Нова технологія вирішувала цілий комплекс завдань: зберігала родючість чорноземів, допомагала впоратися із посухами, позбавитися від шкідників і бур'янів.

7. Нульовий обробіток ґрунту. Нульовий обробіток ґрунту - це вже не обробіток в звичайному сенсі слова, а забезпечення комплексу умов для створення оптимальної структури ґрунту. Тобто складається ситуація, коли обробітку немає, а функція його виконується. В ідеалі, при нульовому обробітку немає взагалі ніякої дії на ґрунт, але, не дивлячись на це, він знаходиться в стані, оптимальному для зростання і розвитку рослин. Завдяки рівновазі між організмами біоценозу – травами, культурними рослинами, мікроорганізмами, тваринами і людиною необхідна робота людини зводиться до мінімуму. Сьогодні нульова технологія - це відсутність обробітку ґрунту, за винятком дії сівалки (рис.3-5).

Графічно історія вдосконалення технологій обробітку ґрунту показана на рис. 8. Як бачимо, внаслідок еволюції по лінії «Розгортання згортання» людство, в певному сенсі, знову «повернулося» до перших своїх кроків у землеробстві.

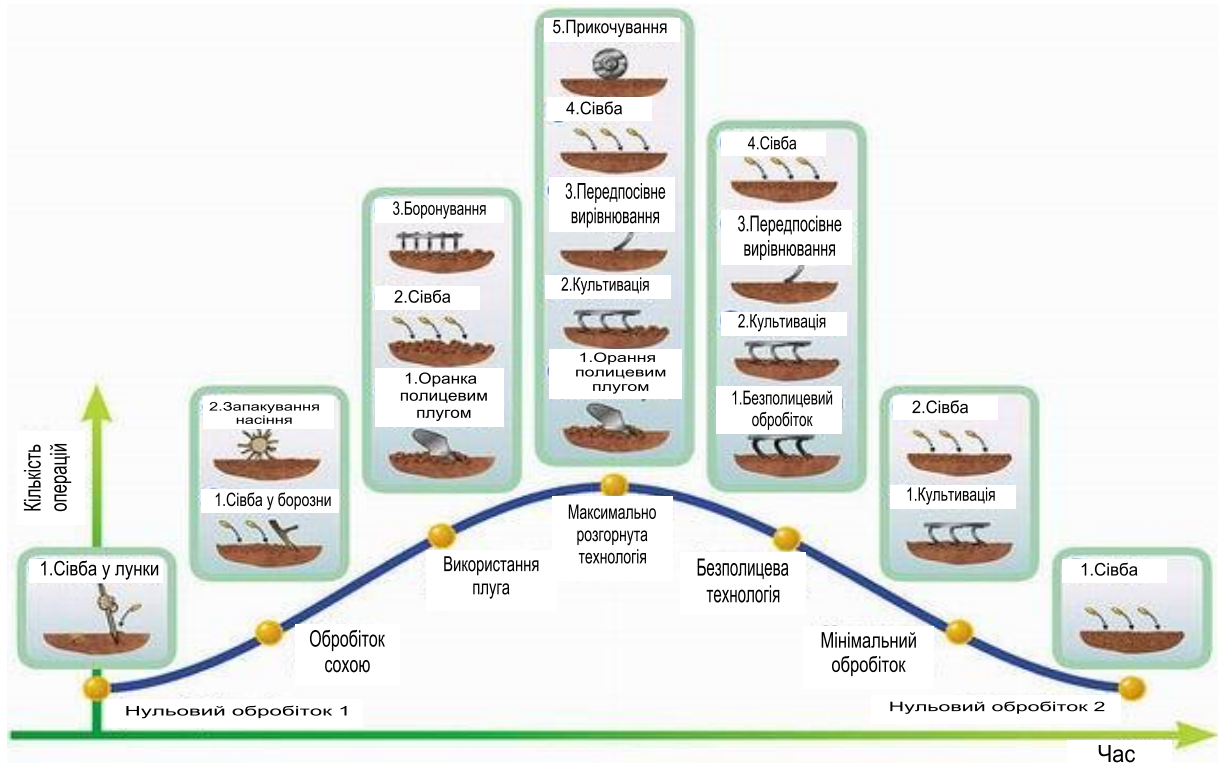


Рис. 8 – Еволюція механічного обробітку ґрунту по лінії «Розгортання згортання»

ВИСНОВКИ

Головні запитання, які виникають після знайомства з історією формування агроландшафту і такою еволюцією землеробства:

– перше – чи встигне людство припинити інтенсивну деградацію ґрунтів, зупинившись хоч би на тих 2-3% гумусу, які залишились, зокрема, в українських чорноземах?

– і друге – чи є якийсь інший шлях розвитку людської цивілізації крім як відповідно до теорії Мальтуса?

Відповідь на ці запитання, найскоріше, торкається не лише ландшафтного планування і землеробства, а й багатьох інших наук, і буде зроблена в наступних авторських публікаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аллен Х. П. Прямой посев и минимальная обработка почвы./ Х. П. Аллен .Пер. с англ. М. Ф. Пушкарева. –М.: Агропромиздат 1985. – 208 с.
2. Вавилов Н. И. Происхождение и география культурных растений. / Н. И. Вавилов. – Л.:Наука,1987. – 440 с.
3. Воронов Ю. И. Сельскохозяйственные машины./ Ю. И. Воронов и др. – М.:Высш.школа, 1978 – 295 с.
4. Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни./ В. Г. Горшков. Отв. ред. К. С. Лосев. – М.:ВИНИТИ,1995. – 470 с.
5. Колективна монографія учених-аграрників НУ-БП Режим доступу: <http://www.nauu.kiev.ua/book/>
6. Косолап М. No-till: наука без практики німа, практика без науки сліпа.// Режим доступу: www.propozitsiya.com
7. Лосев К. С. Бюджет антропогенного углерода и роль экосистем в его эмиссии и стоке в глобальном и континентальном масштабах./ К. С. Лосев. /Страны и регионы на пути к сбалансированному развитию. Сборник научных трудов. – К. : Академперіодика, 2003. – С.36-41.
8. Мудрук О. С. Історія теорії і практики обробітку ґрунту: сучасні погляди і узагальнення. / О. С. Мудрук, Н.О. Паюк Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/inb/2006-1/06mosspu.html>
9. Паюк Н. О. Історія становлення та розвитку наукових основ обробітку ґрунту в сільському господарстві./: дис... канд. іст. наук: 07.00.07 / УААН. Паюк Н. О. – К., 2006.
10. Равдоникас В. И. Некоторые моменты процесса возникновения феодализма в лесной полосе Восточной Европы в свете археологических данных. / В. И. Равдоникас // Основные проблемы

- генезиса и развития феодального общества. – М.; Л., 1934. – С. 120-156.
11. Рыбаков Б. А. Геродотова Скифия./ Б. А. Рыбаков – М., 1979. м247 с.
 12. Сонько С. П. Географічна інтерпретація доповідей Римському клубу. С. П. Сонько // Український географічний журнал. – №1,2003. – С.55-62
 13. Сельскохозяйственный словарь-справочник. Второе издание. Государственное издательство колхозной и совхозной литературы. – М.-Л.,1934. – 640 с.,<http://www.ussr-forever.ru/plug/>
 14. Чекрізов І. О. Историчний аспект розвитку основного обробітку ґрунту на Полтавщині. //Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.04.01 Ін-т земл-ва УААН./ Чекрізов І. О. –К., 2005. – 19// <http://www.lib.ua-ru.net/inode/14987.html>
 15. Шнирельман В. А. Возникновение производящего хозяйства. / В. А. Шнирельман – М.:Наука,1989. – 444 с.
 16. Шпаковский Н. А. Эволюция технологий обработки почвы. / Н. А. Шпаковский. Режим доступа: <http://www.trizland.ru>
 17. <http://artemenko.com.ua/>
 18. <http://www.erlib.com>
 19. <http://www.favorites.com.ua/>
 20. <http://www.lkomfort.ru/>
 21. <http://www.reactor.org.ua/forum/lofiversion/index.php?t459.html>
 22. <http://www.ussr-forever.ru/plug/47-21.html?showall=1>
 23. http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/lspace/history_ukr/schedule.nsf/
 24. <http://ukrgazeta.plus.org.ua/article>
 25. <http://zori.dokladno.info/gospodar-trip-lskikh-obshir-v/zemlerobstvo-2.html>
 26. <http://litopys.org.ua>
 27. <http://no-till.ru/>

Надійшла до редколегії 09.04.2012

УДК 556.51+004.9

С.В. КОСТРИКОВ, д-р геогр. наук, проф.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

РОЗПОДІЛЕНЕ ГІДРОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВОДОЗБІРНИХ БАСЕЙНІВ ЧЕРЕЗ ГІС-ЗАСОБИ

Надається методологічні засади та практична реалізація через авторське програмне забезпечення розподіленого гідрологічного моделювання водозборів. Наголос робиться на особливостях подібного моделювання, якщо воно впроваджується через ГІС-засоби. Подається багатоаспектне визначення розподіленої гідрологічної моделі. Розглядаються алгоритми визначення площі елементарного водозбору при впровадженні гідрологічного стоку за цифровою моделлю рельєфу. Наводяться приклади середовища гідрологічного інтерфейсу авторського програмного забезпечення для реалізації розподіленого моделювання руслових максимумів під час весняного сніготанення. Також дається безпосередній приклад такого моделювання із послідовним відтворенням всіх необхідних кроків.

Ключові слова: розподілена гідрологічна модель, водозбірний басейн, цифрова модель рельєфу, площа елементарного водозбору, матриця гідрологічного стоку, авторське програмне забезпечення, руслові максимуми весняних витрат

Костриков С. В. РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОСБОРНЫХ БАСЕЙНОВ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ГИС

Представлены методологические основы и примеры практической реализации с помощью авторского программного обеспечения распределенного гидрологического моделирования водосборов. Делается ударение на особенностях такого моделирования, если оно осуществляется через средства ГИС. Предлагается многоаспектное определение распределенной гидрологической модели. Рассматриваются алгоритмы определения площади элементарного водосбора при моделировании гидрологического стока по цифровой модели рельефа. Приводятся примеры среды гидрологического интерфейса авторского программного обеспечения для реализации распределенного моделирования русловых максимумов весеннего снеготаяния. Предлагается непосредственный пример подобного моделирования с последовательным описанием его всех необходимых шагов.

Ключевые слова: распределена гидрологическая модель, водосборный бассейн, цифровая модель рельефа, площадь элементарного водосбора, матрица гидрологического стока, авторское программное обеспечение, русловые максимумы весенних расходов

© Костриков С. В., 2012

Kostrikov, S. WATERSHED DISTRIBUTED HYDROLOGICAL MODELING WITH GIS-TOOLS.

The paper introduces both methodological principles and applied software implementation of watershed distributed hydrological modeling. Several various definitions of a distributed model are emphasized. The algorithmic calculation of the initial basin area is considered in details upon hydrological flow simulation on the digital elevation model matrix. There are several examples of author's software hydrological graphic user's interface in this paper. These examples relate to the channel extreme flow discharge modeling upon spring flood. A direct such modeling is introduced with all its steps.

Key words: distributed hydrologic model, watershed, digital elevation model, initial basin area, hydrological flow matrix, author's software, channel extreme discharge upon spring flood

ВСТУП

Дослідницька проблема. В два останні десятиріччя із широким застосуванням геоінформаційних систем (ГІС) і технологій в гідрологічному моделюванні виникло достатньо гостре питання: будь-які або лише деякі із, так би мовити, «ортодоксальних» гідрологічних моделей мають та можуть бути впроваджені через ГІС-засоби? При спробі відповіді на таке питання, по-перше, виявляється, що саме моделювання гідрологічного компоненту географічного ландшафту може у порівнянні статися найбільш громіздким і таким, яке потребує значних обчислювальних ресурсів, а, по-друге – далеко не всі із класичних теоретичних моделей гідрологічного режиму водозбірних басейнів можуть бути переведені у практичну площину для впровадження через певну геоінформаційну платформу.

В деяких попередніх статтях доводилося, що одними із найбільш ефективних модельних конструкцій щодо впровадження їх через геоінформаційне моделювання можуть бути так звані *розподілені гідрологічні моделі* (РГМ) [1, 2]. В рамках подібної моделі припускається, що рух води крізь водозбірний басейн здійснюється через поверхневий стік, рух у насичених та ненасичених ґрунтах та течію вниз по руслах річок та балок.

Русловий стік, переважним чином, приймається функцією трьох наступних факторів: наявного обсягу води, величини схилу і показника шорсткості поверхні, що підстилає.

Відповідно вказаного, геоінформаційні моделі, які будуть обиратися для відтворення гідрологічного режиму водозборів, мають, у першу чергу, прогнозувати: 1) регулярні витрати води у руслах та пікові витрати від весняних повеней та літніх дощових паводків; 2) глибини у зонах затоплення від повеней та паводків; 3) здатність руслового потоку до розмиву поверхні, що підстилає; 4) транспортуючу здатність руслового потоку щодо твердого матеріалу. Таким чином, серед вхідних параметрів вказаних моделей повинні бути: 1) шорсткість поверхні, яка підстилає, і гідравлічний показник відносно го опору потоку; 2) фізичний показник кількості руху води; 3) показник градієнта схилів по території водозбору; 4) глибини постійних і тимчасових русел; 5) характеристики ґрунтів.

Як це впливає із вступної рубрики статті, **метою** є подання деяких методологічних засад геоінформаційного впровадження розподілених гідрологічних моделей водозбірних басейнів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

ГІС-підхід до розподіленого гідрологічного моделювання водозбірних басейнів. РГМ в аспекті ГІС-моделювання передбачає таку модель, яка симулює детерміністсько-ймовірнісний розподіл розрахованих величин поверхневого стоку та руслових витрат як дискретно по чарунках цифрової моделі рельєфу (ЦМР), так і через створення єдиної континуальної сутності у вигляді, наприклад, поля щільності таких показників, для всього географічного простору певного водозбірного басейну. Сформульоване нами визначення РГМ прямо впливає із узагаль-

нення найбільш значних публікацій, присвячених застосуванню геоінформаційних платформ і ГІС-модулів-аплікацій у розподіленому гідрологічному моделюванні [3].

В цьому аспекті модулем-аплікацією ГІС нами розуміється програмний алгоритм (чи група алгоритмів) + графічний інтерфейс користувача (ГІК), що генерують введення інформації, необхідної для моделювання, але не виконують таке моделювання безпосередньо. Додатковим ГІС-компонентом, який реалізовує гідрологічне моделювання, і є розподілена гідрологічна модель, яка може

бути визначена як набір тих програмних алгоритмів, котрі виконують гідрологічне моделювання із параметричним розподілом по чарунках ЦМР і на підставі розгляду водозбору як сукупності субводозборів. Останні також виступають у якості компонентів розподіленої моделі, а в гідролого-геоморфологічному відношенні є частинами більшої водозбірної площі, і мають власні гирла постійного стоку. Тут є найважливішим системоутворююче і функціональне значення субводозборів як складових частин гідролого-геоморфологічної системи водозбору [4, 5].

Розподілені гідрологічні моделі річкових басейнів дозволяють робити опис просторової варіації в характеристиках водозбору і, наприклад, в характеристиках зливого стоку в залежності від визначеного шаблону моделі та її конфігурації. Немає ніякого розходження в цьому плані між так званими «зосереджено-розподіленими» та «процес-розподіленими» моделями. Також не існує значного розходження між рівнем інтеграції (об'єднання) параметрів моделі і типу ГІК, необхідного для реалізації специфічного варіанта моделі. Різні предметні тренди при розробці подібної моделі приводять до акценту, який змінюється по окремих визначених індивідуальних компонентах моделі. Деякі моделі використовують спеціалізовані бази даних, у той час як інші звертаються до стандартизованих баз. В останні десятиріччя супроти застосування громіздких емпіричних моделей, що включали дані по детальних вимірах крізь всю площу водозбору, але були прив'язані тільки до одного, хоч і масштабно-го процесу чи явища, все більша перевага стала віддаватися тим моделям, що базуються на просторово розподілених даних, які, в свою чергу, відбивають взаємозв'язок багатьох, але у певних випадках – незначного масштабу, процесів. Таким чином, подібні моделі необхідно асоціювати із елементарними водозборами, що і пропонується.

Площа елементарного водозбору як ключовий вхідний параметр РГМ і деякі особливості розрахунку стоку по матриці ЦМР. Розмір площі первинного водозбірного басейну (елементарного водозбору, водозбору 1-го порядку) – тобто такого, який фізично не має більше одного русла в своїх границях, а обсяг стоку, що формується на цій території, як раз є достатнім для утворення даного русла – ця величина завжди була серед провідних вхідних параметрів багатьох

гідрологічних моделей. Із часів початку впровадження РГМ через ГІС-засоби постало достатньо гостре питання щодо визначення на матриці чарунок цифровій моделі рельєфу відповідного показника-аналогу площі елементарного водозбору звичайної (паперової) топокарти, яка колись використовувалася при гідрологічних розрахунках.

При реалізації розподілених гідрологічних моделей в нашому авторському програмному забезпеченні *GIS-Module Ukrainian* [6] для обґрунтування застосування в моделі вказаного вище показника (площі елементарного водозбору – ПЕВ) використовувався предметний підхід американських фахівців Дж. Галанта та Дж. Вілсона, які для цифрової моделі рельєфу з ефективною точністю визначали величину ПЕВ через введення таких проміжних дефініцій як «вища по схилу площа, що додає до водозбірної» та «специфічна водозбірна площа» [7]. Схематично вказані поняття можуть бути подані наступним чином (рис. 1).

Оскільки можуть виникнути певні труднощі із визначенням необхідних для гідрологічного моделювання, так званих «первинних і вторинних атрибутів флювіального рельєфу» [8] саме на матриці ЦМР, для вирішення цієї проблеми хід методичних міркувань має бути наступним.

Перш за все, через наявні можливості ГІС-модулю по даній ЦМР впроваджується процедура побудови ізоліній поверхні (contouring – *англ.*). За методикою Галанта-Вілсона величиною «вищої по схилу площі, що додає до водозбірної», A , приймається певна ділянка схилу, яка розташована вище обраного відрізка ізогіпси рельєфу, тоді «специфічною водозбірною площею», A_s (або a) буде відношення «вищої по схилу площі, що додає...» до довжини даного відрізка ізогіпси, l (див. рис. 1), тобто

$$A_s = A / l \quad (1)$$

Рішення щодо визначення ПЕВ по цифровій моделі рельєфу через (1) полягало у тому, що детермінантом точності обрахунку водозбірної площі приймається повністю об'єктивний показник, а саме – роздільна здатність цифрової моделі, тобто – розмір сторони її чарунки. В якості відрізка ізолінії, величина якого присутня в (1), приймається розмір сторони чарунки (осередку) матриці. У такому разі обсяг гідрологічного стоку для даної чарунки матриці (a звідси – і площа

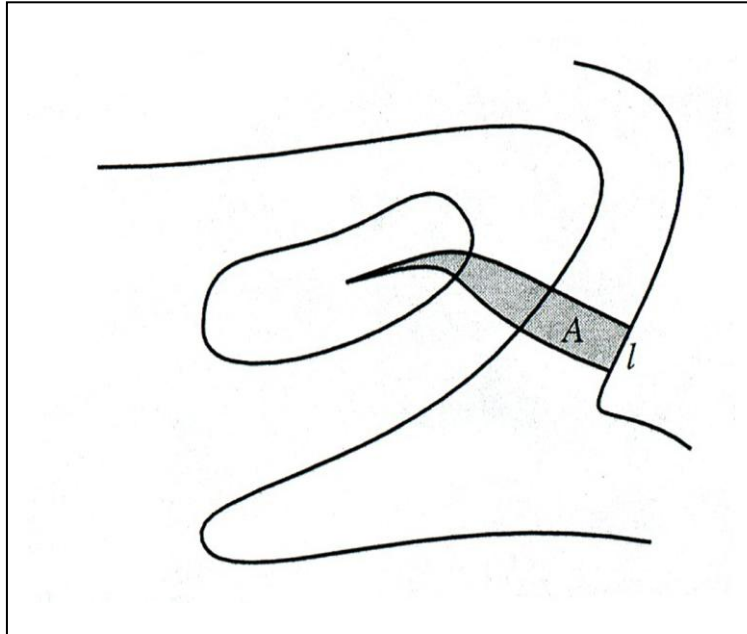


Рис. 1 – Схематичне подання визначення ПЕВ на цифровій моделі рельєфу через поняття «вища по схилу площа, що додає до водозбірної» та «специфічна водозбірна площа»

елементарного водозбору) обчислюється достатньо зрозуміло. Водозбірна площа, що додає до обсягу стоку безпосередньо в дану чарунку ЦМР з території, яка топографічно розташована вище по схилу, буде визначатися числом чарунк, розташованих на цій території, і таких, що будуть спрямовувати стік до даної чарунки на підставі показників «специфічної водозбірної площі», A_s , притаманних кожній з них. Цю величину можна також розглядати як розмір дренажної площі, що припадає на одиницю ширини схилу, перпендикулярної до напрямку стоку.

Обидва ж показники (A та A_s), які мають бути приписані кожному осередку ЦМР визначаються встановленими напрямками гідрологічного стоку з кожного вузла матриці ЦМР. У свою чергу, правила визначення цих напрямків впливають із обраної загальної методології моделювання стоку за цифровими моделями місцевості та цифровим моделям рельєфу водозбору (алгоритм «восьми імовірних напрямків стоку із центрального вузла (чарунки) міні-матриці стоку 3 X 3»), і вже викладалися у численних публікаціях раніше [1, 2, 4, 8-10 та ін.].

Тут лише необхідно додати, що для успішного моделювання через РГМ викладений вище підхід щодо визначення ПЕВ, який умовно, можна сказати, базується на поняттях «довжина ізогіпси – ширина стоку» і використовується в «алгоритмі стоку у

восьми імовірних напрямках», має бути доповнений підходом, що (також умовно) означимо як «похил схилу». Коротко зупинимося на цьому підході дещо детальніше.

При цьому підході гідрологічний стік і, відповідно – частка площа елементарного водозбору – які послідовно додаються від однієї чарунки (що вище по схилу) матриці ЦМР до іншої (яка нижче по схилу) можуть визначатися через певний вираз. Цю частку площі ПЕВ, яка замкнеться на чарунку i , що розташована нижче по схилу, позначимо A_i (у загальному випадку вона дорівнюватиме показнику A із (1) + площа, яка дренажується однією чарункою). Вказаний вираз має наступний вигляд:

$$A_i = \frac{\max(0, I_i^v)}{\sum_{i=1}^8 \max(0, I_i^v)}, \quad (2)$$

де I_i – величина похилу із центральної чарунки (вузла) до сусідньої чарунки i , міні-матриці стоку 3X3; v є додатною емпіричною константою для моделювання стоку по цифровим моделям рельєфу, який є різного генетичного походження. Ще два десятиріччя тому було встановлено, що при моделюванні стоку за цифровими моделями саме флювіального рельєфу найбільш точні результати можуть бути отримані за умовою коли v дорівнює 1.1 [11, 12]. Саме на підставі вказаних джерел використовували це зна-

чення в авторських прикладах розподіленого гідрологічного моделювання.

Походячи із цих прикладів можна стверджувати, що у випадку впровадження неоптимізованого (простого) алгоритму стоку (з центральної чарунки) у восьми напрямках, більші за 1.1, але менші за 2 значення ν спричиняють гіпертрофовану концентрацію стоку в меншій кількості русел на більшій площі, і мережа флювіального рельєфу стає занадто спрощеною, а показники екстремального стоку в руслах – надвеликими. Навпроти, значення в проміжку 5-9 дають у результаті дуже пересічену малими ерозійними формами поверхню, та значення руслового стоку малої забезпеченості такі, що можуть бути майже на порядок меншими від відповідних емпіричних даних гідрологічних щорічників.

Викладені вище методологічні засади розподіленого гідрологічного моделювання були апробовані й реалізовані в авторському програмному забезпеченні *GIS-Module Ukrainian*. Приклади подібної реалізації надаються в наступній рубриці. Через жорсткі нормативні рамки обсягу статті зупинимося лише на реалізації РГМ максимальних руслових витрат під час весняного сніготанення і не розглядаємо розподілену гідрологічну модель руслових максимумів від дощових паводків.

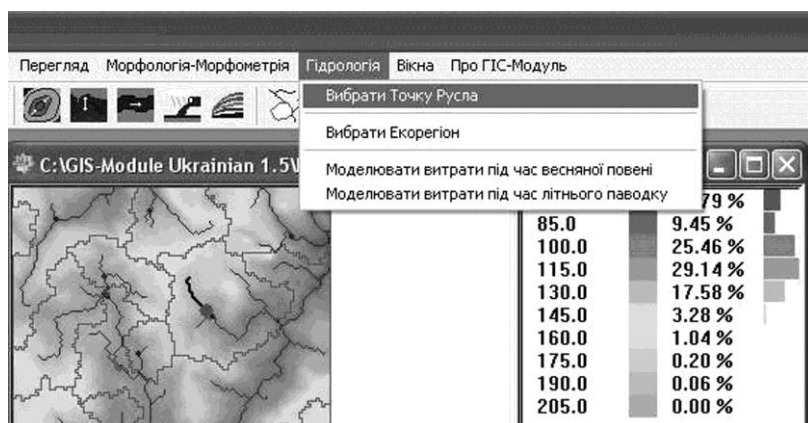
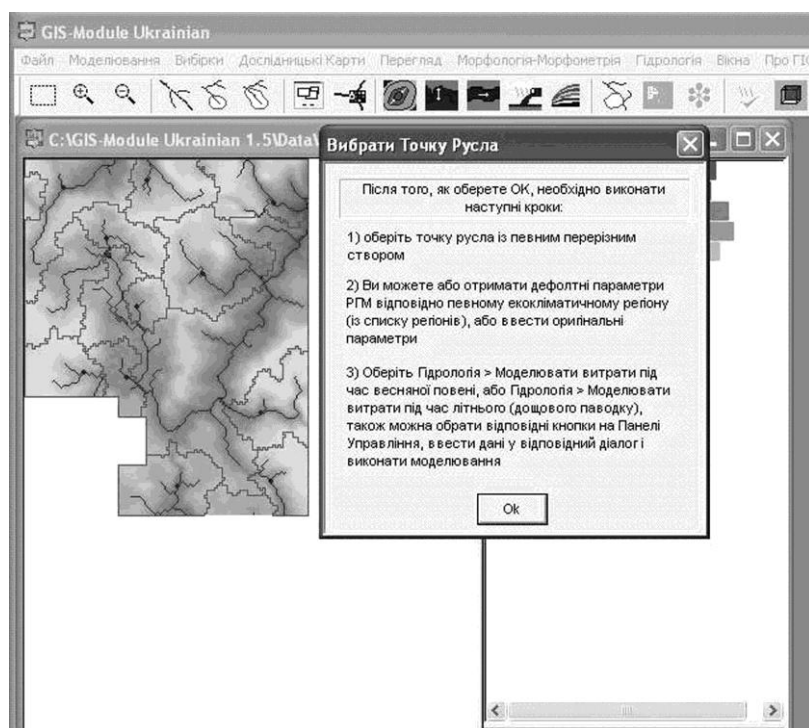
Середовище гідрологічного інтерфейсу програмного забезпечення *GIS-Module Ukrainian* та приклад реалізації РГМ максимальних руслових витрат під час весняної повені. Функціональність графічного інтерфейсу користувача нашого ПЗ в її частині, яка стосується розподіленого гідрологічного моделювання, в першому варіанті на алгоритмічному рівні була реалізована ще кілька років тому [1]. Однак ця функціональність є принципово оптимізованою в останній версії програмного забезпечення через ефективне визначення площ елементарних водозборів на підставі понять «довжина ізогіпси – ширина стоку» та «похил схилу», тобто через формальні вирази (1) і (2), які обумовлюють модельне формування стоку на матриці ЦМР. Останнє ж є, як вже підкреслювалося вище, ключовим вхідним параметром РГМ. Інші вхідні параметри моделі є в переважній більшості емпірично-регіональними і подаються тут лише в прикладах ГІК (див. іл. нижче).

В програмному забезпеченні, яке вже детально описувалося в публікаціях [6], було реалізоване предметне меню розподіленого гідрологічного моделювання *Гідрологія* із таким змістом – рис. 2. Якщо вибрати *Гідрологія* > *Вибрати Точку Русла*, то відкриється наступний діалог-повідомлення, який стисло інструктує щодо необхідних процедур по розрахунку параметрів РГМ руслових витрат від весняної повені (рис. 3). Таким чином, перше, що треба зробити, це вибрати будь-яку точку на одному із русел даної флювіальної мережі. Остання має бути попередньо змодельована по матриці ЦМР через розрахунок площі елементарного водозбору, як це викладено вище.

Необхідно виконувати процедури розподіленого гідрологічного моделювання відповідно до змісту цього діалогу. Припустимо, треба визначити максимальну весняну витрату однієї з невеличких балкових (суха балка) приток р. Сейм у верхів'ях басейну цієї річки, у точці головного русла притоки для забезпеченості стоку в 1 - 2% і 3%. Моделювання для забезпеченості руслового стоку в 1-2% (повінь, що трапляється раз у 100-50 років) є базовим розрахунком в нашому пакеті ПЗ. Для розрахунку забезпеченості в 3% підключається окрема динамічна бібліотека (файл *.DLL).

За топокартами побудована ЦМР на цю частину басейну р. Сейм. Цифрова модель завантажується в модуль моделювання як файл *Sejm.GRD* – регулярна сітка висот, а потім, через дефолтні параметри, у тому числі і виразів (1) та (2) моделюється її мережа рельєфу через впровадження і обрахунок гідрологічного стоку по матриці ЦМР.

Координати центра водозбору, що замінюється на визначену точку як на гірло, встановлюємо засобами повноформатної ГІС *MapInfo Professional*, яка має бібліотеку географічних проекцій на будь-яку територію (спочатку необхідно зробити імпорт ЦМР із нашого ПЗ в середовище цієї ГІС). Далі в діалозі *Вибрати Точку Русла* натиснемо *OK* та помічаємо певний поперечний створ сухої балки, що відповідає частині річкового басейну, на яку в нас є всі ландшафтні дані, необхідні для розподіленого гідрологічного моделювання. Після цього знову вибираємо меню *Гідрологія* і натискаємо *Моделювати витрати під час весняної*

Рис. 2 – Зміст меню *Гідрологія* пакету моделювання *GIS-Module Ukrainian*Рис. 3 – Діалог-повідомлення *Вибрати Точку Русла*, який пояснює гідрологічне моделювання в даному ПЗ

повені. З'явиться діалог *Ввести параметри моделювання руслових витрат під час повеней* – це параметри оригінальної РГМ розрахунку руслових максимумів під час повеней. В нижній частині діалогу відбиваються відповідні характеристики змодельованих через відповідне визначення ПЕВ мережі і морфології рельєфу. Таким чином визначається водозбірна площа, яка задіяна в розрахунках. Ця площа F дорівнює $20,53 \text{ км}^2$. Сумарна довжина яружно-балкової мережі від витoku до обраного поперечного створу притоки Сейму $L = 31,8 \text{ км}$, а середньозважений похил $J = 0,01169$ (1,169%). Із відповідних інформаційних джерел маємо середні

показники *заболоченості* для басейна Сейму – 5% і *лісистості* – 15%. Залісення більшість рівномірно розподілено по цій площі. Є відомим і той факт, що хоч трохи значної зарегульованості ставками тут немає; заплава не широка, мало заболочена. Для точки з координатами центра басейну за емпіричними картами маємо висоту весняного стоку: $H_{вс} = 135 \text{ мм}$ (в діалозі моделювання цей показник визначається як $A_{вс}$ відповідно до формули А. Огієвського) t (тривалість стоку від сніготанення) = 5,5 доби (рис. 4).

Останнє, що треба зробити перед безпосереднім розрахунком руслових витрат, зробивши це для обґрунтування об'єктивності

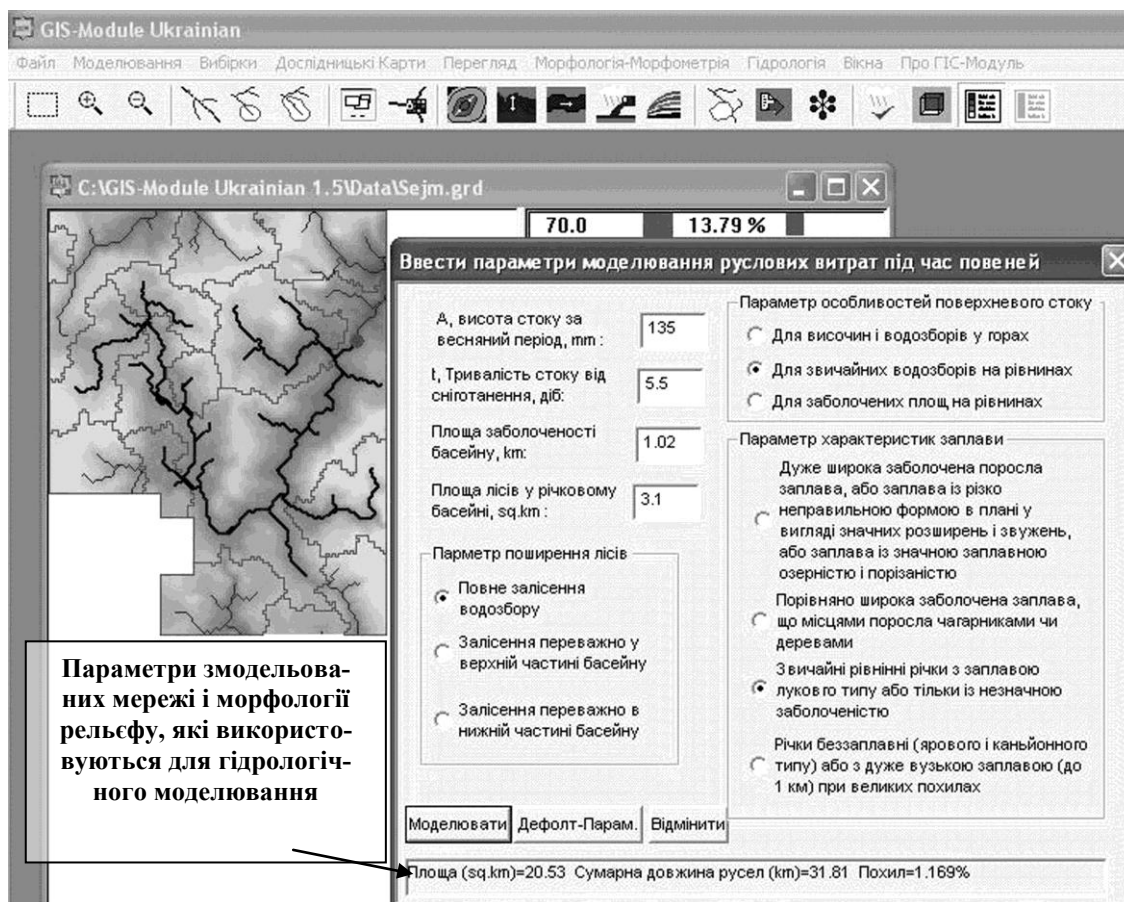


Рис. 4 – Діалог *Ввести параметри моделювання руслових витрат під час повеней* із параметрами відповідно розрахунку максимальних витрат в руслі сухої балки в басейні р. Сейм

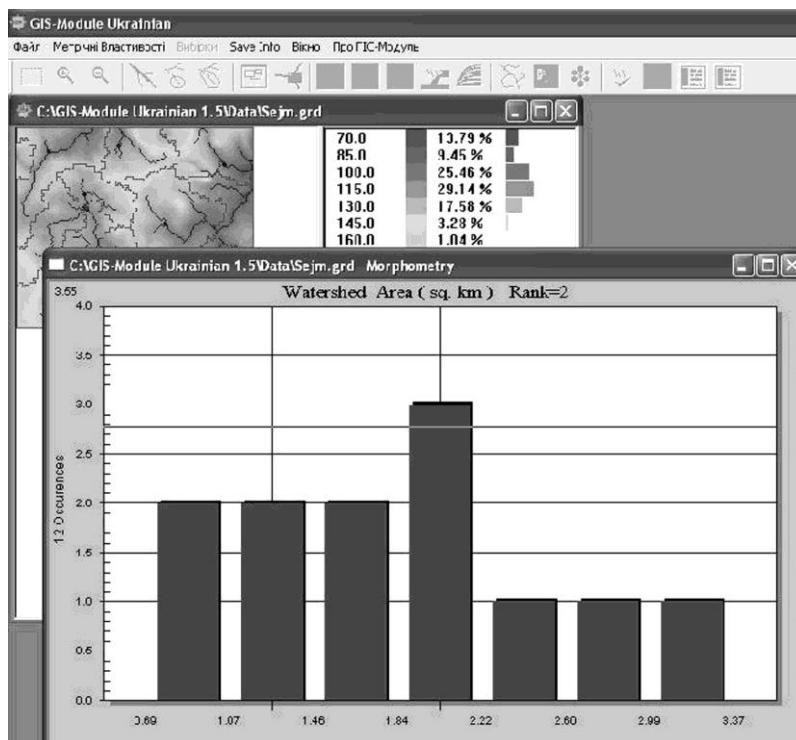


Рис. 5 – Розподіл площ субводозборів 2-го порядку у верхів'ях басейну р. Сейм

розподіленого моделювання – треба перевірити вірогідність редуційних залежностей між модулями максимальних весняних витрат (q_{MAX}) та величинами площ субводозборів (F) для водозбірної території, щодо якої обраховується витрата. Перевірка здійснюється засобом порівняння змодельованого статистичного розподілу площ із характерним рисунком ізоліній емпіричної карти параметрів H_{ec} і t . Для отримання розподілу площ звертаємося до опції головного меню *Морфологія-Морфометрія*, а потім – команди *Площа Водозбору*. В результаті одержуємо гістограму розподілу площ субводозборів 2-го порядку (рис. 5).

Результати порівняння даних, знятих з емпіричних карт параметрів H_{ec} і t на цю територію, із цим статистичним розподілом

площ підтверджують вірогідність регіональних редуційних залежностей $q_{MAX} = f(F)$. Отже, розрахунок максимальної весняної витрати в руслі сухої балки, який ми здійснюємо, натиснувши *Моделювати* в діалозі (див. рис. 4), можна вважати коректним, а витрата 1-2% забезпеченості дорівнює $18.1 \text{ м}^3/\text{сек}$ (рис. 6). Як додатковий розрахунок (через підключення відповідної *.DLL*) для забезпеченості в 3% обчислюємо *полегшену витрату*, чис значення через спрощений запис дорівнює: $Q_{m 3\%} = 18,1 \cdot 0,82 = 14,8 \text{ м}^3/\text{сек}$. Таким чином, ми змоделивали всі три характерних значення максимальних витрат для певного поперечного створу сухої балки – притоки русла р. Сейм.



Рис. 6 – Діалог-повідомлення результатів моделювання

ВИСНОВКИ

Розподілена гідрологічна модель водозбору дозволяє робити опис просторової варіації його гідролого-геоморфологічних характеристик, наприклад, характеристик весняного та зливового екстремального стоку в залежності від визначеного шаблону моделі та її конфігурації.

РГМ в аспекті моделювання через ГІС-засоби передбачає таку модельну конструкцію, яка впроваджує детерміністсько-ймовірнісний розподіл розрахованих величин поверхневого стоку та руслових витрат як дискретно по чарунках ЦМР водозбору, так і через створення єдиної континуальної сутності модельних показників для всього географічного простору певного водозбірного

басейну. Принциповою умовою успішності впровадження розподіленого гідрологічного моделювання є вибір ефективних алгоритмів гідрологічного стоку за цифровою моделлю рельєфу, зокрема – алгоритмів, які забезпечують зрозумілу локалізацію концентрації стоку (утворення русел) і окреслюють площу елементарного водозбірного басейну.

Крім реалізації вказаної умови функціональності та графічний інтерфейс користувача ПЗ для розподіленого гідрологічного моделювання мають (і це подається на відповідних ілюстраціях до статті) забезпечувати на вході моделі низку ключових ландшафтних чинників, які б адекватно описували докільця даного водозбірного басейну.

ЛІТЕРАТУРА

1. Костріков С. В. Автоматизований розрахунок за допомогою модуля-додатка ГІС руслових максимумів від талих вод./ С. В. Костріков // Вісник ХНУ. – 2002. – № 563: Геологія – Географія – Екологія. – С. 205-211.
2. Костріков С. В. Реалізація розподіленої гідрологічної моделі руслових витрат від дощових паводків у річковому басейні./ С. В. Костріков. // Людина і довкілля. 2002. Вип. 4. – Х.: Видавництво ХНУ, 2003. – С. 77-81.
3. Geographic information system modules and distributed models of the watershed: the 10th Anniversary Report / Ed. P. DeBarry. – The ASCE Task Committee on GIS Modules. – Reston, Virginia, 2009 – 135 p.
4. Костріков С. В. Гідролого-геоморфологічний підхід до дослідження водозбірної організації флювіального рельєфу./ С. В. Костріков. // Український географічний журнал. – 2006. – № 3 – С. 46-54.
5. Костріков С. В. Визначення само організаційних властивостей флювіального рельєфу через фрактальні характеристики гідрологічного режиму водозбору / Костріков С.В., Пересадько В.А.// Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2011.- № 3-4. – С. 13-23.
6. Kostrikov S. GIS-Module Ukrainian – Watershed Modeling Software for Environmental Research Purposes / С.В. Костріков // Часопис соціально-економічної географії. – Вип. 10 (1) – Х.: Видавництво ХНУ, 2011. – С. 58-64.
7. Gallant J. C. TAPES-G: a grid-based terrain analysis program for the environmental sciences. / J. C. Gallant, J. P. Wilson. // Computers and Geosciences. – 1999. – Vol. 22. – 713-722.
8. Костріков С. В. Атрибутивні дані для ГІС і визначення морфолого-морфометричних атрибутів флювіального рельєфу. С. В. Костріков. // Геоінформатика. – 2004. – № 4. – С. 70-77.
9. Костріков С. В. Цифрові моделі місцевості і три напрямки в геоінформаційному моделюванні водозборів./ С. В. Костріков. // Людина і довкілля. 2002. Вип. 3. – Х.: Видавництво ХНУ, 2002. – С.49-54.
10. Костріков С. В. Морфологія рельєфу як керуюча ланка гідролого-геоморфологічного процесу на водозборі / С. В. Костріков, І. Г. Черваньов // Фізична географія та геоморфологія: міжвідомчий науковий збірник. – К., 2009. – Вип. 56. – С. 67-74.
11. Freeman G. T. Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid. / G. T. Freeman // Computers and Geosciences. – 1991. – Vol. 17. – P. 413-422.
12. Moore I. D. Terrain analysis programs for the environmental sciences. / I. D. Moore. // Agricultural systems and information technology. – 1992. – Vol. 2. – P. 37-41.

Надійшла до редколегії 29.02.2012

УДК 911

А. В. ХОЛОПЦЕВ, д-р геогр. наук, доц., **А. А. ШИДЛОВСКАЯ**
Севастопольский национальный технический университет

ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕМПЕРАТУР АКВАТОРИЙ ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ И ТИХОГО ОКЕАНА

Показано, что, в современный период потепления климата, изменения поверхностных температур акваторий тропической зоны Тихого океана, способны вызывать аналогичные изменения в тропической зоне Южной Атлантики, запаздывающие по отношению к ним на 16 лет. Данный процесс может привести к значительным климатическим изменениям в исследуемом регионе. В свою очередь, это может повлиять на региональные или даже глобальные климатические процессы в климатической системе планеты.

Ключевые слова: Глобальный тепловой океанический конвейер, изменение поверхностных температур, Атлантический и Тихий океан, статистическая связь, корреляционный анализ

Холопцев О. В., Шидловська О. О. ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЗМІНАМИ ПОВЕРХНЕВИХ ТЕМПЕРАТУР АКВАТОРІЙ ТРОПІЧНОЇ ЗОНИ ПІВДЕННОЇ АТ- ЛАНТИКИ ТА ТИХОГО ОКЕАНУ

Показано, що в сучасний період потепління клімату зміни поверхневих температур акваторій тропічної зони Тихого океану, здатні викликати аналогічні зміни в тропічній зоні Південної Атлантики, запізнити по відношенню до них на 16 років. Цей процес може призвести до значних кліматичних змін у регіоні, що досліджується. В свою чергу, все це може вплинути на регіональні або навіть глобальні кліматичні процеси в кліматичній системі планети.

Ключові слова: Глобальний тепловой океанічний конвеєр, зміна поверхневих температур, Атлантичний і Тихий океан, статистичний зв'язок, кореляційний аналіз

@ Холопцев А. В., Шидловская А. А., 2012

Holoptsev A., Shidlovsky A. FEATURES OF STATISTICAL RELATIONSHIP BETWEEN CHANGES IN SURFACE TEMPERATURE OF THE TROPICAL ZONE WATER AREA SOUTH ATLANTIC AND PACIFIC

During current period of climate warming changes in surface temperatures of waters tropical Pacific can cause similar changes in the tropical South Atlantic, delayed with respect to them for 16 years. This process can lead to significant climate changes in the study region. In the end, this process can affect the regional or even global climate in the climate system of the planet.

Keywords: Global oceanic heat conveyor, the change of surface temperature, the Atlantic and Pacific Ocean, the statistical nexus, the correlation analysis

ВВЕДЕНИЕ

Поток тепла, поступающий в Северную Атлантику с водами северных ветвей Южно-Пассатного течения, является одним из значимых факторов временной изменчивости распределения ее поверхностных температур, а также поля атмосферного давления, скорости ветра и других метеопараметров над многими регионами Северного полушария. Поэтому совершенствованием методик сверхдолгосрочного прогнозирования его изменений является актуальной проблемой физической географии.

Поскольку недостаточная изученность закономерностей рассматриваемого процесса пока не позволяет разработать достаточно точные его физические модели, при его моделировании и прогнозировании ныне могут быть использованы лишь те или иные статистические методы [1].

Как известно [2, 3], оправдываемость прогнозов природных процессов, основанных на подобных методах, во многом определяется адекватностью учета особенностей наиболее существенных факторов в используемых для их разработки моделях. Поэтому изучение характеристик статистических связей изменений изучаемого потока, а также его важнейших факторов представляет значительный теоретический и практический интерес.

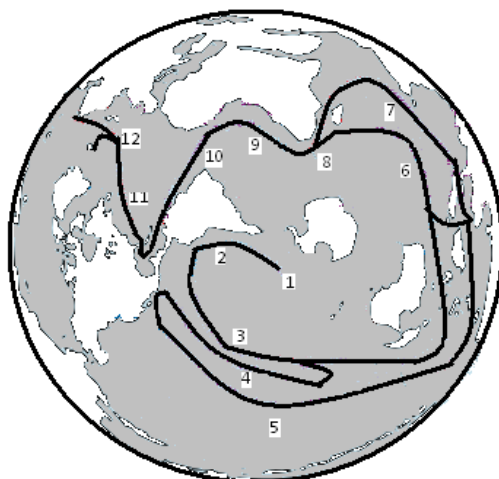
Исследования пространственно-временной изменчивости поверхностных температур в тропической зоне Атлантического океана начались в 1749 г. Г. Эллисом, сделавшим первые измерения температуры на различных глубинах океана. Они были повторены Дж. Куком (1772 г.), О. Соссюром (1780 г.), И. Ф. Крузенштерном (1803 г.) и др. [4]. Особое место занимают наблюдения Крузенштерна во время первой русской кругосветной экспедиции (1803-1806 гг.) [5]. Наиболее существенным вкладом в развитие современных представлений об этом процессе явились работы [6-8].

Наличие причинной связи между изменениями распределения поверхностных температур акваторий в тропических зонах Атлантического, Индийского и Тихого океанов, обусловленной существованием Глобального теплового океанического конвейера (далее ГТОК), впервые установил С. С. Лаппо [9]. Упрощенная схема поверхностных течений, участвующих в образовании ГТОК, приведена на рисунке 1.

Поток тепла (рис.1), приносимый в Северную Атлантику водами ветвей ее Южно-Пассатного течения (10), лишь частично формируется в результате поглощения солнечной радиации и обратного теплового излучения атмосферы (поток которого зависит от характеристик парникового эффекта) поверхностным слоем соответствующих акваторий ее тропической зоны. Ощутимыми являются также вклады в него потоков тепла, приносимых из Северной Атлантики Гвинейским течением, а также из Южной Атлантики Бенгельским течением (9). Последнее образуется при слиянии вод соответствующей северной струи течения Западных ветров и течения Мыса Игольного (8), приносящего в Атлантику воды Индийского океана.

Течение Мыса Игольного (8) является западной ветвью течения Агульяс, формирующегося при слиянии струй Мозамбикского и Мадагаскарского течений, несущих на юг, из западного сектора тропической зоны Индийского океана воды, доставляемые в него Южно-Пассатным течением Индийского океана (6) и Муссонным течением (7). Упомянутые течения зарождаются в восточной части Индийского океана, с участием вод Тихого океана, проникающих сюда через Трессов и другие проливы из его теплого тропического бассейна (далее ТТБ).

В ТТБ тепло приносят два мощнейших водных потока Тихого океана – его Северо-Пассатное (5) и Южно-Пассатное (3) течения. Существенно влияет на распределение



1 – Течение Западных ветров, 2 – Перуанское течение, 3 – Южно-Пассатное течение Тихого океана, 4 – Межпассатное противотечение, 5 – Северо-Пассатное течение Тихого океана, 6 – Южно-Пассатное течение Индийского океана, 7 – Муссонное течение, 8 – течение Мыса Игольного (Агульяс), 9 – Бенгельское течение, 10 – Южно-Пассатное течение Атлантики, 11 – Гольфстрим, 12 – Северо-Атлантическое течение

Рис. 1 – Упрощенная схема важнейших поверхностных течений, участвующих в образовании ГТОК, согласно [10]

поверхностных температур в тропической зоне Тихого океана также Межпассатное притивотечение (4), уносящее воды ТТБ вдоль экватора на восток к берегам Серной Америки.

Главную роль в образовании Южно-Пассатного течения Тихого океана играют Перуанские течения (океаническое, прибрежное, а также течение Гюнтера) (2), образуемые соответствующей северной ветвью течения Западных ветров (1).

Многие важнейшие особенности перечисленных течений описаны в работах [10-13]. В тоже время такие их особенности, как время распространения термических аномалий от Тихоокеанских звеньев ГТОК в тропическую зону Атлантики, ныне изучены недостаточно. Учет упомянутых особенностей при моделировании изменений потока

тепла, поступающего в Северную Атлантику с водами Южно-Пассатного течения (10) позволил бы существенно повысить эффективность их прогнозирования. Учитывая это, как объект исследования рассматривалась пространственно-временная изменчивость поверхностных температур в тропических зонах Атлантического и Тихого океанов.

Предметом исследования являлись особенности статистической связи между изменениями поверхностных температур акваторий тропической зоны Южной Атлантики и Тихого океана.

Целью исследования является оценка времен, за которые термические аномалии, сформировавшиеся в различных частях тропической зоны Тихого океана, достигают тропической зоны Южной Атлантики.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Для достижения указанной цели осуществлен корреляционный анализ связей между изменениями характеристик распределений поверхностных температур в тропической зоне Южной Атлантики, а также различных секторах тропической зоны Тихого океана. При этом рассчитывались значения коэффициента корреляции между всеми возможными фрагментами времен-

ных рядов изучаемых процессов, соответствующих отрезкам времени продолжительностью 22 года, при условии, что фрагменты рядов характеризующих изменения ТПО в Тихом океане опережали сопоставляемый с ними фрагмент ряда ТПО Атлантики на 0-20 лет. Вычисленные значения коэффициента корреляции сопоставлялись с соответствующим 95% - порогом достовер-

ной корреляции по критерию Стьюдента. При его превышении принималось решение о наличии значимой статистической связи между сопоставляемыми процессами, вероятность адекватности которого составляет не менее 0.95. Значение упомянутого порога, рассчитанное по методике [1], с учетом числа степеней свободы сопоставляемых временных рядов, составляет 0.42.

Как известно, основная часть акватории тропической зоны Атлантики, через которую несут свои воды струи Южно-Пассатного течения, которые, в конечном счете, поступают в Карибское море, заключена между параллелями $5^{\circ}\text{N}-20^{\circ}\text{S}$, а также меридианами $30^{\circ}\text{W}-10^{\circ}\text{E}$. Информация об изменениях средних значений аномалий среднемесячных температур поверхности указанной акваторий, рассматриваемых как

глобальный климатический индекс (ГКИ) TSA, представлена в [14]. Она упорядочена в виде временных рядов этих ГКИ, содержащих данные за период с января 1950 по декабрь 2010 года.

Учитывая упомянутые выше особенности циркуляции вод тропической зоны Тихого океана, наибольший интерес представляют связи изучаемого процесса с изменениями ГКИ, характеризующих средних значений среднегодовых температур ее секторов, границы которых показаны в таблице 1. Информация об изменениях всех перечисленных ГКИ в таблице 1, а также TSA приведена в [14]. Воспользовавшись их значениями, относящимися к одному и тому же году, рассчитаны их среднегодовые значения, соответствующие периоду с 1950 по 2010 гг.

Таблица 1

Координаты границ рассматриваемых секторов тропической зоны Тихого океана, согласно [15]

№	Расположение акватории	ГКИ	Границы по широте	Границы по долготе
1	Восточный сектор тропической зоны Южной Пасифики	Nino1+2	$0^{\circ} - 10^{\circ}\text{S}$	$90^{\circ} - 60^{\circ}\text{W}$
2	Восточная часть центрального сектора приэкваториальной зоны	Nino3	$5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$	$90^{\circ} - 150^{\circ}\text{W}$
3	Западный сектор приэкваториальной зоны	Nino4	$5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$	$160^{\circ}\text{E} - 150^{\circ}\text{W}$
4	Западная часть центрального сектора приэкваториальной зоны	Nino3-4	$5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$	$120^{\circ} - 170^{\circ}\text{W}$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В соответствии с изложенной методикой выполнен корреляционный анализ связей между различными фрагментами временного ряда среднегодовых значений TSA и опережающих их на 0-22 года фрагментами временных рядов среднегодовых значений ГКИ Nino1+2, Nino3, Nino4 и Nino3-4.

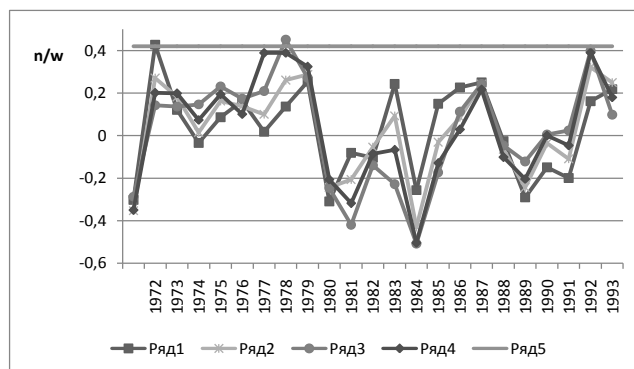
Установлено, что за период современного потепления климата характер статистических связей между рассматриваемыми процессами существенно изменился.

В качестве примера, на рисунке 2 приведены взаимно корреляционные функции рассматриваемых процессов, соответствующие двум различным фрагментам временного ряда TSA.

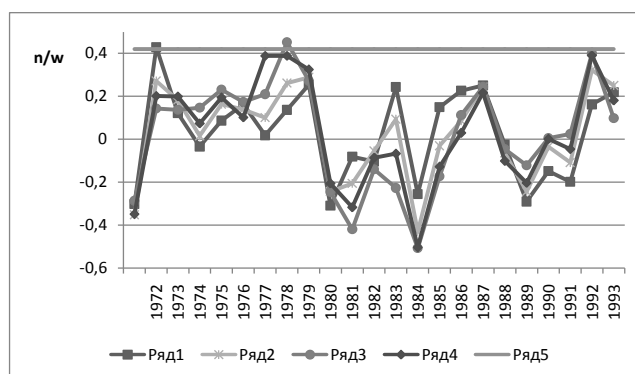
Как видно из рисунка 2 а, в начале периода современного потепления климата (с 1972 по 1993 гг.) значимой положительной корреляции между изменениями среднегодовых значений TSA, а также Nino1+2, Nino3,

Nino4 и Nino3-4 практически не наблюдалось. При этом, как следует из рисунка 2 б, в период с 1989 по 2010 гг., вывод о наличии связи между ними (за исключением Nino1+2), при опережении 16-17 лет, может быть адекватным с вероятностью не менее 0.95.

Для других значений опережения, значимой корреляции между рассматриваемыми процессами не выявлено. Это позволяет предполагать, что за период современного потепления климата статистическая связь между изучаемыми процессами усилилась. Для проверки этого предположения построены зависимости от года начала рассматриваемых фрагментов временного ряда среднегодовых значений TSA значений коэффициента их корреляции с опережающими их на 16 лет фрагментами временных рядов Nino1+2, Nino3, Nino4 и Nino3-4, которые представлены на рис. 3.



а)



б)

Рис. 2 – Взаимнокорреляционные функции фрагментов временных рядов TSA с 1972 по 1993 гг. (а) и с 1989 по 2010 (б), а также ГКИ Niño1+2 (ряд 1), Niño3 (ряд 2), Niño4 (ряд 3) и Niño3-4 (ряд 4), 95% порог (ряд 5)

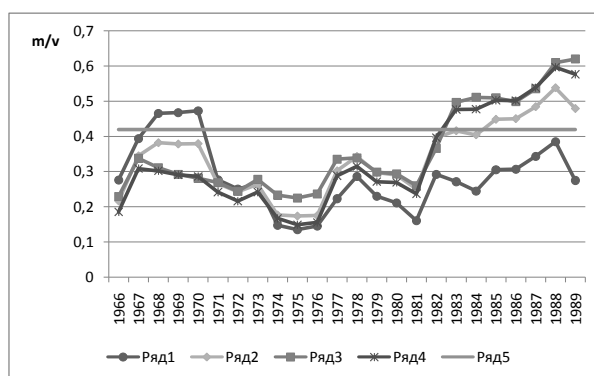


Рис. 3 – Зависимости от года начала фрагмента ряда TSA коэффициента его корреляции с фрагментами рядов ГКИ Niño1+2 (ряд 1), Niño3 (ряд 2), Niño4 (ряд 3) и Niño3-4 (ряд 4), 95% порог (ряд 5), опережающими его на 16 лет (с 1966 по 1989 гг.)

Из рисунка 3 следует, что за период современного потепления климата (за начало которого условно можно принять 1976 г.), статистическая связь между рассматриваемыми процессами усиливалась. При этом связь с Nino4 и Nino3-4 стала значимой уже с 1983 г., а с Nino3 с 1985 года. Значения коэффициента корреляции изменений среднегодовых значений TSA и Nino1+2 при этом

также возрастали, но выбранного уровня значимости не достигли.

Это позволяет сделать статистический вывод, согласно которому распространения термических аномалий из тропической зоны Тихого океана в тропическую зону Южной Атлантики стало возможным после 1983 года, а время, за которое они преодолевают соответствующий путь, составляет 16 лет

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученный результат оставляет открытым вопрос о причинах усиления статистической связи между изменениями среднегодовых значений поверхностных температур рассматриваемой акватории тропической Атлантики, а также изучаемых акваторий Тихого океана. Для ответа на него следует учесть, что через указанные акватории проходят Южно-Пассатное течение Атлантики, а также Южно-Пассатное, Северо-Пассатное и Межпассатное течения Тихого океана. При этом, учитывая схему поверхностных течений, представленную на рис. 1, понятно, что причиной данного явления может быть изменение характеристик течений, по которым термические аномалии из Тихого океана способны попасть в тропическую зону Атлантики.

Сравнительный анализ изменений аномалий среднегодовых температур поверхно-

стей акваторий, через которые возможно распространение таких аномалий, проводившийся по данным [14], показал, что наиболее существенно изменились характеристики акваторий, через которые проходят северная ветвь течения Западных ветров и течения Мыса Игольного.

Расположение границ упомянутых акваторий показано в табл. 2.

Как следует из таблицы 2, через упомянутые акватории проходят основные части водных потоков, переносимых данными поверхностными течениями.

Зависимости от года начала скользящего окна длиной 10 лет усредненных по нему аномалий среднегодовых температур указанных акваторий, а также акватории, для которой рассчитывается значение TSA представлены на рисунке 4.

Таблица 2

Координаты границ рассматриваемых акваторий Южной Атлантики

№	Расположение акватории	Границы по широте	Границы по долготе
1	Северная ветвь течения Западных ветров	40°S-50°S	0°E – 20°E
2	Течение Мыса Игольного	35°S-40°S	15°E-25°E

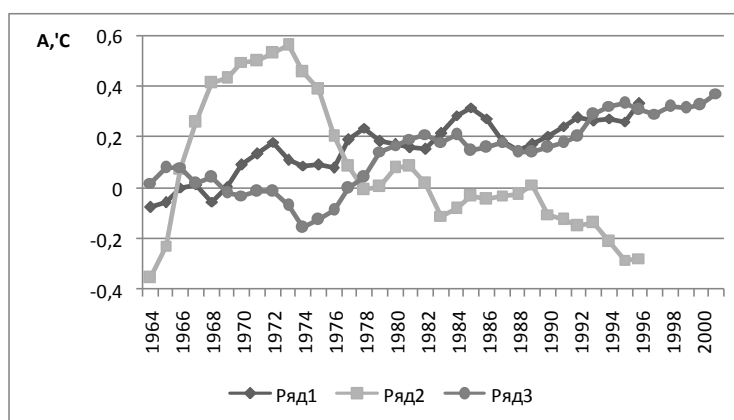


Рис. 4 – Изменения усредненных в скользящем окне длиной 10 лет аномалий среднегодовых температур поверхности акваторий Атлантического океана, через которые проходят течение Мыса Игольного (ряд 1), северная периферия течения Западных ветров (ряд 2), а также Южно-Пассатное течение Атлантики (ряд 3)

Из анализа рисунка 4 следует, что за период после 1964 года соотношение между изменениями аномалий поверхностных температур рассматриваемых акваторий существенно изменилось.

В скользящих окнах, начинающихся до 1974 г., поверхностные температуры акваторий, расположенных на северной периферии течения Западных ветров, а также в зоне течения Мыса Игольного возрастали. При этом изменения поверхностных температур в зоне Южно-Пассатного течения от этих процессов практически не зависели. В период после 1975 года в зоне северной периферии течения Западных ветров среднегодовые температуры устойчиво снижаются, а в зоне течения Мыса Игольного, по-прежнему, увеличиваются.

Вследствие зависимости плотности морской воды от ее температуры этот процесс приводил к тому, что до 1974 г. значения плотностей вод, переносимых обоими течениями, снижались. В последующий период плотность вод течения мыса Игольного по-прежнему снижалась, а вод течения Западных ветров возрастала. Результатом этого было значительное присутствие до 1974

года вод течения Западных ветров в поверхностном слое акваторий, через которые проходит Бенгельское течение, а также сравнительно низкие значения их поверхностных температур. После 1974 года при слиянии вод рассматриваемых течений в поверхностный слой акваторий в зоне Бенгельского течения поступало все больше воды течения Мыса Игольного и все меньше более плотных вод течения Западных ветров. В итоге температура вод на поверхности Бенгельского течения повышалась, а их плотность снижалась, что привело к изменению соотношения между указанными характеристиками этого течения, а также Гвинейского течения в поверхностном слое акваторий, расположенных в зоне образования Южно-Пассатного течения Атлантики.

Расположение границ упомянутых акваторий показано в таблице 3.

Из данных таблицы 3 следует, что через упомянутые акватории проходят большие части потоков вод, переносимых изучаемыми поверхностными течениями. Результат изменения соотношений между характеристиками указанных течений представлен на рисунке 5,

Таблица 3

Координаты границ рассматриваемых акваторий Атлантики

№	Расположение акватории	Границы по широте	Границы по долготе
1	Бенгельское течение	30°S-35°S	10°E- 15°E
2	Гвинейское течение	0°N- 5°N	5°W- 10°W

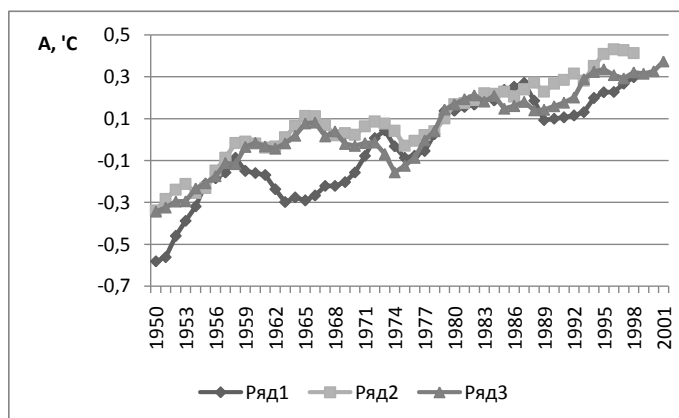


Рис. 5 – Изменения усредненных в скользящем окне длиной 10 лет аномалий среднегодовых температур поверхности Атлантического океана в зоне Бенгельского течения (ряд 1), Гвинейского течения (ряд 2), а также Южно-Пассатного течения Атлантики (ряд 3)

где отображены зависимости от года начала скользящего окна длиной 10 лет усредненных по нему аномалий их среднегодовых температур, а также TSA.

Из рисунка 5 нетрудно заметить, что в период до 1975 года изменения аномалий среднегодовых значений TSA (Южно-Пассатное течение) практически не зависели от изменений аномалий среднегодовых температур в области Бенгельского течения, полностью определяясь изменениями характеристик Гвинейского течения. В последующий период связь изменений TSA и поверхностных температур вод, переносимых Бенгельским течением ощутимо усилилось. Последний вывод вполне соответствует представлениям о том, что плотность вод Бенгельского течения в данное время монотонно снижалась, как результат потепления вод мыса Игольного.

Анализ изменения усредненных аномалий среднегодовых температур поверхности акваторий Атлантического океана (рис. 4 и 5) свидетельствует о том, что в период до 1975 года путь, по которому изменения температур приповерхностного слоя вод из тропической зоны Тихого океана, могли бы достигать тропической зоны Южной Атлантики, был фактически перекрыт водами не слишком холодного и плотного течения Западных ветров. В последующий период произошедшее потепление климата привело к увеличению объемов талых вод, поступающих из антарк-

тического сегмента криосферы в поверхностный слой акваторий, расположенных на северной периферии течения Западных ветров. Это привело к ощутимому понижению среднегодовых температур поверхностного слоя подобных акваторий, а также похолоданию вод, уносимых к экватору северными струями течения Западных ветров, а далее – Южно-Пассатного течения Тихого океана. Подтверждением этого может служить рисунок 6, на котором приведены зависимости от года начала скользящего окна длиной 22 года усредненных по нему аномалий среднегодовых температур поверхности Тихого океана в областях, по которым вычисляются значения Nino1+2, Nino3, Nino4 и Nino3-4. Похолодание в поверхностном слое Тихого океана в период после 1977 года отмечается в акваториях его тропической зоны, по которым рассчитываются Nino1+2, Nino3 и Nino3-4. Об отсутствии явно выраженного похолодания в этот период можно говорить лишь для ТТБ, характеристикой которого является Nino4 (да и здесь это явление фиксируется на отрезках времени после 1987 года).

Учитывая то, что изменения поверхностных температур по системе течений ГКОК из Тихого океана за 16 лет достигают тропической зоны Атлантического океана, представляется вероятным, что снижение среднегодовых температур в этой зоне будет выявлено на отрезке времени 2002 - 2023 гг.

ВЫВОДЫ

1. В современный период изменения поверхностных температур акваторий тропической зоны Тихого океана, способны вызывать аналогичные изменения в тропической зоне Южной Атлантики, запаздывающие по отношению к ним на 16 лет.

2. Это стало возможным после 1983 года, когда потепление глобального климата привело к достаточному похолоданию вод северной периферии течения Западных ветров и открыло путь водам течения Мыса Игольного в по-

верхностный слой Бенгельского течения, и далее, Южно-Пассатного течения Атлантики.

3. Вследствие выявленного запаздывания снижение усредненных за 22 года среднегодовых температур в теплом тропическом бассейне Тихого океана должно привести к снижению аналогичных характеристик потока тепла, поступающего из Южной Атлантики в Северную, что может вызвать ощутимые климатические изменения в данном регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рао С. Р. Линейные статистические методы и их применения / С. Р. Рао. – М.: Наука, 1968. – 376 с.
 2. Проблемы географического прогноза / Под ред. Белоусова И. И., Марчукова В. Г. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 100 с.
 3. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс. / Пер. с англ. Л. Левшина; под ред. Писаренко В. Ф. – М.: Мир, 1974. – 197 с.

4. Жуков Л. А. Общая океанология / Л. А. Жуков. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 376 с.
 5. Крузенштерн И. Ф. Путешествие вокруг света в 1803, 1804, 1805 и 1806 годах на кораблях «Надежда» и «Нева». / И. Ф. Крузенштерн. – М.: Дрофа, 2007. – 589 с.
 6. Полонский А. Б. Роль океана в изменениях климата / А. Б. Полонский. – К.: Наукова думка, 2008. – 184 с.

7. Бурков В. А. Гидрологическая характеристика Атлантического океана / В. А. Бурков. – М.: Наука, 1982. – 560 с.

8. Bigg G. R. The role of the Oceans in Climate / G. R. Bigg, T. D. Jickells, P. S. Liss, T. J. Osborn. // Int. J. of Climatology. – 2003. – V 23, №10. – P. 1127-1160.

9. Лаппо С. С. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан- атмосфера и энерго- активные области Мирового океана / С. С. Лаппо – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 336 с.

10. Анисимов М. В. Глобальный океанический конвейер / М. В. Анисимов, Ю. А. Иванов, М. М. Субботина // Океанология. – 2002. – т.45, №5. – С. 645-649.

11. Martin V. Power of pull / V. Martin. // Nature. – 2007. – V. 447. – P. 383.

12. Penland C. Prediction of tropical Atlantic sea surface temperatures using Linear Inverse Modeling / C. Penland, L. Matrosova. // J. Climate. – 1998. – March. – P. 483-496.

13. Ozier M. S. Deconstructing the Conveyor Belt / M. S. Ozier. // Science. – 2010. –V. 328. – P. 1507–1511.

14. <http://www.noaa.gov> - сайт Национальной администрации по океану и атмосфере.

15. Bell G. D. Assessment for 1998 / G. D. Bell, M. S. Halpert, C. F. Ropelewski, V. E. Kousky, A. V. Douglas, R. C. Schnell, M. E. Gelman // Bull. Am. Meteorol. Soc. – 1999. – Vol.80, Issue 5. – P. 1-48.

Надійшла до редколегії 12.01.2012

УДК 551.242.122

О. Р. АНДРИАНОВА, канд. геогр. наук

Отделение гидроакустики Морского гидрофизического института Национальной академии наук Украины, г. Одесса

КОЛЕБАНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ УРОВНЯ МОРЯ В ОДЕССЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 ЛЕТ

Исследованы колебания уровня Черного моря по рядам среднегодовых и среднемесячных высот его на станции Одесса–порт за весь период наблюдений с 1875 г. и проведено сравнение их с изменениями за последние 50 лет (1960-2010гг.). Показан волновой характер его изменчивости с амплитудой 9-10 см и периодом 3-4 года на фоне тенденции поднятия уровня, сменяющейся со второй половины 90-х годов на понижение с 491 см в 1994г. до 481 см – в 2007г. Оценена амплитуда сезонных колебаний уровня моря в Одессе (13-20 см) и выявлено появление двух экстремумов в 50% случаев. Согласованность появления годов максимальных высот уровня в Черном море с годами Эль-Ниньо свидетельствует о существовании в Мировом океане единых процессов. Аномально высокие значения уровня на станции Одесса–порт в 2010 году подтверждают связь с явлением Эль-Ниньо, произошедшим зимой 2009-2010 гг.

Ключевые слова: уровень, тенденции, сезонный ход, амплитуда, период, экстремумы, Черное море

Андрианова О. Р. КОЛИВАННЯ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РІВНЯ МОРЯ В ОДЕСІ ЗА ОСТАННІ 50 РОКІВ

Досліджено коливання рівня Чорного моря по рядах середньорічних та середньомісячних висот його на станції Одеса-порт за весь період спостережень з 1875 р. і проведено порівняння їх зі змінами за останні 50 років (1960-2010рр.). Показано хвильової характер його мінливості з амплітудою 9-10 см та періодом 3-4 роки на тлі тенденції підняття рівня, яка змінюється з другої половини 90-х років на зниження з 491 см в 1994р. до 481 см - у 2007р. Оцінено амплітуду сезонних коливань рівня моря в Одесі (13-20 см) та встановлена поява двох екстремумів у 50% випадків. Узгодженість появи років максимальних висот рівня в Чорному морі з роками Ель-Ніньо свідчить про існування в Світовому океані єдиних процесів. Аномально високі значення рівня на станції Одеса-порт у 2010 році підтверджують зв'язок з явищем Ель-Ніньо, що сталося взимку 2009-2010 рр.

Ключові слова: рівень, тенденції, сезонний хід, амплітуда, період, екстремуми, Чорне море

Andrianova O. R. THE FLUCTUATIONS AND TRENDS IN ODESSA SEA LEVEL DURING THE LAST 50 YEARS

The oscillations of the Black Sea level by the average annual and monthly values on the stations of the Odessa-port for the entire observation period from 1875 was researched and compared with changes in the last 50 years (1960 and 2010.). The wave nature of the sea level variability with amplitude of 9-10 cm and period of 3-4 years was shown on background trends to rise. The change of the trends on the fall has happened in the second half of the 90s (from 491 cm in 1994 to 481 cm - in 2007). The amplitude of the seasonal sea level fluctuations in Odessa was estimated (13-20 cm) and was detected the appearance of two extremes in 50% of cases. The correspondence of the maximum in sea level of the Black Sea with the years of El Niño indicates the existence in the World ocean of common processes. The abnormally high value of the sea level on the Odessa-port station in 2010 was confirmed the connection with the El Niño in winter 2009-2010.

Keywords: sea level, trend, seasonal variation, amplitude, period, extremes, the Black Sea

ВВЕДЕНИЕ

Изучение колебаний уровня моря, как в региональном, так и в глобальном масштабах, имеет большое научное и прикладное значение [1]. Изменения уровня Мирового океана тесно связаны с изменением геофизических процессов на поверхности нашей планеты и служат как бы интегральным показателем этих изменений. Можно рассматривать изменение уровня океана как отклик на воздействие различных факторов. К примеру, повышение уровня Мирового океана свидетельствует о таянии ледников Антарктиды, Гренландии, льдов полярного бассейна и потеплении климата Земли. Сравнение колебаний уровня моря на побережьях различных континентов позволяет оценивать их вертикальные перемещения. Анализ колебаний уровня моря в Одессе, например, дал возможность оценить харак-

тер и величины опускания прибрежной суши [2]. При всех особенностях изменений уровня Мирового океана в XX веке выделена общая тенденция к его подъему от +0,6 до +1,9 мм в год [3, 4].

Целью работы является исследование колебаний уровня моря по рядам среднегодовых и среднемесячных высот его на станции Одесса – порт, выделение тенденций в отдельные периоды времени и сравнение их с изменениями за последние 50 лет (1960-2010гг.).

Учитывая изложенное, очевидна важность знания о колебаниях уровня моря в Одесском регионе при решении ряда прикладных задач, в частности, при проведении различного рода гидротехнических мероприятий на побережьях и т.п.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Регулярные наблюдения на уровненом посту Одесса-порт велись с 1875 года. Нами анализируются данные по среднемесячным значениям уровня с 1960 по 2010 годы [5], а по среднегодовым – 1875-2010 гг. Пост расположен на акватории порта, в северо-западной части моря – Одесском заливе. Залив вдается в сушу на 4,5 км и ограничен мысами Ланжерон и Северный Одесский.

Ширина залива у входа 9 км. Наблюдения над уровнем производятся по уровненой рейке и самописцу, установленным в голове Карантинного мола порта. Глубина в месте измерения 3,5 м.

Указанные данные обработаны с использованием стандартных статистических подходов, пригодных для анализа многомерных пространственно-временных данных [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализируя межгодовой ход среднегодовых высот уровня моря в Одессе за указанное время (рис.1), отметим, что в его колебаниях, в сравнении с предыдущим периодом наблюдений [2, 7], произошли заметные изменения. Так, если с начала наблюдений над уровнем моря в Одессе (1875г.) до конца 50-х годов XX столетия наблюдался довольно заметный и относительно равномерный рост его, обусловленный опусканием суши (рис.1) [2] со скоростью равной примерно 0,5 см/год (в соответствии с уравнением регрессии), то за последние 50 лет, возможно в связи со строительством прибрежного берегозащитного волнолома или с произошедшими изменениями в тектонических процессах, этого явления почти не наблюдалось. Рост уровня, судя по приведенному на рисунке тренду (рис.1), за рассматриваемый период составил менее 0,2 см/год, что близко к общему росту

уровня большинства станций Черного моря и Мирового океана.

Представилось интересным обратить также внимание на годы с максимально высокими значениями среднегодовых высот уровня моря в Одессе, которые хорошо видны на графике (рис.1) по сглаженным 5-летним осреднением данным (они квазисинхронны и на других черноморских и ряде океанских станций) и наблюдались в среднем примерно через 10-12 лет (в 1881, 1888, 1899-1902, 1915, 1924-25, 1939-1942, 1957-58, 1968, 1972, 1980, 1997-99, 2002, 2010гг.).

Таких годов за период наблюдений выявлено 13 (рис.1). Годы с минимально низкими значениями высот уровня моря наблюдались естественно между годами максимумов. Отклонения высот уровня моря в годы с экстремумами от средних многолетних составляли 8-14 см. Природа появления выше-

упомянутых резких подъемов и опусканий в колебаниях уровня моря в Одессе нами предположительно связывается с существованием подобных проявлений в колебаниях уровня Мирового океана. В частности, это хорошо видно на ряде экваториальных станций Тихоокеанского побережья Америки (явления Эль-Ниньо – Ла-Ниньо). Согласно литературным данным [8] годы с Эль-Ниньо на восточном побережье Тихого океана наблю-

дались в 1877-78, 1884, 1891, 1899, 1911-12, 1918, 1925-26, 1939-41, 1957-58, 1965-1966, 1972, 1976, 1982-83, 1986-87, 1997, 2002-03, 2009-10 гг. Выполненное сравнение годов Эль-Ниньо в Тихом океане с годами максимальных высот уровня моря в Одессе и на ряде других станций Черного моря показало их согласованность, хотя синхронного повторения не наблюдалось. Различия между пиками в основном

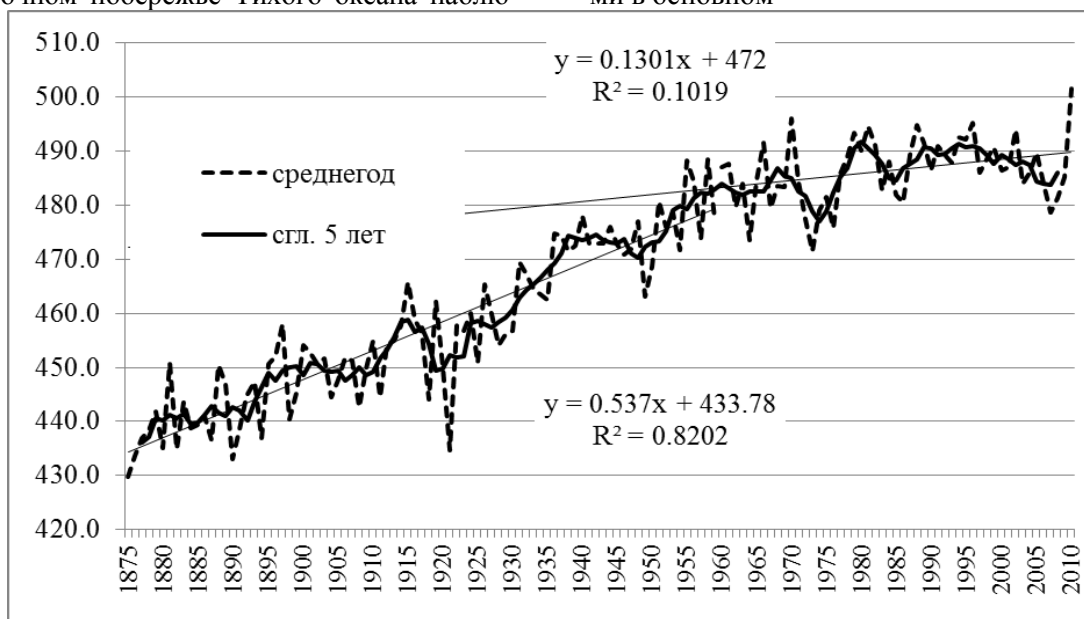


Рис. 1 – Межгодовой ход среднегодовых и сглаженных 5-летним осреднением данных (с 1875 г.) высот уровня моря на ст. Одесса с трендами за 1875-1960 гг. и 1960-2010 гг.

составляли не более $\pm 2-3$ лет. В работе [9] отмечено, что многолетние изменения глобального водообмена достаточно хорошо согласуются с многолетним характером изменений скорости вращения Земли, которая за последние 100 лет уменьшилась на 0,01 сек. [10]. Наблюдающиеся различия годов с Эль-Ниньо и максимальными значениями уровня моря, по нашему мнению, могут быть обусловлены одним и тем же воздействием на эти процессы, к которому относится изменение скорости вращения Земли [10] и объясняются своеобразным характером распространения по акватории Мирового океана волновых возмущений различных периодов и амплитуд, бегущих либо к западу, либо к востоку, в зависимости от природы их возникновения [10].

В межгодовой изменчивости среднегодовых высот уровня моря Одессы в течение всего периода установлено существование хорошо выраженных волновых колебаний (рис.1, 2), которые по фактическим данным

в среднем имели период 3-4 года и амплитуду 9-10 см. В сглаженной 5 – летним осреднением кривой выделена 10-12-летняя волна со средней амплитудой 5 см. Укажем также, что тенденция слабого волнообразного роста уровня на ст. Одесса-порт наблюдалась до 1994 г. Со второй половины 90-х годов отмечена даже слабая тенденция его понижения, которая прослеживается до настоящего времени (с 491 см в 1994 г. до 481 см – в 2007 г. см. рисунок – сглаженная кривая). Однако, следует обратить на резкое повышение среднегодового уровня в 2010 году, отмечаемое не только в Одессе (рис.2), а и на других рассмотренных нами для сравнения черноморских и океанских станциях. На рисунке 2 в качестве примера сравнения приведен межгодовой ход отклонений от среднего в 1960-2010 гг. высот уровня моря на ст. Севастополь и соответствующие сглаженные 5-летним осреднением значения, по которым четко выделяется аномальность значений

уровня в 2010 году. Рассматривая сезонный ход колебаний уровня моря на ст.Одесса-порт (рис.3) отметим, что в климатическом плане можно констатировать доминирование в нем хорошо выраженной годовой волны с максимумом, приходящимся на время паводка рек (IV-VI в ср.V) и минимумом на – их межень (VIII-XI, в ср.X). В среднем амплитуда сезонных колебаний уровня моря в

Одессе составила 13-20 см. Наряду с отмеченными общими закономерностями сезонного хода, анализ показал также наличие некоторых интересных особенностей во внутригодовой его изменчивости, которые более четко проявились во второй половине XX века. Наиболее важной из них явилось обнаружение в ряде лет нарушения “правильного” (в климатическом плане)

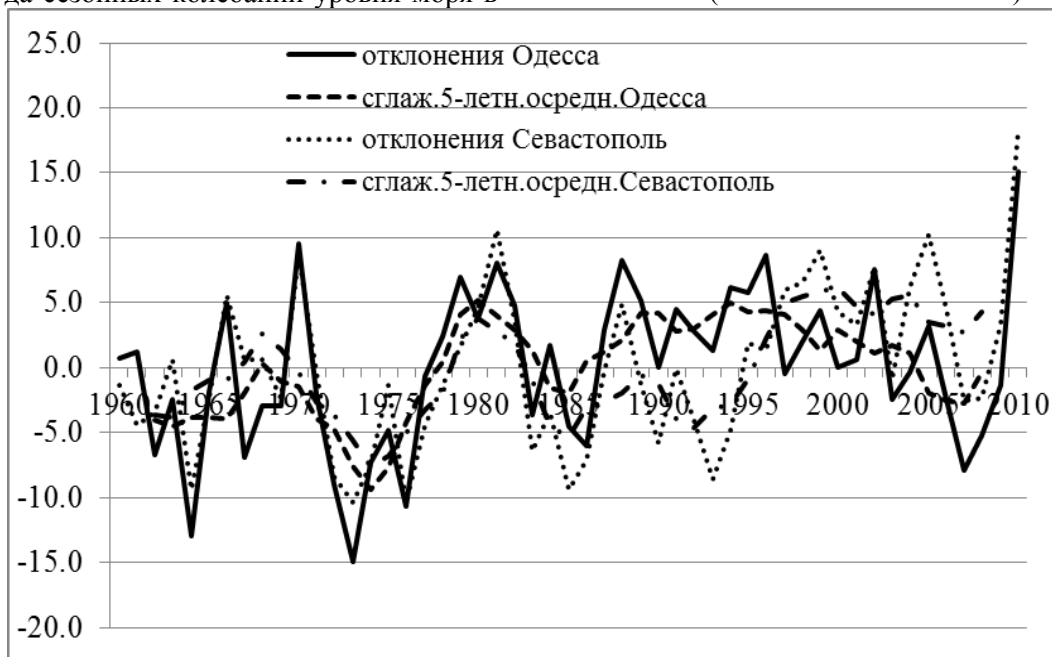


Рис. 2 – Межгодовой ход в 1960-2010 гг. отклонений от среднего за эти же годы высот уровня моря на ст. Одесса и Севастополь и соответствующие сглаженные 5-летним осреднением значения

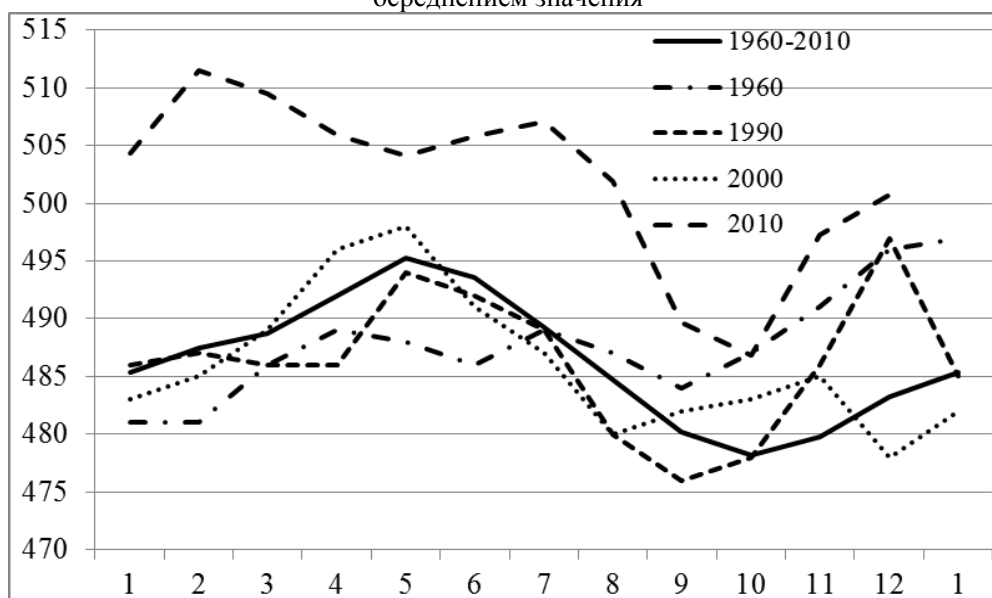


Рис. 3 – Сезонный климатический ход уровня моря в Одессе за 1960-2010 гг. и по отдельным годам

внутригодового хода уровня с одним максимумом и одним минимумом.

Из всего рассмотренного ряда лет (1955-2005гг.) лишь в 50% случаев наблюдался типичный, обусловленный стоком рек, ход уровня с одним максимумом и одним минимумом. В остальные годы во внутригодовом ходе отмечался не один экстремум, а два. При этом второй экстремум наблюдался в осенне-зимние месяцы (в ср. max – XII (XI-II), min – I (XII-III)).

Природа второго зимнего экстремума, как показал анализ годового хода осадков, связана со значительно возросшим во второй половине XX века количеством выпавших осадков в осенне-зимний период года [7]. Примечательно, что приуроченность второго – осенне-зимнего экстремума

приходилась преимущественно на годы с максимально высокими значениями уровня или наблюдалась вблизи них.

В качестве примера на рисунке 3, наряду с сезонным ходом уровня, осредненным по климатическому периоду за 1960-2010 гг., приведены также примеры хода его по месяцам за отдельные годы. Хорошо видно (рис.3), что в 1960, 1990 и 2010 годах зимний максимум (XI - II) даже превосходил весенний (V). Таких случаев за рассматриваемый период наблюдалось 8 (1960-61, 1967-68, 1974, 1982, 1990, 1995-1996, 2002 и 2010 гг.). Кроме этого, сезонный ход уровня в 2010 году (рис.3) подтверждает замечание об аномально высоких его значениях, связанных, по нашему мнению с явлением Эль-Ниньо, происходившим зимой 2009-2010 гг.

ВЫВОДЫ

Подводя итоги проведенному исследованию, отметим, что полученные результаты позволили оценить величины и характер колебаний уровня моря в Одессе за последние полвека, показать их волновой характер и тенденции происходящих изменений.

В сезонном ходе колебаний уровня моря на ст. Одесса-порт, амплитуда которого в среднем составила 13-20 см, отмечается присутствие климатического годового хода лишь в 50 % случаев, а в остальные годы появлялся не один экстремум, а два, при этом второй экстремум, приходящийся на осенне-зимние месяцы (в ср. max – XII (XI-II), min – I (XII-III)) в отдельных случаях даже превосходил весенний (таких случаев за рассматриваемый период наблюдалось 8). Приуроченность второго – осенне-зимнего экстремума приходилась преимущественно на годы с максимально высокими значениями уровня или наблюдалась вблизи них. Сезонный ход уровня в 2010 году подтверждает замечание

об аномально высоких его значениях, связанных, по нашему мнению с явлением Эль-Ниньо зимой 2009-2010 гг.

Важным в межгодовой изменчивости среднегодовых высот уровня моря в Одессе является прекращение с 60-70-х годов XX столетия, имевшего до этого место постепенного опускания суши со скоростью 0,5 см/год [2], которое наблюдалось с момента начала наблюдений (1875 г.). Определенная согласованность появления годовых максимальных высот уровня в Черном море и на станциях отдельных районов Тихого океана свидетельствует о существовании в Мировом океане единых процессов, связанных с изменением скорости вращения Земли и объясняются своеобразным характером распространения по акватории Мирового океана волновых возмущений различных периодов и амплитуд. Дальнейшие исследования в этом направлении, возможно, позволят со временем выйти на некоторые предикторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дуванин А. И. Уровень моря. / А. И. Дуванин. – Ленинград: Гидрометеиздат. 1965. – 60с.
2. Андрианова О. Р. Динамика суши и уровня побережья Одесского региона Черного моря. / О. Р. Андрианова, Р. Р. Белевич, М. И. Скипа // Геофизический журнал. – 2005. – Т.27, № 3. – С. 463-469.
3. Шуйский Ю. Д. Об основных тенденциях долговременного изменения уровня в западной части Черного моря и их возможное влияние на берега. / Ю. Д. Шуйский, В. Д. Пейчев, С. С. Черкашин // Исследование береговой зоны морей. – К. : Научное издание ИГН, ИППЭГГ НАН Украины, ОНУ им. И. И. Мечникова МОН Украины. 2001. – С.273-284.
4. Горячкин Ю. Н. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее./ Ю. Н. Горячкин, В. А. Иванов; под ред. акад. НАН Украины Еремеева В. Н. – Севастополь: МГИ НАН Украины. 2006. – 210 с.

5. Каталог наблюдений над уровнем Черного и Азовского морей. Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. Гос. океанографический институт. Севастопольское отделение. – Севастополь. 1990. – 269 с.
6. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. / Дж. Бендат, А. Пирсол– М. : Мир. 1974. – 463с.
7. Андрианова О. Р. Об особенностях изменчивости основных климатических характеристик Одессы в XX столетии. / О. Р. Андрианова, Р. Р.Белевич, М. И. Скипа. // Морской гидрофизический журнал. – 2005. – №4. – С. 19-29.
8. Федоров К. Н. Этот капризный младенец – Эль-Ниньо. / К. Н. Федоров. // Природа. – 1984. – № 8. – С. 65-73.
9. Клиге Р. К. Уровень океана и моделирование его колебаний. / Р. К. Клиге, С. Г. Добровольский // Изменение уровня моря. Под ред. Каплина П. А., Клиге Р. К., Чепалыги А. Л. – М. : Издательство Московского университета. 1982. – С.24-34.
10. Сидоренков Н. С. Физика неустойчивостей вращения Земли./ Н. С. Сидоренков. – М. : Физматлит. 2002. – 384 с.

Надійшла до редколегії 09.02.2012

УДК 910.3

MÁRIA KOZOVÁ, EVA PAUDITŠOVÁ

Department of Landscape Ecology, Comenius University in Bratislava, Faculty of Natural Sciences, Mlynska dolina B2, 842 15 Bratislava, Slovakia, kozova@fns.uniba.sk, epaudits@fns.uniba.sk

DEVELOPMENT OF LANDSCAPE PLANNING AND ITS CURRENT APPLICATION IN THE SLOVAK REPUBLIC

During the last five decades in Slovakia (in the former Czechoslovakia until 1993), scientific landscape-ecological methods were developed which represent a solid theoretical basis for landscape planning, conservation/protection and management of landscape. The article deals with the development and history of the methodology of landscape planning, assessment of its legal back up and applications. SWOT analysis was applied to the assessment. Discussion points to those fields of landscape planning that should be revised and improved.

Key words: landscape planning approaches, landscape ecological planning, LANDEP, SWOT analysis, Slovak Republic

Mária Kozová, Eva Pauditšová РОЗВИТОК ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДО СЛОВАЦЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ

За останні п'ять років в Словаччині (в колишній Чехословаччині до 1993 року), були розроблені наукові ландшафтно-екологічні методи, які являють собою теоретичні основи ландшафтного планування, охорони / захисту і управління ландшафтом. У статті йдеться про розвиток та історію методології ландшафтного планування, оцінки його правових основ і додатків. До оцінки було застосовано SWOT-аналіз. Вказані ті області ландшафтного планування, які повинні бути переглянуті і поліпшені.

Ключові слова: підходи ландшафтного планування, екологічне планування ландшафтів, LANDEP, SWOT аналіз, Словацька Республіка

Mária Kozová, Eva Pauditšová РАЗВИТИЕ ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В СЛОВАЦКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

За последние пять лет в Словакии (в бывшей Чехословакии до 1993 года), были разработаны научные ландшафтно-экологические методы, которые представляют собой теоретические основы ландшафтного планирования, охраны / защиты и управления ландшафтом. В статье говорится о развитии и истории методологии ландшафтного планирования, оценки его правовых основ и приложений. К оценке был применен SWOT-анализ. Указаны те области ландшафтного планирования, которые должны быть рассмотрены и улучшены.

Ключевые слова: подходы ландшафтного планирования, экологическое планирование ландшафтов, LANDEP, SWOT анализ, Словацкая Республика

INTRODUCTION

Landscape planning is one of the most important areas of applied landscape ecology bridging the theory and practice. Its methodology consists of a wide set of scientific and ap-

plied methods. Hundreds of different methods and approaches have been developed in the world particularly after 1960. Ndubisi (2002) provided an overall classification of methodological approaches that had been proposed and

applied between 1960 and 2000. He reports that in spite of variety of approaches applied in different countries, the objective of these methodologies is the same: identifying of ecologically optimal variants for the spatial structure of the landscape.

Methods of assessment of the landscape-suitability approach constitute the basis of the methodology applied to landscape planning. These are often combined with the assessment methods of the ecological carrying capacity with the aim of seeking an optimal location for different forms of land use. Currently, apart from the geographical and other nature sciences, also economic (ecological economy) and other technical disciplines contribute to the development of landscape planning methodology.

Landscape planning systems and their methods differ greatly and they depend on historical and land use development such as inhabited, agricultural and natural landscapes and also the intensity of disturbances and landscape character. In the European countries we can find several independent approaches for example: a) landscape planning as an optimising method of spatial arrangement respecting landscape ecological conditions e.g. Germany, Austria, the Netherlands, Slovak Republic and Czech Republic; b) landscape planning respecting mainly landscape character and landscape scenery e.g. United Kingdom; c) landscape planning as a toll for the protection of cultural heritage e.g. Italy; and d) landscape planning respecting

firstly nature protection e.g. Sweden and Denmark (Kozová, Finka, 2006).

Landscape planning is historically interpreted as an integrated discipline linked with land-use planning, landscape architecture, spatial planning and management. Landscape planning though, has found a wide acceptance in preparation of plans for river basin management, nature conservation/protection, preparation of territorial systems of ecological stability, forest management, projects of land consolidation, socio-economic plans, tourism, conceptions for the protection of heritage and other strategic plans relating to landscape. Among the first countries to develop landscape planning already in the 1950s were Germany and the Netherlands. Progressive methodologies for landscape planning were also developed in Central Europe, for instance in Switzerland, Austria, Belgium, Slovak Republic, Czech Republic, Poland and Hungary. At the beginning of the 1970s, the USA started ecological and environmental planning as one of approaches to landscape architecture and regional planning. Russia and other East European countries joined the trend in the 1990s. The article deals with the development of methodology of landscape planning assessment, its legal back up and applications. SWOT analysis was applied to the assessment. Discussion points to those fields of landscape planning that should be revised and improved.

DEVELOPMENT OF LANDSCAPE PLANNING METHODOLOGY IN THE SLOVAK REPUBLIC

Landscape ecology in Slovakia (until 1993 in the former Czechoslovakia) boasts an almost 50-year history. The applied methodology dwelled on approaches of what was referred to as the Central European landscape school and the Russian school which developed the learning about landscape within geography. Already at the beginning of the 1960s, landscape ecology in Slovakia focused on practical application of this science in land-use planning.

The Institute of Landscape Biology of the Slovak Academy of Sciences founded in 1965 was one of the first interdisciplinary scientific institutions in the former Czechoslovakia. It concentrated on solutions to topical problems in the field of care for the environment and created favourable conditions for the development of

methodologies for landscape planning. Since the beginning it initiated cooperation with the Institute for Management of Nature and Conservation of the Technical University in Hannover (the principal centre of landscape planning in Germany founded in 1947) and other European scientific centres. Scientists of the Institute of Landscape Biology, namely Prof. M. Ružička and Prof. L. Miklós (Ružička, Miklós, 1981, 1990) developed an original Slovak methodology for landscape ecological planning (LANDEP) in the 1970s.

At the same time (1970s and 1980s), a team of scientists from the Institute of Geography of the Slovak Academy of Sciences in Bratislava (founded in 1943), consisting of Prof. E. Mazúr, Prof. J. Drdoš, Dr. J. Urbánek, Prof. J. Oľahel

and others, prepared the scientific procedure of landscape synthesis (Ořahel, 1986, 1996). Main activities were connected with the preparation of the programme for the International Geographical Union: *Landscape Synthesis – Geoecological Basis of Comprehensive Landscape Management* (Drdoš, Urbánek, Mazúr, 1979; Huba, 1982; Drdoš, 1983). The programme was based on an integrating environmental principle and sustainable approach to land use. It was a purpose-bound methodology (contribution of basic geographical research to the applied landscape and environmental conservation research) with character of a plan.

Both above-mentioned scientific methodologies (LANDEP and the one of landscape synthesis and diagnosis) were continuously updated following the most recent scientific research. In the period between 1970 and 2011, they were applied to hundreds of projects addressing different tasks on the national level (for instance, General Ecological Plan of Slovakia at scale 1 : 500 000), regional level (at scale from 1 : 200 000 to 1 : 50 000) and local level (at scales from 1 : 25 000 to 1 : 5 000).

In the 1980s, foundation of the International Association for Landscape Ecology (IALE) at the 6th International Symposium dedicated to problems of ecological landscape research held in Piešťany, Slovakia (1982) has greatly influenced the development of landscape ecology and planning. The GIS technologies were introduced in landscape map-making which improved the quality of until then applied method of “overlay” and production of the source or proposed maps. Progressively sustainable development was also taken into account when proposing measures. In the 1990s, political events dominated in Slovakia like in the rest of Europe. After the fall of the Iron Curtain, questions connected with the environmental quality and territorial development in countries of Central and Eastern Europe were in the foreground of interest both of public at large and experts. Slovakia accessed to the European Council in 1993 and became a Member Country of the European Union in 2004. Starting by 1990, Slovakia gradually signed several international conventions involved with landscape protection, management and planning. Among them is the European Landscape Convention (Florence, 2000), which entered in force in Slovakia in 2005. Adoption of the Convention meant an increased interest in the development of applied

landscape-ecological methods including landscape planning and management in the whole of Europe. The European Landscape Convention brought about a new interpretation of landscape planning, as pursuing this Convention: «*Landscape planning*» means *strong forward-looking action to enhance, restore or create landscapes* (Florence, 2000). The Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention 1998), which entered in force in Slovakia in 2006, is also important for the development of landscape planning. The monograph of Kozová et al. (2010) contains a comprehensive overview of the history of landscape planning in Slovakia with examples of practical application of its tools.

LANDEP – Landscape Ecological Planning

LANDEP is the abbreviation of English (also adopted by Russian and German languages) phrase **Landscape Ecological Planning**. The aim of the LANDEP methodology is to prepare spatial and functional use of a territory, which is optimal in terms of landscape ecology. LANDEP is a systemic purpose-bound compound of applied landscape-ecological methodologies for alternative proposals of ecologically friendly spatial arrangement of proposed activities in landscape (Ružička, 2000). Its content has a fixed basic structure and a logically built procedure. Simultaneously, it is an open system where specifications of the content and methodical steps always depend on nature of the given task, properties of the territory concerned, its size or the required specificity of processing.

Adoption of the Act no. 50/1976 on land-use planning and building order also influenced the creation of the LANDEP methodology. After 1976, landscape-ecological studies were started directly for surveys and analysis of land-use plans. The LANDEP methodology was applied to the assessment of ecological aspects of the development of towns and regions, agriculture, forest and water management and preparation of proposals for the regeneration of areas damaged by industrial or mining activities (Ružička, 2000).

The preliminary part of this methodology consists in delimitation of boundaries for the interest area and defining the types and character of the existing and planned socio-economic activities in the concerned area. It determines the level of specification for source materials,

scales of maps and a schedule. Analytical background materials depending on the character of natural and socio-economic conditions of the given area are also included. The LANDEP methodology always follows the binding system steps: analysis, synthesis, interpretation, evaluation and propositions (Fig. 1) as the basis

for the preparation of implementation (Ružička, 2000).

The scientific content of the first systemic block denoted *landscape-ecological source materials about territory* includes *analyses, syntheses and interpretations*. Character of the

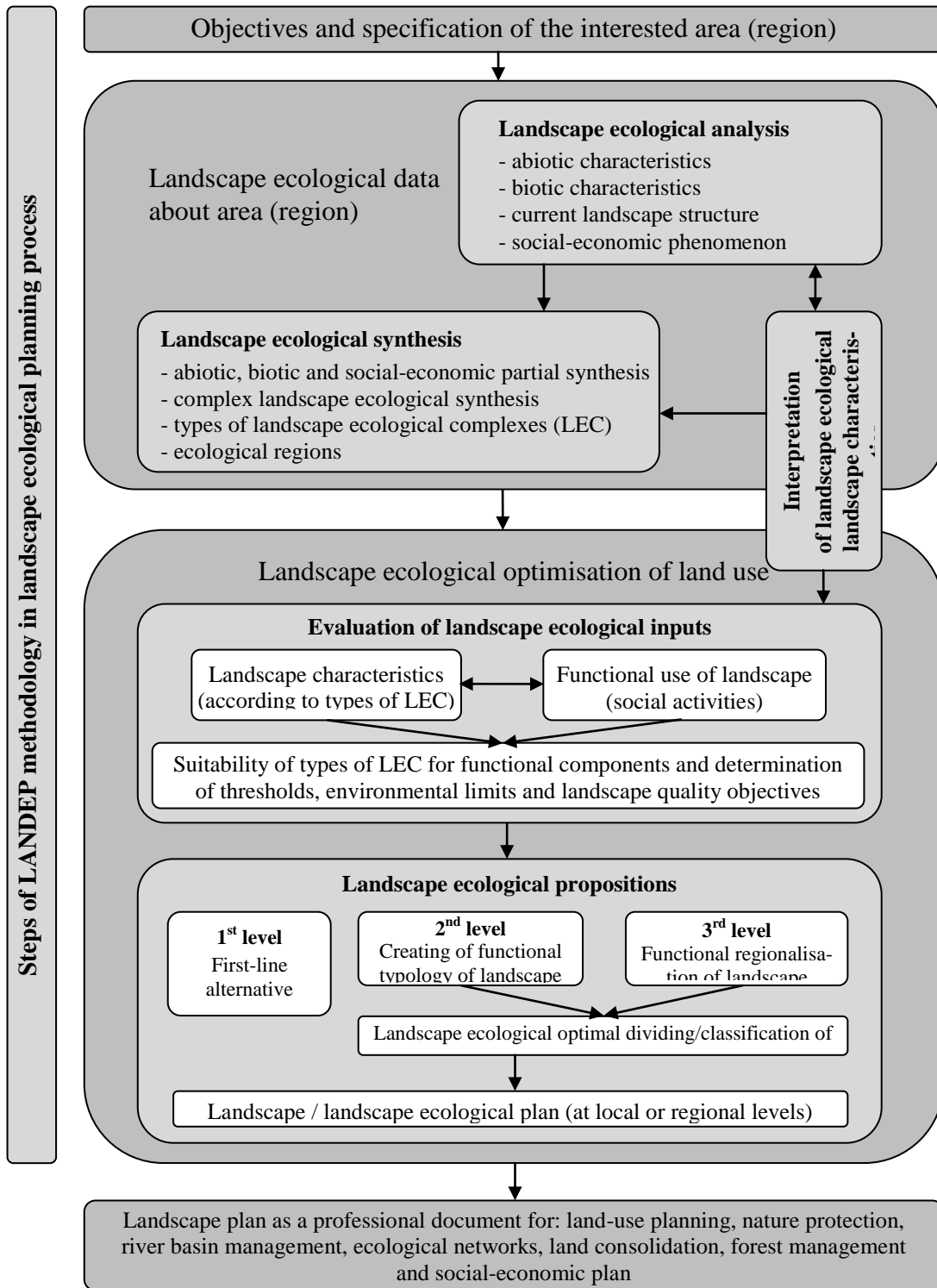


Fig. 1 – Steps of LANDEP methodology in landscape ecological planning process (Source: Ružička, Miklós, 1990; Ružička, 2000 – modified by the authors)

second systemic block is applied and it makes use of the knowledge and results drawn from the first block. It contains evaluations and concludes by *the landscape-ecological optimisation of land use* followed by an implementation model.

In 1997 the methodology of ecological carrying capacity of landscape was elaborated on the basis of LANDEP. This methodology established principles for spatial decision-making based on the limits of the ecological carrying capacity, and, it ensured sound ecological choices between landscape ecological conditions and the present land use (Hrnčiarová *et al.*, 1997). The LANDEP also generated the methodological basis for additional procedures such as the methodology for the development of territorial systems of ecological stability (Ministry of Environment SR, 1993), procedures involved with the environmental impact assessment (Kozová *et al.*, 1995) and the methodology of integrated landscape management (Izakovičová *et al.*, 2006).

RESULTS: ASSESSMENT OF LANDSCAPE PLANNING IMPLEMENTATION IN PRACTICE

Legislation concerned with landscape planning and the relevant tools

Landscape planning in Slovakia does not enjoy such tradition in legal back up as, for instance, in Germany, Austria or Switzerland. Although the methodological development of landscape planning started already in the 1960s, landscape plans were only prepared for scientific purposes. Since 1976, it means since the new law on land-use planning and building order was approved, landscape-ecological and environmental aspects were integrated to some extent into the land-use planning procedure. However, landscape planning was not fully anchored in law (in difference from Germany or Austria).

Territorial systems of ecological stability (TSESs), also known as ecological networks were first to be treated by the Slovak legislation in 1991 (Act no. 330/1991 about land consolidation, land ownership, land administration, land pool and land associations). Principles of TSESs were progressively observed by other laws, particularly the Nature Protection Law, Environmental Impact Assessment Law and other.

The Federal Act no. 17/1992 on the environment created certain framework for the requests of landscape planning. This law defined

The LANDEP methodology received a significant international response and respect. In 1992, it was included into AGENDA 21 (approved at the World Summit of Earth held in Rio de Janeiro) as a recommended methodology ensuring an integrated approach to planning and management of a country's resources. American author Ndubisi (2002), bringing a comprehensive synthesis and characteristics of the current status of the world ecological (landscape) planning in his book, describes the LANDEP as a thoroughly elaborated landscape-ecological optimising method for the selection of suitable activities. Ndubisi (2002) was also positive about the fact that the LANDEP contains, apart from other, an implementation mechanism. Such renowned landscape ecologists as Naveh and Lieberman (1994) consider the LANDEP methodology one of the most important and fully applicable procedures of landscape planning.

the acceptable environmental load and for the first time it introduced the concept of environmental impact assessment. In 1994, the Act no. 127/1994 on environmental impact assessment and a new Act no. 287/1994 on nature and landscape conservation were approved and adopted. These two laws promoted the application of landscape ecological procedures such as those used for the assessment of landscape appearance, of landscape structure, its potential and carrying capacity, and other.

After 1990, also the Act no. 50/1976 on land-use planning and the building order (Building Law) was gradually amended especially in terms of political and social changes. This time it included some requests concerning the environment. However, it was only in 2000, when the need to formulate a legal framework for the integrated management based on the most recent knowledge in the field of landscape ecology was incorporated into the amended Building Law (Act no. 237/2000) although merely the position of landscape (or landscape ecological) plan was defined. Pursuing § 19c, article 2 of Building Law «*Optimal spatial arrangement and functional land use respecting landscape-ecological, cultural-historic and socio-economic conditions (landscape-ecological plan) is processed for the land-use plan of a*

region and land-use plan of municipality in the framework of surveys and analyses». Preparation of four basis cartographic outputs: types of landscape-ecological compounds, environmental problems, alternative landscape-ecological selection and landscape plan is recommended.

Since 2004 the landscape plan in the Slovak legislation has been also defined in § 13 of Act No. 364/2004 Coll. on Waters (Water Act). The Water Act specifies the plan of river basin management and defines also a clear attachment to landscape plan. The Water Act

Table

SWOT analysis – current implementation of landscape planning in the Slovak Republic

<i>Strengths and advantages</i>	<i>Weaknesses and disadvantages</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Almost 50-year tradition in application of landscape plans; methodologies are continuously developed and improved • Additional relevant methods and methodological procedures for the preparation of territorial systems of ecological stability, assessment of landscape ecological carrying capacity, and the environmental impact assessment were developed and applied. • Preparation of landscape plans as expert documents necessary for the land-use planning is laid down by the Building Law since 2000. • Additional tools relevant for landscape planning such as land consolidation (since 1991) territorial systems of ecological stability (since 1991) are also backed by the law. • Landscape plan is integrated into the Water Law since 2004 and may replace the river basin management plan. • A quality university education is provided to future experts in landscape planning and scientific research in this field. 	<ul style="list-style-type: none"> • Currently, neither the Building Law nor any other law defines the position of landscape planning within the planning processes. • Landscape plan is only a background source prepared in the stage of survey and preparation of the land-use plan • Legally binding methodological guideline to preparation of landscape plans is missing. • Landscape plan in structure recommended for the practice does not reflect, for instance, preparation of adaptation measures palliating the climate change, assessment of the changing land use, assessment of appearance of landscape and fragmentation of landscape, the landscape quality objectives, etc. • Position of the strategic landscape plan that should be prepared in response to the requests of the European Landscape Convention is not clear. • Coordination of landscape plans and land consolidation is missing due to not completed land consolidation projects in Slovakia. • Currently, the tools of landscape planning (with some exceptions) are characterized by absence of public participation.
<i>Opportunities and development potential</i>	<i>Threats in developing of landscape planning</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Adoption of a law on landscape planning (its preparation took place between 2003 and 2007 under the National Programme for Implementation of the European Landscape Convention while there was not political will for its adoption) may contribute to improved implementation of landscape plan • Consequent fulfilment of the requests laid by the European Landscape Convention may bring improved assessment of landscape appearance and the targeted landscape quality and to speed up the preparation of strategic landscape plans. • Consequent fulfilment of the Aarhus Convention (2008) should contribute to participation of public and other entities in preparation of landscape plans. 	<ul style="list-style-type: none"> • Outlasting fragmentation of decision-making competencies concerning landscape that encumbers the preparation and coordination of regulations necessary for the protection, management and planning of land use. • The risk of misinterpretation and low acceptance of the significance of landscape plan. Transports, constructions or regional development sectors often perceive landscape planning as a dual planning system along with the land-use plans. • Based on the mentioned risks it is also possible that the justified requests of landscape will not be satisfactorily covered by the new Building Law and the new Nature and Landscape Conservation Law and landscape planning tools will be not effective.

presents: «*the river basin management plan will be obligatory used in landscape planning or may be considered for the landscape plan itself*». That already witnesses that the river basin management plan should represent a complex document with required program of environmental measures. Selected principles of integrated landscape management, which are oriented towards protection and rational use of natural resources, assurance of protection against natural risks and hazards, securing the environmental protection as well as protection of nature, biological diversity and overall stability of the landscape were integrated into the Water Act. A very important tool for integrated landscape management is the new Act No. 7/2010 Coll. on Flood Control. In order to achieve optimal protection against flooding it must be flood risk management plan, as well as river basin management plan coordinated with other planning instruments of the landscape that they will jointly form an integrated land management tool for the entire area of the river basin.

Additional requests concerning landscape protection and land use were integrated into the

new Act no. 543/2002 on nature and landscape protection in wording of later issued provisions; Act no. 220/2004 on protection and use of farmland in wording of later issued provisions, Act no. 326/2005 on forest in wording of later issued provisions, the new Act no. 24/2006 on environmental impact assessment in wording of later issued provisions, Act no. 359/2007 on prevention and reparation of environmental damages in wording of later issued provisions, Act no. 539/2008 on support to regional development, and Act no. 3/2010 on national infrastructure for spatial information.

SWOT analysis of current implementation of landscape planning

SWOT is an acronym for Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. By definition, Strengths (S) and Weaknesses (W) are considered to be internal factors over which we have some measure of control (Tab.). Also, by definition, Opportunities (O) and Threats (T) are considered to be external factors over which we have essentially no control (Bory, Dallhammer, 2009).

DISCUSSION

In spite of satisfactory methodical and legal provisions supporting landscape planning in Slovakia, their applications run into certain problems that encumber implementation of landscape planning in practice. Position of landscape planning must be legally ensured as a comprehensive planning process in harmony with other steps of land-use planning; it should be taken into account by the resulting regulations ruling the land-use planning, regional development, the integrated management of river basins and plans of other sectors is definitely desirable. Full implementation of landscape planning is limited by the fact that in Slovakia the relevant competences are split between the Ministry of Environment, Ministry of Land Management and Development of Rural Area and the Ministry of Transports, Construction and Regional Development. Coordination is not always easy and fruitful.

Landscape planning used as an efficient tool for the implementation of recommendations set by the European Landscape Convention as well as other conventions concerning landscape conservation/protection, assessment, planning and management is a great challenge. It is necessary to coordinate an integrated preparation of landscape plans, proposals of ecological networks, conceptions of nature and land-

scape conservation, assessment of the landscape appearance, plans of integrated river basin management and other conceptual documents in the field of landscape conservation/protection, management and planning.

The scientific-theoretical, methodical, methodological and above all practical development of landscape planning calls for preparation of specialists – landscape planners. After 1990, in Slovakia several faculties and specialized university departments were established which concentrate on education of interdisciplinary experts able to cooperate with the representatives of other planning fields and integrate the varied aspects of landscaping, sustainable development, landscape protection and use into overall plans. An improved efficiency of landscape planning will require participation of local communities and other target groups in an effort to reach better acceptability of landscape planning results by these groups.

A thorough scientific analysis will be necessary with the aim to establish links and implications between the *target values and limits* respecting the principle of preliminary caution, *standards, environmental limits and threshold values*, which, if not observed, may cause an abrupt change (even collapse) of ecosystems (Haines-Young et al., 2006).

The most recent experience acquired in the planning practice show that the quality landscape planning methodology in combination with appropriate legal back up may contribute to preparation of efficient: (1) adaptation measures palliating the expected effects of climate change and efficient measures protecting biodiversity; (2) protecting measures against flooding and quality river basin management plans; (3) agro-environmental schemes for farming landscape; (4) land-use plans of towns especially in cases when it is necessary to reduce uncontrolled urban sprawl resulting in

monocultural residential peripheries; (5) documents of strategic environmental assessment; and (6) strategic and conceptual plans (especially for regional and local levels).

Acknowledgement: *This contribution is the result of the project implementation: SPECTRA+ No. 20240120002 “Centre of Excellence for the Development of Settlement Infrastructure of Knowledge Economy” supported by the ERDF and VEGA No. 2/0016/11 Socio-ecological factors of strategic planning and landscape management under the democracy and market economy.*

REFERENCE

- UNECE, 1998. Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus, 1998).
- Bory B., Dallhammer E. (Eds) 2009. SWOT Analysis. Analysis of Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats of (policy) instruments regarding the protection of soil from the partners of the CENTRAL project Urban SMS. Central Europe. Vienna. 74 p.
- Drdoš J. (ed.) 1983. Landscape Synthesis. Geoecological Foundations of the Complex Landscape Management. Bratislava. Bratislava: Veda. 115 p.
- Drdoš J., Urbánek J., Mazúr E. 1979. Landscape syntheses and their role in environmental protection. Proceedings from the International symposium on „Geography and Integrated Landscape Research“. Institute of Geography, SAS, Bratislava.
- Council of Europe, 2000. European Landscape Convention. (Florence, 2000).
- Haines-Young R., Potschin M., Cheshire D., 2006: Defining and identifying Environmental Limits for Sustainable Development. A Scoping Study. Final Full Technical Report to Defra, 103 p. + appendix 77 p., Project Code NR0102.
- Hrnčiarová T., Miklós L., Kalivodová E., Kubiček F., Ružičková H., Izakovičová Z., Drdoš J., Rosová V., Kovačevićová S., Midriak R., Račko J., Hreško J., Kozová M., Dobrovodská, M., Štefunková, D., Šimonovič, V., Bedrna, Z., Oszlányi, J., Jančová, G., Nováková K., Sláviková D., Zaušková L., Tremboš P., Barančok P., Varšavová M. 1997. Ecological carrying capacity: methodology and application of 3 beneficiary areas, Ist - IVth parts. Ecological project of the Ministry of Environment SR, Institute of Landscape Ecology SAS Bratislava, 490 p. (in Slovak)
- Huba M. 1982. Fourteen steps on the road for the landscape plan. Geografický časopis, 34, p. 145-160. (in Slovak)
- Izakovičová Z., Kozová M., Spáčilová R., Grotkovská L., Moyzeová M., Bezák P., Cibíra P., Hreško J., Petrovič F., Štefunková D., Pauditšová E., Špulerová J., Oszlányi J., Dobrovodská M., Miklošovičová Z., Ružička M., Boltížiar M., Rosová V., Kenderessy P. 2006. Integrated landscape management I. Institute for landscape ecology SAS, Bratislava, 118 p. (in Slovak)
- Kozová M., Drdoš J., Pavličková K., Úradníček Š., Husková V. (eds.) 1995. EIA (Environmental Impact Assessment). IInd volume, Bratislava: ŠEVT, 183 p. (in Slovak)
- Kozová M., Finka M., 2006. Landscape planning in the enlarged European Union. Alfa SPECTRA STU. 2. p. 42-45.
- Kozová M., Pauditšová E., Finka M. (eds.), 2010. (Autori: Feriancová E., Finka M., Gažová D., Hrebíková D., Jamečný L., Kočík K., Kozová M., Mišíková P., Mišovičová R., O’ahel’ J., Pauditšová E., Ružička M., Salašová A., Supuka J.). Landscape planning, Bratislava: Nakladateľstvo STU, Bratislava, 326 p. (in Slovak)
- MŽP SR 1993. Methodical guidelines for preparation of the territorial system of ecological stability documents, Bratislava, 63 p. (in Slovak)
- Naveh Z., Lieberman A. 1994. Landscape ecology: the theory and application. 2nd ed. Reprint New York, Springer Verlag 1984, 356 p.
- Ndubisi F. 2002. Ecological planning. A historical and comparative synthesis. The John Hopkins University Press, Baltimore, 287 p.
- O’ahel’ J., 1986. The Landscape Diagnosis and its Solution for the Landscape Planning and Management (on Example of a Part of the Liptov Basin). In Richter H., Schönfelder G. (eds.) 1986. Landscape Synthesis, Part II, Halle/Saale (Martin Luther Universität), p. 224-236.
- O’ahel’ J., 1996. Landscape, Environmental Planning and Management. In Ekológia (Bratislava), 15, 4, p. 409-417.
- Recommendation CM/Rec(2008)3 of the Committee of Ministers to member states on the guidelines for the implementation of the European Landscape Convention (Adopted by the Committee of Ministers on 6 February 2008 at the 1017th meeting of the Ministers’ Deputies)
- Ružička M., 2000. Landscape planning – LANDEP I. (System approach to landscape ecology). BIOSFÉRA, Bratislava: ŠEVT, 120 p. (in Slovak)

Надійшла до редколегії 01.04.2012

УДК 631.459

М. В. КУЦЕНКО, канд. геогр. наук, доц.

*Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського УААН"*

КАЛІБРУВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКА МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕРОЗІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗЕМЕЛЬ

Запропоновано метод калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки земель та доведено просторову адекватність цієї моделі реальним проявам водної ерозії. Метод доцільно використовувати для кількісної оцінки, картографування та моніторингу ерозійної небезпеки земель, визначення потреб у протиерозійних заходах, оптимального розташування таких заходів на конкретних сільськогосподарських полях та контролю охорони земель від водної ерозії.

Ключові слова: ерозійна небезпека, модель, калібрування, перевірка

Куценко Н. В. КАЛИБРОВКА И ПРОВЕРКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ ЗЕМЕЛЬ

Предложен метод калибровки модели оценки эрозионной опасности земель и доказана пространственная адекватность этой модели реальным проявлениям водной эрозии. Метод целесообразно использовать для количественной оценки, картографирования и мониторинга эрозионной опасности земель, определения потребностей в противоэрозионных мероприятиях, оптимального расположения таких мероприятий на конкретных сельскохозяйственных полях и контроля охраны земель от водной эрозии.

Ключевые слова: эрозионная опасность, модель, калибровка, проверка

Kutsenko N. CALIBRATION AND ASSESSMENT MODEL VALIDATION OF THE SOIL EROSION DANGER

It is offered the method of model calibration for the assessing erosion danger and proved the spatial adequacy of this model with real manifestation of the water erosion. The method should be used for quantitative assessment, mapping and monitoring the risk of land erosion, determine the need for erosion control measures, the optimal location of such activities in specific fields of agricultural land protection and control of water erosion.

Key words: erosion danger, model, calibration and verification

ВСТУП

Охороні земель від ерозії в Україні приділяється значна увага як в законодавчих актах та постановах уряду так і в науковій літературі. Але на практиці проблема не вирішується за різних причин. Однією з таких причин є відсутність достатньо простої і водночас адекватної технології інформаційного забезпечення охорони земель. Перший крок, який необхідно зробити дієвої системи охорони земель – це суцільне обстеження земельних ділянок з кількісною оцінкою та картографуванням їхньої ерозійної небезпе-

ки. Картограми ерозійної небезпеки слугуватимуть своєрідним паспортом існуючого ризику прискореної ерозії – початком відліку відповідальності землевласників за охорону земель. Для проведення такого обстеження необхідно обґрунтувати достатньо просту, надійну, зрозумілу і технологічно досконалу модель кількісної оцінки ерозійної небезпеки, яку можна успішно застосовувати в реальних умовах недостатньої інформаційної визначеності.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Калібрування та перевірка моделей ерозії завжди була проблематичною через складну природу ерозійно-аккумулятивних процесів. Для перевірки балансових моделей змиву використовують метод вимірювання об'ємів ерозійних рівчаків. Таку перевірку

здійснювали О. О. Світличний [1], Е. Альбертс, Ф. Гідей [2]. З цією метою, а також для калібрування моделей ерозії використовують стокові майданчики [3]. С. В. Костриков адаптував модель ерозії WEPP у геоінформаційне середовище водозбірних басейнів [4]. Використання цієї моделі дуже

ускладнюється великою кількістю параметрів і необхідністю її калібрування у США за допомогою інструментально-програмного комплексу GLIGEN [5]. Г. В. Бастраков запропонував спосіб картографування ерозійної стійкості земель, що передбачає вимірювання за допомогою топографічних карт ухилів та довжин ліній активного стоку, розрахунки та картографування кількісних значень показника ерозійної стійкості земель [6]. Недоліками цього способу є те, що ерозійну стійкість неможливо визначити при наближенні до вододілу, а опір ґрунту роз-

миву визначають заздалегідь – за допомогою приладу, яким враховують штучні струмені води, що відрізняються від природних. Спосіб експрес-оцінки ерозійної небезпеки земель передбачає інтегроване калібрування моделі, але не враховує інтенсивність конкретних злив, які ведуть до утворення рівчаків [7].

Постановка завдання. Метою статті є розробка методу калібрування моделі ерозійної небезпеки земель та її перевірка на конкретному об'єкті.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

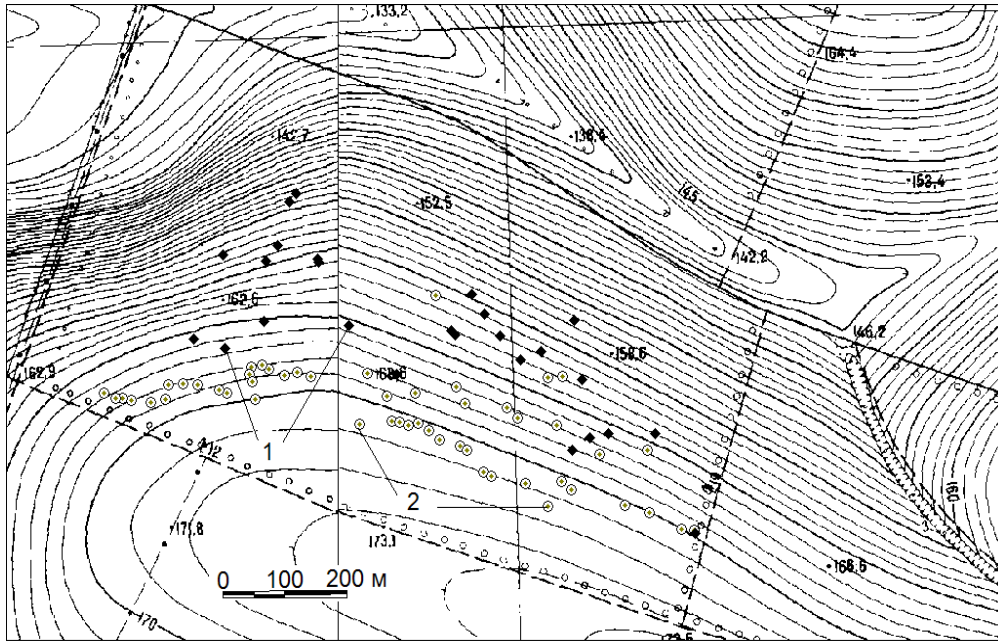
Для калібрування та перевірки адекватності комп'ютерного модуля оцінки ерозійної небезпеки було проведено обстеження проявів ерозійних процесів на території ТОВ «Відродження» Харківського району після потужної зливи 4 липня 2011 року. У ході польових досліджень спостерігались прояви інтенсивної водної ерозії на землях кукуру-

дзяного поля, що розташовано на схилі з кутами нахилу до $5 - 7^{\circ}$ (рис. 1).

За допомогою GPS визначено координати вершин ерозійних рівчаків та координати найменших проявів прискореної ерозії, що було представлено найменшими фрагментарними водоріями. Зазначені масиви точок було прив'язано у Mapinfo (рис. 2).



Рис. 1 – Прояви прискореної ерозії, що спостерігались 5 липня 2011 на полі кукурудзи ТОВ «Відродження» (Висота рослин до 40 см)



1 – точки вірогідних вершин ерозійних рівчаків; 2 – точки найменших проявів ерозії

Рис. 2 – Положення вершин ерозійних рівчаків на схилі

Калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки земель здійснювалось на основі наступних міркувань. Індекс ерозійної небезпеки – це відношення прогнозної швидкості водного потоку до його розмивної швидкості. Розмивною називають таку мінімальну швидкість водного потоку, яка веде до безперервного відриву частинок ґрунту, тобто до прискореної ерозії. Вершини ерозійних рівчаків, що виникли в результаті конкретної зливи можна вважати першим наближенням просторового положення точок, де індекс ерозійної небезпеки дорівнює 1,0.

Якщо визначити координати вершин рівчаків та інтенсивність зливи, що призвела до їх виникнення, то можна провести калібрування моделі таким чином. Формулу індексу ерозійної небезпеки земель можна записати у вигляді:

$$I_e = \frac{v}{v_p} = K_{sp} v_p^{-1} n^{-0,6} (kFI)^{0,4} B^{-0,4} J^{0,3}, \quad (1)$$

де I_e – індекс ерозійної небезпеки земель; v – середня швидкість водного потоку, м/с; v_p – розмивна швидкості водного потоку для ріллі, м/с; n – коефіцієнт шорсткості; k – коефіцієнт стоку; F – площа водозбору, м²; I – інтенсивність зливи, м/с; B – ширина водозбору (була прийнята постійною і дорівнювала 1 м); J – ухил схилу; K_{sp} – коефіці-

єнт, що враховує відхилення реальних параметрів від параметрів першого наближення.

Інтенсивність зливи, що спостерігалась 4 липня 2011 року, виявилась біля 1 мм/хв. = $2 \cdot 10^{-5}$ м/с. Для чорнозему типового, що досліджувався за довідниковими даними у першому наближенні враховувались такі параметри: $v_p = 0,18$ м/с; $k = 0,4$; $n = 0,07$ [8].

За допомогою електронної топографічної карти для досліджуваної території складено векторну структурну цифрову модель рельєфу (ВСЦМР) [9]. Коефіцієнт K_s визначено шляхом послідовних наближень наступним чином. За допомогою комп'ютерного модуля EXERM зроблено оцінку ерозійної небезпеки дослідної ділянки з урахуванням зазначених вище параметрів. Результати оцінки порівнювались з положенням вершин ерозійних рівчаків. Якщо точки цих вершин за висотою опинялись вище точок із значеннями $I_e = 1,0$, то значення K_s у шарі ліній стоку збільшують на 0,2 K_s , якщо нижче – то зменшувалось на 0,2 K_s . Розрахунки I_e та порівняння здій здійснювались повторно. Якщо на 1-му кроці точки вершин рівчаків були вище значень індексу 1,0, а на 2-му виявились нижчими, то значення K_s вже було зменшене на 0,1 K_s . Такий підбір K_s продовжували до тих пір поки межа значень I_e 1,0 починала проходити посередині точок вершин рівчаків, найближчих до вододілу.

Калібрування моделі проведено для точок з найменшими проявами змиву ґрунту, що спостерігались візуально (див. рис. 2), та для вершин ерозійних рівчаків, які в подальшому простежувались на протязі всього схилу. В результаті вдалось точно наблизити індекс ерозійної небезпеки до найближчих до вододілу точок найменших проявів ерозії (рис. 3). Після цього значення K_s вважалось визначеним. Для перевірки комп'ютерного модуля оцінки ерозійної небезпеки земель було використано таку гіпотезу. Нерозмивно називають таку максимальну швидкість водного потоку, яка ще не викликає безперервний відрив частинок ґрунту, тобто прискорену ерозію.

Ми припустили, що точки з найменшими проявами змиву ґрунту відповідають нерозмивній швидкості водних потоків. Для цих точок значення K_{sh} дорівнювало 2,0. Нижче цих точок ерозія візуально не спостерігалась у вигляді безперервних рівчаків, аж до вершин таких рівчаків, що спостерігались на 80 – 100 метрів нижче (див. рис. 3.3). В результаті калібрування для цих вершин було визначено, що значення $K_{sp} = 1,3$.

За класичними літературними джерелами формула, що зв'язує розмивну та нерозмивну швидкості має вигляд [10]:

$$v_p = 1,4v_n, \quad (2)$$

де v_p – розмивна, а v_n – нерозмивна швидкості водного потоку.

Оскільки обидва масиви точок, в яких спостерігались прояви ерозійних подій, як наслідків впливу нерозмивних та розмивних швидкостей водних потоків було зафіксовано для однієї зливи, то згідно з формулами (2) та (1) повинно виконуватись рівняння:

Представимо формулу (1) у вигляді:

$$I_e = \frac{v}{v_p} = K_{sp} A,$$

де A – коефіцієнт, що об'єднує параметри правої частини формули (1).

Для індексу ерозійної небезпеки, що визначався з урахуванням нерозмивної швидкості формула має вигляд:

$$I_{en} = \frac{v}{v_n} = K_{sh} A$$

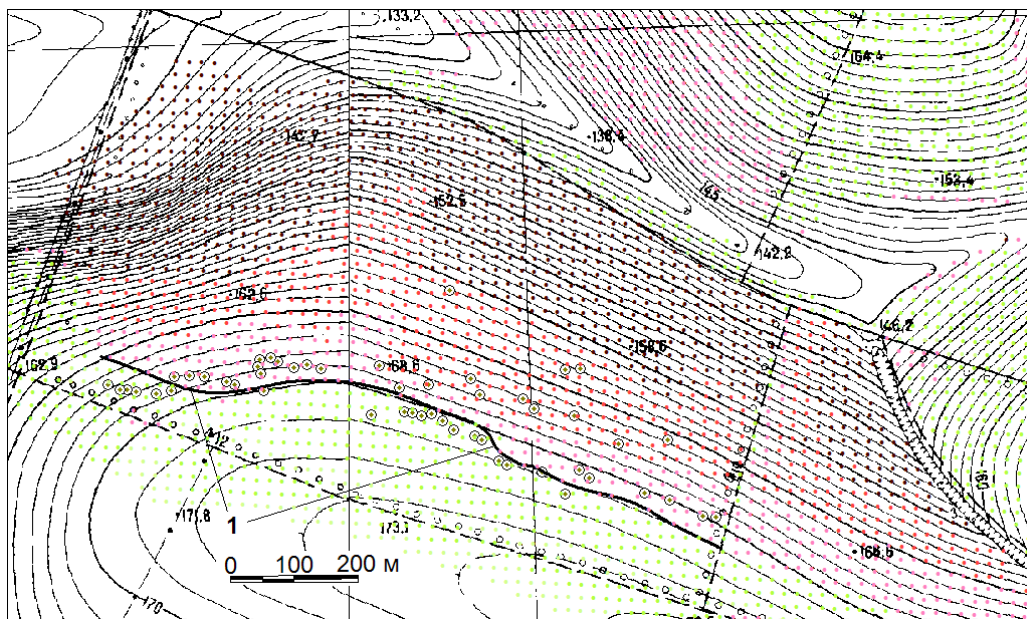
Звідси:

$$K_{sp} = \frac{v}{v_p A} = \frac{v}{1,4v_n A} = \frac{K_{sh}}{1,4}; K_{sh} = 1,4K_{sp}$$

Фактичні співвідношення коефіцієнтів склали:

$$\frac{K_{sh}}{K_{sp}} = \frac{2,0}{1,3} = 1,5$$

Таким чином співвідношення між розмивною та нерозмивною швидкостями водного потоку підтвердилось. Це, певною мірою, доводить адекватність моделі оцінки ерозійної небезпеки земель.



1 – ізолінія індексу ерозійної небезпеки 1,0

Рис. 3 – Результат калібрування модуля оцінки ерозійної небезпеки земель за найменшими проявами змиву ґрунту

ВИСНОВКИ

1. Запропонований метод калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки земель є порівняно простим і прийнятним для широкого використання у моніторингу ризику ерозійної небезпеки.

2. Перевірка моделі оцінки ерозійної небезпеки земель з використанням географічної прив'язки результатів ерозійних подій від конкретної зливи повністю підтвердила її адекватність.

3. Запропонований метод доцільно використовувати для кількісної оцінки, картографування та моніторингу ерозійної небезпеки земель, визначення потреб у протиерозійних заходах, оптимального розташування таких заходів на конкретних сільськогосподарських полях та контролю охорони земель від водної ерозії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Светличный А. А. Рельефные условия склонового водно-эрозионного процесса и вопросы их моделирования / А. А. Светличный. // Геогр. и природные ресурсы. - 1991. - № 4. - С. 123 – 131.
2. Альбертс Е., Гидей Ф. Сопоставление фактического смыва сильными ливнями со значениями, рассчитанными по модели WEPP / Е. Альбертс, Ф. Гидей. // Почвоведение. - 1997. - № 5. - С. 642 - 646.
3. Светличный А. А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты / А. А. Светличный, С. Г. Черный, Г. И. Швецс. - Сумы: Университетская книга, 2004. - 410 с.
4. Черваньов І. Г. Флювіальні геоморфосистеми: дослідження й розробки Харківської геоморфологічної школи / І. Г. Черваньов, С. В. Костріков, Б. Н. Воробйов – Х. : ХНУ, 2006. – 322 с.
5. Farre G. Calibration of Rainfall Simulator, Research Center for Sustainability in Ecological Engineering and Water Resources Technology, University of Western Sydney / G. Farre. - Sydney, 2001. - 37 p.
6. Бастратов Г. В. Эрозионная устойчивость рельефа и противоэрозионная защита земель / Г. В. Бастратов. - Брянск: Изд-во БГПИ, 1993. - 260 с.
7. Куценко М. В. Комп'ютерна технологія експрес-оцінки ерозійної небезпеки земель та оптимізації протиерозійних заходів / М. В. Куценко // Землеустрій і кадастр. - 2010. - № 1. - С. 30 – 38.
8. Куценко М. В. Науково-методологічні засади формування ґрунтозахисних та водоохоронних агроландшафтів (Науково-методичний посібник) / М. В. Куценко. - Х. : Вид. «ІЗ типографія», 2006. - 90 с.
9. Куценко М. В. Геоінформаційна технологія оптимізації охорони ґрунтів від ерозії / М. В. Куценко // Стратегії реалізації земельної реформи: матеріали міжнар. конф. - Х. : Strasser, 2011. - С. 65 – 69.
10. Кузнецов М. С. Эрозия и охрана почв / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. - М.: Изд-во МГУ, изд-во «Колос», 2004. - 352 с.

Надійшла до редакції 06.02. 2012

УДК 911+504.567

О. М. ГОГОЛЬ

Головне державне управління охорони, використання і відтворення водних живих ресурсів та регулювання рибальства у Харківській області

ДИНАМІКА ВИКОРИСТАННЯ РИБНИХ РЕСУРСІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Фактичний вилов риби на водних об'єктах Харківської області приблизно відповідає затвердженім лімітам вилову на протязі останніх 10 років, а найбільшу частку вилову складають лящ та товстолобик. Державне управління рибною галуззю має бути більш ефективним, бо це може бути однією з причин, що гальмують розвиток української аквакультури в цілому в державі, в тому числі, і низький рівень законодавчого забезпечення та державної фінансової підтримки виробничої діяльності рибницьких підприємств.

Ключові слова: рибні ресурси, поверхневі водойми, використання, вилов риби, Харківська область, законодавче забезпечення

Gogol A. FISH RESOURCES DYNAMICS OF SURFACE WATER KHARKIV REGION

The actual fishing in water bodies of Kharkiv region roughly corresponds to the approved limit catches in the last 10 years, and catch up the largest share of bream and carp. State management of fisheries sector to be more effective because it can be one of the reasons that hinder the development of Ukrainian aquaculture as a whole in the state, including low and legislative support and public financial support for production activities piscicultural companies

Key words: fish resources, surface water use, fishing, Kharkov region, legal provision

Гоголь О. М. ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Фактический вылов рыбы на водных объектах Харьковской области примерно соответствует утвержденным лимитам вылова на протяжении последних 10 лет, а наибольшую долю улова составляют лещ и толстолобик. Государственное управление рыбной отраслью должно быть более эффективным, т.к. это может быть одной из причин, тормозящих развитие украинской аквакультуры в целом в государстве, в том числе, и низкий уровень законодательного обеспечения государственной финансовой поддержки производственной деятельности рыбоводных предприятий,

Ключевые слова: рыбные ресурсы, поверхностные водоемы, использования, лов рыбы, Харьковская область, законодательное обеспечение

ВСТУП

Постановка проблеми. В усьому світі велика увага приділяється проблемі збільшення білкових ресурсів і підвищення біологічної цінності різних харчових продуктів у зв'язку з ростом народонаселення. З цієї причини з кожним роком значення рибництва у поверхневих водоймах зростає, як зростає і значення риби як досить цінного продукту живлення населення.

Розвиток рибних ресурсів поверхневих водоймищ як галузі сільського господарства визначається тим, що в фонди соціального землекористування входять не тільки землі, але і значна кількість водних угідь, площі яких зростають із року в рік. Неможна не відмітити, що запаси води мають важливе значення для сільського господарства, особливо в посушливих районах, а використання водних угідь для розведення риби – один із шляхів підвищення їх рентабельності. У зв'язку з цим постає важливе питання щодо підтримання належного гідрохімічного та гідробіологічного режимів, створення оптимальних умов для розведення рибної продукції.

Мета дослідження – проаналізувати динаміку використання рибних ресурсів поверхневих водойм Харківської області.

Відповідно до поставленої мети в статті вирішено наступні завдання:

- розглянути загальну характеристику фонду рибогосподарських водойм Харківської області;
- дослідити іхтіофауну поверхневих вод Харківської області;
- проаналізувати динаміку вилову риб на прикладі Печенізького водосховища за останні 10 років;
- дослідити динаміку вилову водних біоресурсів користувачами на прикладі озера Лиман;
- зробити висновки та пропозиції щодо покращення динаміки використання рибних ресурсів поверхневих водойм Харківської області.

Стан вивчення питання. Проблемою використання рибних ресурсів займалися такі вчені, як Щербуха А.Я. [8], Суховерхов Ф.М. [6], Шпет Г.И. [7], Жуков Л.Н. [5] тощо. Роботи Новикова Ю.В. [4], Никольського В.Г.[3], Мартишева Ф.Г. [2] та ін. присвячені дослідженню іхтіофауни України. Але жодне дослідження не доторкається до такого питання як використання рибних ресурсів поверхневих водойм Харківської області.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фонд рибогосподарських водойм Харківської області налічує 57 водосховищ загальною площею 32,835 тис. га, 2538 ставків

площею 13,174 тис. га. Крім водосховищ і ставків на території області протікає 25 річок басейну р. Дніпро загальною довжиною 1072

км і 106 річок басейну р. Дон загальною довжиною 3177 км, налічується 584 озера загальною площею – 4466,0 га та водойма-охолоджувач Зміївської ТЕС площею 1266 га.

Рибогосподарська діяльність у Харківській області здійснюється на Печенізькому, Червонооскільському, Краснопавлівському водосховищах та озері Лиман. Печенізьке водосховище – розташоване у Печенізькому і Вовчанському районах Харківської області на р. Сіверський Донець. В експлуатації – з 1964 року. Має площу 8600 га при НПР. Площа мілководь з глибинами до 2 м становить 2300 га. НПР – 100,5 м БС. Зорієнтовано у напрямку північ-південь. Червонооскільське водосховище – розташоване на території Куп'янського, Борівського та Ізюмського районів Харківської області на річці Оскіл, найбільшій притоці р. Сіверський Донець. Введено в дію в 1953 р. Площа водного дзеркала складає 12270 га при НПР (НПР – 72,5 м БС). Площа мілководь із глибинами до 2 м становить 5400 га. Зорієнтовано у напрямку північ-південь. Краснопавлівське водосхо-

вище – розташоване на території Лозівського району Харківської області, створено на каналі «Дніпро-Донбас», який сполучається з Дніпродзержинським водосховищем. Площа водного дзеркала складає 3400 га. Зорієнтовано у напрямку північ-південь. З 2008 року на водосховище розроблено Режим рибогосподарської експлуатації. Озеро Лиман – розташоване на території Зміївського району Харківської області, площа – 1266 га. Введено в дію в 1959 р., як водойма-охолоджувач Зміївської ТЕС. З рибогосподарською метою використовується Лиманським ДВСРП відповідно до Режиму рибогосподарської експлуатації

Більш за все на території Харківської області розташовано ставків (2538 шт.) загальною площею 13,174 тис. га. Площа озер становить 4,466 тис. га (584 шт.). Найменша кількість річок (131 шт., 4249 км) та водосховищ (57 шт.). Але саме водосховища займають найбільшу площу (32,835 тис. га). Кількісне співвідношення рибогосподарських водних об'єктів зображено на рис. 1.

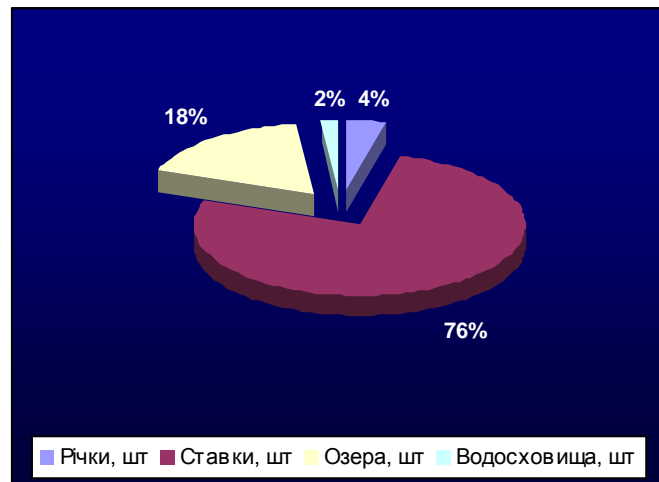


Рис. 1 – Загальний фонд рибогосподарських водних об'єктів

У водоймах Харківської області іхтіофауна представлена наступними видами риб: щука, лящ, судак, сом, сазан, короп, плоскирка, плітка, краснопірка, окунь, йорж, в'юн, верховодка, карась, лин, в'язь, білизна, головень, строкатий та білий товстолобики та інші. Виловом у 2011 році охоплено, як аборигенні види риби – щука, судак, сом, плоскирка, плітка, сазан, карась, окунь, так і види – вселенці – білий, строкатий товстолобики та їх гібриди, короп та білий амур.

Штучне формування структури рибних запасів в області відбувається головним чином за рахунок вселення рослиноїдних видів риб, вилов яких у 2011 році на водоймах, де впроваджено Режими рибогосподарської експлуатації склав 565,226 т., що становить 71,6 % від загального вилову по області.

На Печенізькому водосховищі, одному з основних рибогосподарських об'єктів Харківської області, вилов водних живих ресурсів здійснювався відповідно до Режиму ри-

богосподарської експлуатації і склав 7,78 % від загального вилову по області, вселення водних живих ресурсів в Печенізьке водосховище склало – 0,45 млн. екз., що складає 18,5 % від вселення в області.

На Червонооскільському водосховищі, найбільшому водосховищі Харківської області, вилов водних живих ресурсів у 2011 році здійснювався відповідно до Режиму рибогосподарської експлуатації і склав 2,9 % від загального вилову по області. Вселення водних живих ресурсів у зв'язку із виробничими обставинами перенесено на 2012 рік.

Розглянемо більш докладно динаміку вилову кожного окремого виду риб на Печенізькому водосховищі (рис. 2). Так, найбільший вилов судака відбувся у 2010 році (1,8 т) що відповідає встановленому ліміту. У відсотковому співвідношенні вилучення найбільший показник спостерігається у 2009 році (99,9%). В цьому році також спостерігається високий показник вилучення і щуки (100%), плоскирки (99,9%), сома (99,8%), окуня (99,5%). В 2010 році високий показ-

ник у вилученні ляща – 99,4%, плітки – 99,6%; не змінився цей показник у порівнянні з минулим роком у сома – 99,8% та окуня – 99,5%.

Для порівняння кількості вилову риб за останні три роки проаналізуємо діаграму на рисунках 3 і 4.

З аналізу динаміки вилову риби у Печенізькому водосховищі (рис. 2) визначено, що майже по кожному окремому виду риб найбільший вилов спостерігається у 2010 році, але істотних змін у кількості вилову не відбувалося. Найбільший вилов ляща (рис.3), на другому місці по кількості вилову постає плоскирка. Не набагато відстає від неї плітка. Майже однакова кількість вилову судака та окуня. Найменше виловлено щуки та сома.

Проаналізуємо динаміку вилову водних біоресурсів за видами (тонн) у Печенізькому водосховищі за останні 10 років. Найбільший вилов спостерігається у 2008-2009 рр.(108 та 96 т, відповідно), а в 2006 році

Динаміка вилову водних біоресурсів у Печенізькому водосховищі (в тон.)

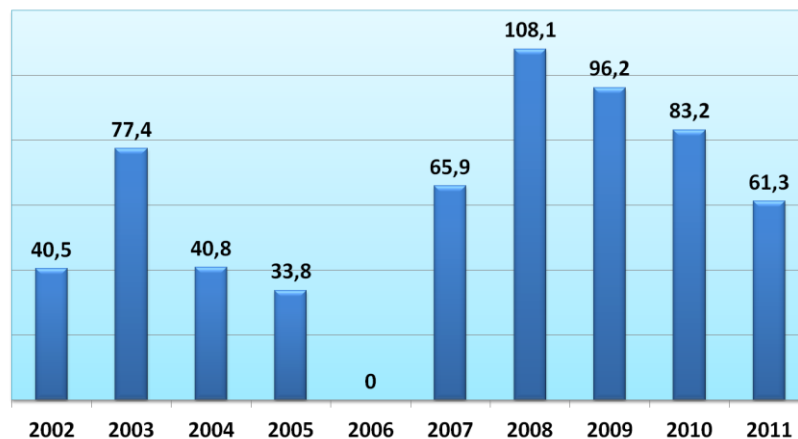


Рис. 2 – Динаміка вилову (тонн) риби у Печенізькому водосховищі за останні 10 років.

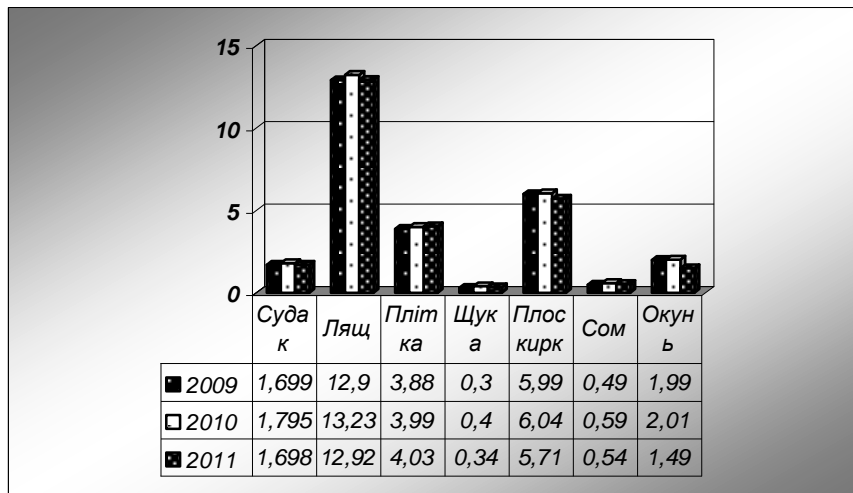


Рис. 3 – Виллов окремих видів риби за 2009-2011 рр.

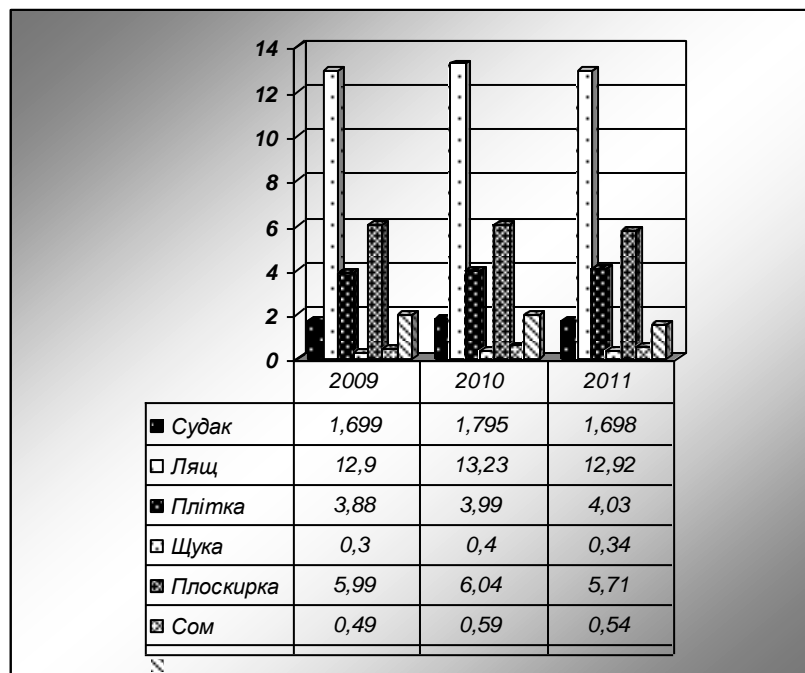


Рис. 4 – Виллов риби за 2009-2011 рр.

показник зовсім нульовий (рис. 5). Також треба відзначити, що з кожним роком цей показник зменшується. Так, у 2002 році показник вилову становить 40,5 т, вже у 2003 році він збільшився до 77,4 т. Далі спостерігається зменшення вилову до нуля у 2006 році і збільшення до максимуму у 2008 році. У 2001 році вилов становить 61,4 т.

Як видно з рисунку 5, найбільший вилов товстолобика (32,1 т/рік). Більш ніж вдвічі менший показник у ляща (14 т/рік). Най-

менший вилов білизни (0,0006 т/рік), щуки (0,32 т/рік), сома (0,5 т/рік) та карася (0,6 т/рік).

Треба відзначити, що, незважаючи на жорсткі вимоги законодавства з питань охорони, відтворення та використання водних живих ресурсів, все ж таки трапляються випадки їх порушення. Так, у 2011 році зафіксовано один лов без дозволу, та 15 випадків з іншими порушеннями.

У водойми Харківської області користувачами водних живих ресурсів, які здійснюють рибогосподарську діяльність згідно з Режи-

мами рибогосподарської експлуатації водойм вселено – 2,572562 млн. екз. молоді водних живих ресурсів. Наприклад, в озері Лиман у 2002 році виловлено 120,5 тон ри-

би, а у 2011 році – 119,3 т. (рис. 7). Найбільший вилов спостерігається у 2007 та 2008 рр.

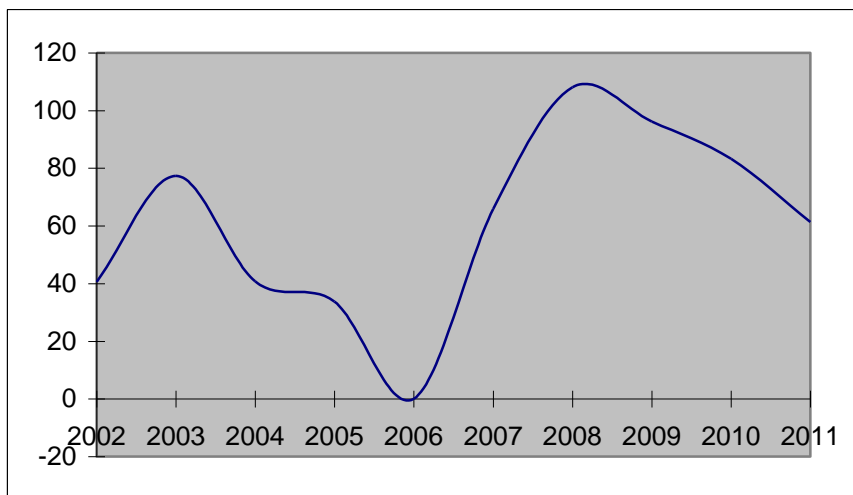


Рис. 5 – Динаміка загального улову у Печенізькому водосховищі за останні 10 років

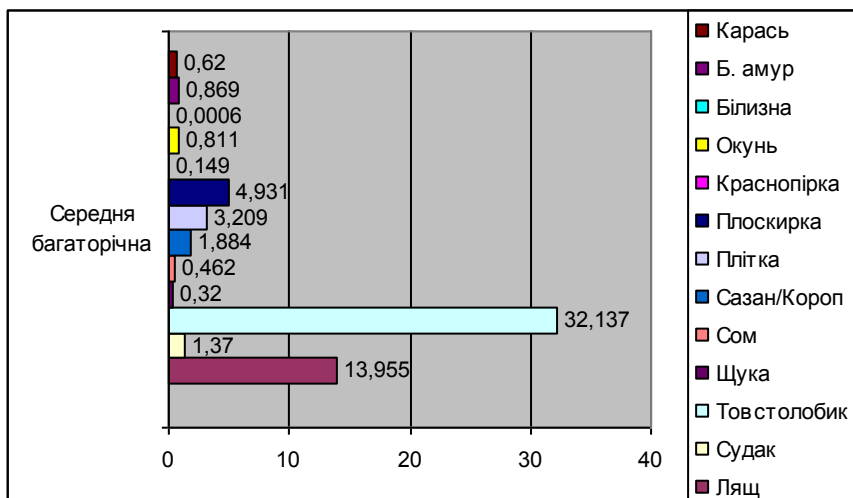


Рис. 6 – Динаміка вилову водних біоресурсів за видами (тон) у Печенізькому водосховищі

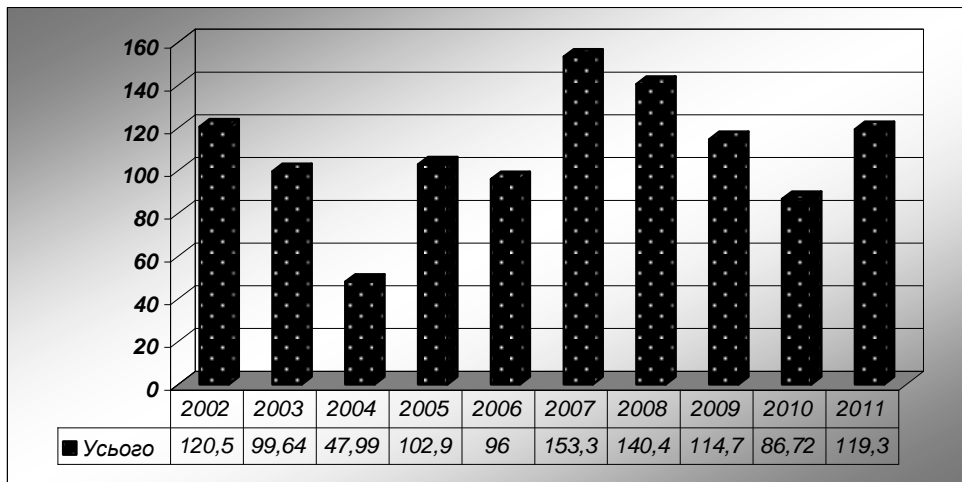


Рис. 7 – Динаміка вилову водних біоресурсів користувачами у озері Лиман

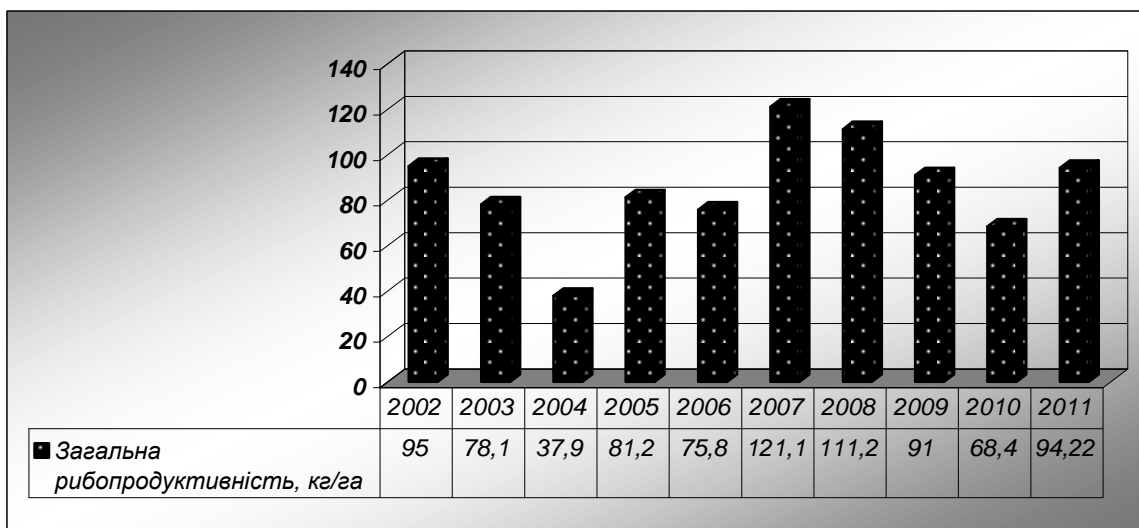


Рис. 8 – Динаміка рибопродуктивності за останні 10 років у озері Лиман

Найбільша рибопродуктивність спостерігається у 2007 та 2008 рр (121,1 та 111,2 кг/Га відповідно) (рис. 8). Найбільша рибопродуктивність за рахунок вселенців можемо спостерігати у 2007 році. Більш за все виловлюється товстолобик (81 т/рік), а всієї

риби у середньому 108,15 т/рік. За 10 років всього виловлено в озері Лиман 1081,5 т.

Таким чином, можна констатувати, що в Харківській області спостерігається позитивна динаміка вилову водних ресурсів поверхневих вод.

ВИСНОВКИ

Підбиваючи підсумки досліджень та динаміку використання рибних ресурсів поверхневих вод Харківської області, слід відзначити незначне, але збільшення запасів риби та її асортименту загалом по області.

Однак, недосконалість національної нормативної бази призводить до глибокої кризи

в даній галузі, адже, наприклад, незважаючи на відсутність порядку надання водойм загальнодержавного значення у оренду – водойми передаються в оренду органами місцевого самоврядування та використовуються так званими «горе-орендарями» без дотримання жодних вимог раціональної та адекватної

експлуатації водойм, з точки зору наукових рекомендацій та екологічних вимог.

Значно впливають на показники обсягів зариблення (вирощування) та вилову товарної риби – висока вартість на штучні рибокорми, податковий тиск на виробника, загальне зниження продуктивності рибницьких ставків області та висока непідйомна ресурсоємність для СТРГ.

Для підвищення ефективності охорони водних живих ресурсів та регулювання рибальства у Харківській області слід до потужної бази для інтенсивного розвитку рибальства додати ще й неухильне дотримання вимог законодавства щодо охорони, використання та відтворення рибних запасів всіма користувачами водних біоресурсів в області; опрацювання механізмів виділення рибовідтворювальним підприємствам частини коштів, що стягуються з порушників природоохоронного законодавства та користувачів водних біоресурсів; внесення змін до діючого КпАП України в частині підвищення розміру штрафних санкцій та процедури оскарження судових рішень у справах про адміністративні правопорушення, виключивши таким чином випадки безпідставного закриття справ місцевими судами, умисного затягування строків розгляду справ, що призводить до їх закриття. В зв'язку з прийняттям нового Закону України «Про рибне

господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів» слід забезпечити приведення пов'язаних нормативно – правових актів у відповідність з цим Законом, через численні суперечки в діючій законодавчій базі, що призводять до різноманітних абсурдних та безвихідних ситуацій у рибогосподарських відносинах.

Потрібно зазначити, що фактичний вилов риби на водних об'єктах Харківської області приблизно відповідає затвердженим лімітам вилову на протязі останніх 10 років, а найбільшу частку вилову складають лящ та товстолобик.

Можна визначити, що державне управління рибною галуззю має бути більш ефективним, адже це може бути однією з причин, що гальмують розвиток української аквакультури в цілому в державі. Тут слід ще раз відзначити і низький рівень законодавчого забезпечення та державної фінансової підтримки виробничої діяльності рибницьких підприємств, часті кадрові зміни у керівному апараті рибної галузі та реорганізації її центральних та територіальних органів – з наведеним вище, це далеко не повний перелік ознак неналежної державної політики щодо охорони, використання і відтворення водних біоресурсів в Україні та в Харківській області зокрема.

ЛІТЕРАТУРА

1. Виробничий звіт Головного державного управління охорони, використання і відтворення водних живих ресурсів та регулювання рибальства у Харківській області за 2011 рік.
2. Мартышев Ф. Г. Прудовое рыбоводство: Учебн. пособ./ Ф. Г. Мартышев – М.: Высшая школа, 1973. – 428 с.
3. Никольский В. Г. Экология рыб./ В. Г. Никольский – М.: Высшая школа, 1963. – 158 с.
4. Новиков Г. А. Основы общей экологии./ Г. А. Новиков. – Л., 1979. – 185 с.
5. Рыболовы и рыбоводы. / Под ред. Л.Н. Жукова. – М.: Знание, 1980. – 46 с.
6. Суховерхов Ф. М. Прудовое рыбоводство. / Ф. М. Суховерхов – М.: Просвещение, 1963. – 423 с.
7. Шпет Г. И. Биологическая продуктивность рыб и других животных./ Г. И. Шпет – К.: Урожай, 1988. – 253 с.
8. Щербуха А. Я. Рыби наших водойм./ А. Я. Щербуха. – К.: Рад. Школа, 1987. – 159 с.

Надійшла до редколегії 18.02.2012

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК 574.64:504.064

А. В. ГРИЦЕНКО, д-р геогр. наук, проф.

*Український науково-дослідний інститут екологічних проблем,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

О. М. КРАЙНЮКОВ, канд. геогр. наук, доц.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

НОРМУВАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗА РІВНЯМИ ТОКСИЧНОСТІ ПРИ ЇХ СКИДАННІ У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ

При розробці гранично допустимих скидів речовин у водні об'єкти із зворотними водами до переліку фактичних і затверджених показників властивостей зворотних вод, поряд з іншими, включено показник рівня токсичності, який визначається методом біотестування. Розглянуто порядок визначення фактичних, встановлення або коригування гранично допустимих рівнів токсичності зворотних вод, що скидаються в водні об'єкти. Експериментальні дані щодо наявності або відсутності токсичних властивостей зворотних вод отримують за допомогою методики визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних церіодафіях. Нормативною вимогою до зворотних вод при скиданні їх у водні об'єкти є відсутність гострої летальної токсичності для тест-об'єктів.

Ключові слова: водні об'єкти, зворотні води, біотестування, токсичність, контрольний створ, розбавлення

Гриценко А. В., Крайнюков А. Н. НОРМИРОВАНИЕ ВОЗВРАТНЫХ ВОД ПО УРОВНЯМ ТОКСИЧНОСТИ ПРИ ИХ СБРОСЕ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

При разработке предельно допустимых сбросов веществ в водные объекты с возвратными водами в перечень фактических и утвержденных показателей свойств возвратных вод, наряду с другими, включен показатель уровня их токсичности, который определяется методом биотестирования. Рассмотрен порядок определения фактических, установления или корректировки предельно допустимых уровней токсичности возвратных вод, которые сбрасываются в водные объекты. Экспериментальные данные относительно наличия или отсутствия токсических свойств возвратных вод получают с помощью методики определения острой летальной токсичности воды на ракообразных цериодафиях. Нормативным требованием к возвратным водам на сбросе их в водные объекты является отсутствие острой летальной токсичности для тест-объектов.

Ключевые слова: водные объекты, возвратные воды, биотестирование, токсичность, контрольный створ, разбавление

Grytsenko A. V., Krainiukov A. N. REGULATION RETURN WATER ON TOXIC LEVELS DURING THEIR INTERCEPTION INTO WATER BODIES

In developing the substance interception maximum permissible into water bodies with return waters to the list of actual and approved indicators of return water quality was included the indicator of their toxicity level, determining by biotesting method. It considered the process of determining actual toxic levels maximum permissible by return waters, their assessment and correction, which intercept into water bodies. For presence or lack of toxic properties of return water the experimental data is obtained by determination of acute lethal toxicity on Ceriodaphnia crustaceans. Regulatory requirement to return waters to interception into water bodies is the lack of acute lethal toxicity for test-objects.

Key words: water bodies, return waters, biotesting, toxicity, control range, dilution

ВСТУП

Постановка проблеми. Одним із основних напрямів водоохоронної діяльності в Україні є державний контроль за станом

водних об'єктів з метою забезпечення додержання водокористувачами вимог природоохоронного законодавства. Як відзначається у Національній доповіді про стан

@ Гриценко А. В., Крайнюков О. М., 2012

навколишнього природного середовища в Україні [1] практично всі поверхневі водні об'єкти протягом останніх 10 років інтенсивно забруднюються через надходження зворотних вод. Зокрема, у 2010 році у водні об'єкти скинуто 7817 млн. м³ зворотних вод (на 436 млн. м³ більше порівняно з 2009р.), із них забруднених - 1744 млн. м³, у тому числі забруднених без очистки – 311 млн. м³. Основним джерелом забруднення поверхневих вод є скид промислових зворотних вод, зокрема, підприємствами чорної металургії скинуто 526 млн. м³, вугільної промисловості – 311 млн. м³, житлово-комунальної галузі – 711 млн. м³, сільського господарства 74 млн. м³ зворотних вод.

Найбільші об'єми скидів зворотних вод здійснено в водні об'єкти басейнів Дніпра – 714 млн. м³ та Сіверського Дінця – 180 млн. м³. Середньорічні концентрації основних забруднюючих речовин у воді водних об'єктів зазначених басейнів перевищували ГДК, а за деякими інгредієнтами були на рівні високого забруднення, наприклад, впродовж 2010 року спостерігалось перевищення ГДК у воді р. Дніпро сполук міді у 10 – 47, цинку у 10 – 30, хрому шестивалентного у 2 – 12 разів; у воді р. Сів. Донець азоту нітратного у 10 – 51, міді у 31 – 48, марганцю у 11 – 43 разів. Всього в басейні Дніпра було зафіксовано 72,7% (від загальної кількості проб) випадків сильного забруднення води важкими металами.

Як видно із наведеного переліку практично всі забруднюючі речовини, що скидаються у водні об'єкти із зворотними водами, відносяться до специфічних сполук токсичної дії, наявність яких у воді може призводити до порушення функціонування біотичної складової водної екосистеми, і як наслі-

док, пригнічення самоочисної спроможності води та погіршення її якості.

Стан питання. Згідно зі статтею 38 Водного кодексу України у галузі використання і охорони вод встановлюються нормативи гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами. При розробленні ГДС до фактичних і затверджених показників властивостей зворотних вод у всіх випадках їх скидання у водні об'єкти, поряд з іншими, включено показник рівня токсичності [2,3].

Наявність або відсутність токсичних властивостей води визначають методом біотестування, який виконується в експериментальних умовах і дозволяє в інтегральній формі оцінити сукупний токсичний ефект всіх розчинених у воді хімічних речовин з урахуванням різних проявів їх взаємодії (синергізму, антагонізму, адитивності).

Відповідно до вимог міжвідомчого нормативного документу [4], рекомендується порядок контролю відповідності якості поверхневих і зворотних вод встановленим нормативам гранично допустимих рівнів їх токсичності. Для зворотних вод на скиді у водні об'єкти в зоні їх основного розбавлення з водою водоприймача з метою попередження створення гостролетальних умов для водних організмів встановлено норматив – відсутність гострої летальної токсичності. Оскільки наявність або відсутність токсичності води характеризує її біологічну повноцінність, тобто здатність забезпечити умови нормального функціонування водних організмів, їх відтворювальну функцію впродовж ряду поколінь, нормативом гранично допустимого рівня токсичності поверхневих вод є відсутність хронічної токсичності.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Гранично допустимий рівень токсичності (ГДРТ) зворотної води – це максимальний рівень її токсичності, допустимий для скидання у водний об'єкт. ГДРТ є поточним нормативом токсичних властивостей зворотної води.

Встановлення ГДРТ і підготовка матеріалів до ГДС для конкретного підприємства – водокористувача виконується за спеціальною програмою, яка включає: відбір проб зворотних вод на скиді у водний об'єкт з такою періодичністю, щоб урахувати коливання їх складу і властивостей, а також інші

специфічні особливості відповідного виробництва; проведення біотестування зворотних вод для визначення їх гострої летальної токсичності за допомогою методики біотестування з використанням в якості тест-об'єкта ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg [5,6].

Методика ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загиблих церіодафній у зворотній воді, та їх кількістю у воді, яка не містить токсичних речовин – контрольній воді. Критерієм гострої летальної токсичності є загибель 50% церіодафній і більше у

зворотній воді порівняно з контрольною водою за 48 годин. Біотестуванню підлягають проба зворотної води без розбавлення, ряд її розбавлень і контрольна вода. Наприкінці біотестування підраховують живих і розраховують відсоток загиблих церіодафній у зворотній воді, її розбавленнях та у контрольній воді.

За результатами підрахунку кількості живих церіодафній у зворотній воді, кожному її розбавленні та у контрольній воді визначають середні арифметичні, які використовують для розрахунку кількості загиблих церіодафній у зворотній воді та її розбавленнях відносно контрольної води за формулою:

$$A = \frac{\bar{X}_k - \bar{X}_{36}}{\bar{X}_k} * 100 \quad (1)$$

де A – кількість загиблих церіодафній у зворотній воді відносно контрольної води, %;

\bar{X}_k – середнє арифметичне кількості живих церіодафній у контрольній воді, екземпляри;

\bar{X}_{36} – середнє арифметичне кількості живих церіодафній у зворотній воді та у кожному її розбавленні, екземпляри.

На підставі величини A для нерозбавленої проби (кратність розбавлення дорівнює 1,0) роблять висновок про наявність або відсутність гострої летальної токсичності води. Вважають, що гостра летальна токсичність води виявляється, якщо $A \geq 50$ %.

За результатами розрахунку загиблих церіодафній (у відсотках) у кожному розбавленні порівняно з контролем здійснюють кількісну оцінку токсичності кожної проби води. Для цього методом лінійної регресії визначають середнє летальне розбавлення проби за 48 год. біотестування - LP_{50} . Якщо проба води не виявляє гострої летальної токсичності, тобто в нерозбавленій пробі кількість загиблих церіодафній становила менше 50 %, значення LP_{50} приймають рівним 0,50.

Розрахунок фактичного рівня токсичності (ФРТ) та встановлення гранично допустимого рівня токсичності (ГДРТ) зворотних вод здійснюють за методиками, що наведені в нормативних документах [2,7].

Для кожної проби води, що аналізується на токсичність, розраховують кратність розбавлення (N), за якої забезпечується вижи-

ваність церіодафній на рівні близько 100%. Для цього використовують формулу:

$$N = k \cdot LP_{50}, \quad (2)$$

де: k – коефіцієнт, урахування якого забезпечує виживаність церіодафній близько 100 %, його значення дорівнює 2;

LP_{50} – експериментально встановлена кратність середнього летального розбавлення проби зворотної води.

У випадку, коли проба зворотної води не виявила гострої летальної токсичності без розбавлення, тобто LP_{50} було рівним 0,50, згідно з формулою (2), значення N такої проби дорівнює 1,00.

Отримані значення N використовують для розрахунку необхідної кратності розбавлення окремих проб зворотних вод (НКРП), що характеризує ступінь розбавлення зворотної води водою водного об'єкту. Необхідну кратність розбавлення зворотної води для однієї проби (НКРП) розраховують за формулою

$$НКРП = N / n \quad (3)$$

де n – кратність розбавлення зворотної води у контрольному створі водного об'єкта.

При розрахунку НКРП відповідно до [2] значення n приймається не більшим ніж 10 (тобто $n \leq 10$), що забезпечує запобігання скиду зворотних вод з високими показниками рівня токсичності, незалежно від спроможності до розбавлення водного об'єкта.

Остаточне значення необхідної кратності розбавлення (НКР) обчислюється як середнє арифметичне ряду значень окремих проб зворотних вод (НКРП).

Результат обчислення НКР дорівнює фактичному рівню токсичності (ФРТ).

ФРТ характеризує значення кратності розбавлення зворотної води (у разі токсичності), за якої забезпечується безпека для біоценозу водного об'єкту. При цьому значення ФРТ може бути менше 1 (це свідчить про наявність запасу асимілюючої спроможності водного об'єкту); дорівнювати 1 (якість зворотної води відповідає встановленому нормативу токсичності), або бути більше 1 (кратність розбавлення зворотної води в контрольному створі менша за отриману в експерименті).

Рівні токсичності зворотних вод оцінюють за класифікацією, наведеною у табл. 1.

Встановлення гранично допустимого рівня токсичності (ГДРТ) здійснюється таким

чином: якщо фактичний рівень токсичності зворотної води менше або дорівнює одиниці, то гранично допустимий рівень токсичності встановлюється відповідно значенню фактичного рівня токсичності; у випадку, коли фактичний рівень токсичності більше одиниці, гранично допустимий рівень токсичності повинен дорівнювати одиниці, тобто зворотна вода на скиді у водний об'єкт, відповідно до нормативу [4] не повинна чинити гостру летальну токсичну дію на тест-об'єкти.

Значення ФРТ, ГДРТ та їх якісні показники – класи токсичності – заносяться у відповідну форму документу 2, додатку 2 Інструкції [2].

У випадках, коли в процесі розробки ГДС не було встановлено нормативів ГДРТ, а при біотестуванні води з контрольного створу водного об'єкту її якість не відповідає нормативу за токсикологічним показником – чинить хронічну токсичну дію на тест-об'єкти, використовується процедура коригування встановлених величин ГДС.

Таблиця 1

Класифікація зворотних вод за рівнями токсичності

Клас токсичності води	Ступінь токсичності	Фактичний рівень токсичності
I	нетоксична	0,1-1,0
II	слаботоксична	1,1-3,0
III	середньо токсична	3,1-5,0
IV	високотоксична	5,1-10,0
V	надзвичайно токсична	більше 10,0

Для цього застосовують методику визначення хронічної токсичності води [8]. Визначають мінімальну кратність розбавлення зворотної води на скиді у водний об'єкт, за якої не проявляється хронічна токсична дія на тест-об'єкти, і порівнюють її з розрахунковою кратністю загального розбавлення зворотних вод у контрольному створі. В якості контрольної і тієї, що розбавляє, використовують воду водного об'єкту, відібрану поза зоною впливу зворотної води, яка підлягає біотестуванню.

Якщо розрахункова кратність n загального розбавлення зворотної води в контрольному створі менша, ніж необхідна кратність n_r розбавлення зворотної води, визначена при біотестуванні, і не може бути збільшена за рахунок зміни конструкції або місця розташування випуску, величину ГДС коригують у бік зменшення.

У зв'язку з тим, що за допомогою методу біотестування визначають загальну токсичність зворотної води, яка обумовлена наявністю в ній суміші речовин і важко встановити яка саме речовина викликає токсичність, коригування величини ГДС здійснюють за рахунок зменшення існуючої витрати зворотних вод q до величини q^{\max} , що забезпечує виконання умови

$$n > n_r \quad (4)$$

При цьому скоректовану величину ГДС для кожної речовини визначають за формулою (5)

$$ГДС' = q^{\max}/q * ГДС \quad (5)$$

Для випуску зворотних вод у водотік величина витрати зворотних вод істотно впливає тільки на основне розбавлення, яке розраховують за формулою (6)*

$$n_i = \frac{(q + \gamma Q)}{q} \quad (6)$$

* – для розрахунків використано формули, які наведено в [9]

де q – витрата зворотних вод, м³/с;

γ – коефіцієнт змішення, що показує, яка частина річкової витрати змішується зі зворотною водою в максимально забрудненому струмені даного створу;

Q – витрата води в річці м³/с.

При цьому максимальну витрату зворотних вод q^{\max} , що задовольняє умові (4), визначають з рішення рівняння

$$\frac{1 + p_m}{1 + p_m \exp(-a^3 \sqrt{p_m})} = \frac{n_r}{n} \quad (7)$$

$$\text{де } p_m = Q/q^{\max}; \quad a = \varphi \xi_3 \sqrt{\frac{Dl}{Q}};$$

Q – розрахункова витрата водотоку, м³/с;
 φ – коефіцієнт звивистості (відношення відстані від випуску до контрольного створу по фарватеру до відстані по прямій);

ξ – коефіцієнт, залежний від місця випуску зворотних вод (при випуску біля берега $\xi = 1$, при випуску в стержень річки $\xi = 1,5$);
 l – відстань від випуску до контрольного створу по фарватеру, м;

D – коефіцієнт турбулентної дифузії, який обчислюється за формулами (8), (9)

$$D = \frac{g v H}{37 n_{ш} C^2} \quad (8)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

v – середня швидкість течії річкового потоку, м/с;

H – середня глибина потоку, м;

$n_{ш}$ – коефіцієнт шорсткості ложа річки;

C – коефіцієнт Шезі, м^{1/2}/с.

Для визначення умов розбавлення в зимовий період, коли водний об'єкт покритий льодом, коефіцієнт турбулентної дифузії обчислюється за формулою (9)

$$D = \frac{g v R_{np}}{37 n_{np} C_{np}^2} \quad (9)$$

де R_{np} , n_{np} , C_{np} – приведені значення гідравлічного радіуса, коефіцієнта шорсткості і коефіцієнта Шезі.

Для випуску зворотних вод у водойму величина витрати зворотних вод впливає тільки на початкове розбавлення, що визначається за формулами (10), (11)

при випуску зворотних вод в мілководдя (біля берега) або у верхню третину глибини

$$n_n = \frac{(q + 0,00215 \omega H_{cp}^2)}{(q + 0,000215 \omega H^2)} \quad (10)$$

де ω – швидкість вітру над водою, м/с;

при випуску зворотних вод в нижню третину глибини

$$n_n = \frac{(q + 0,00158 \omega H_{cp}^2)}{(q + 0,000079 \omega H^2)} \quad (11)$$

При цьому максимальну витрату зворотних вод q^{\max} , що задовольняє умові (4), визначають таким чином:

при випуску в мілководдя або у верхню третину глибини

$$q^{\max} = 0,00215 v H_{cp}^2 \frac{n_0 - 0,1 n_\tau}{n_\tau - n_0} \quad (12)$$

при випуску в нижню третину глибини

$$q^{\max} = 0,00158 v H_{cp}^2 \frac{n_0 - 0,05 n_\tau}{n_\tau - n_0} \quad (13)$$

де v – швидкість вітру над водою в місці випуску зворотних вод, м/с;

H_{cp} – середня глибина водного об'єкту поблизу випуску, м;

n_0 – кратність основного розбавлення, що визначається за формулами (14), (15)

при випуску зворотних вод в мілководдя або верхню третину глибини

$$n_0 = 1 + 0,412 \left(\frac{l}{\Delta x} \right)^{\frac{0,627 + 0,0002}{\Delta x}} \quad (14)$$

де $\Delta x = 6,53 H_{cp}^{1,17}$;

при випуску зворотних вод в нижню третину глибини

$$n_0 = 1,85 + 2,32 \left(\frac{l}{\Delta x} \right)^{\frac{0,41 + 0,0064}{\Delta x}} \quad (15)$$

де $\Delta x = 4,41 H_{cp}^{1,17}$;

У випадках, коли можливо встановити, яка саме речовина викликала токсичну дію, коригування величини ГДС по цій речовині з обов'язковим подальшим біотестуванням здійснюється за рахунок зменшення концентрації відповідної речовини в зворотних водах. Мінімальне значення параметра k , що показує в скільки разів необхідно зменшити концентрацію речовини в зворотних водах, визначають за формулою (16).

$$k^{\min} = \frac{k^{\max}}{1 + \frac{n}{n_\tau} (k^{\max} - 1)} \quad (16)$$

де $k^{\max} = \frac{C_{ГДС}}{C_\phi}$; $C_{ГДС}$ – концентрація

речовини в зворотних водах при існуючому ГДС, г/м³. При цьому скоректовану величину ГДС визначають згідно з формулою (17)

$$ГДС' = \frac{ГДС}{k^{\min}} \quad (17)$$

Якщо визначене з умови (15) значення k^{\min} технічно не може бути реалізовано, вибирають його досяжне значення і здійснюють подальше коригування ГДС за рахунок зменшення існуючої витрати зворотних вод,

у відповідності до 5, 7, 12, замінюючи всюди n_{τ} величиною

$$n_{\tau}^k = \frac{C_{ГДС} - kC_{\phi} * n_{\tau}}{C_{ГДС} - C_{\phi} K}$$

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Встановлення гранично допустимого рівня токсичності зворотних вод на прикладі камене-дробильного заводу (КДЗ) «Віта» (сmt. Клесів, Сарненський район, Рівенська область). З метою встановлення ГДРТ зворотних вод КДЗ «Віта», які скидаються у р. Льва з об'ємом витрат 41,2 тис. м³/рік, у різні пори року (лютий та березень 2012р.) було відібрано 6 проб зворотних вод із зумпфа кар'єру родовища «Купчина» на скиді у р. Льва.

Результати біотестування зворотних вод показали, що у лютому всі 3 проби води чинили гостру летальну токсичну дію на церіодафній, значення кратності середнього летального розбавлення (LP_{50}) складало 2,09; 2,19; 2,09 відповідно. Кратність розбавлення (N) для кожної із проб води, за якої забезпе-

чується виживаність церіодафній близько 100% (формула 2), дорівнювала значенню 4,18; 4,38; 4,18 відповідно. Проби води, які було відібрано у березні, за результатами біотестування не виявили токсичних властивостей.

За даними підприємства кратність розбавлення зворотних вод у контрольному створі р. Льва складає 41,6. Для розрахунку НКРП, відповідно до [2], значення кратності розбавлення зворотних вод водою водного об'єкту приймається рівним 10.

Розрахунок необхідної кратності розбавлення окремих проб зворотних вод (НКРП), що характеризує відношення витрати зворотних вод до коефіцієнта їх розбавлення водою р. Льва, надано у таблиці 2.

Таблиця 2

Розрахунок НКРП окремих проб зворотних вод

Номер проби	1	2	3	4	5	6
N	4,18	4,38	4,18	1,00	1,00	1,00
n	10,00					
НКРД	0,42	0,44	0,42	0,1	0,1	0,1

Таблиця 3

Показники токсичності

Затвержені рівні та класи токсичності	Фактичний рівень токсичності (ФРТ)	Гранично допустимий рівень токсичності (ГДРТ)	Кратність розбавлення в контрольному створі
Необхідна кратність розбавлення (НКР)	0,26	0,26	41,6
Клас	1	1	

Остаточне значення необхідної кратності розбавлення (НКР) дорівнює середньому арифметичному ряду значень НКРП, тобто 0,26.

Відповідно до [2] фактичний рівень токсичності (ФРТ) зворотних вод дорівнює значенню НКР, тобто (0,26). У випадку, коли ФРТ зворотної води менше або дорівнює одиниці, згідно з класифікацією (табл. 1)

такі зворотні води є нетоксичними і відносяться до 1 класу токсичності. ГДРТ встановлюється відповідно значенню ФРТ.

Згідно з «Інструкцією...» [2], гранично допустимий рівень токсичності зворотних вод КДЗ «Віта» на скиді в р. Льва встанов-

люється рівним (0,26), зворотні води нетоксичні, 1 клас токсичності.

Значення ФРТ, ГДРТ та їх якісні показники заносяться у відповідну форму документу 2, додатку 2 Інструкції [2] (табл.3).

ВИСНОВКИ

Задовільний екологічний стан поверхневих вод і якість води, що відповідає вимогам для конкретних видів водокористування, забезпечуються шляхом встановлення та дотримання нормативів гранично допустимого скиду у водні об'єкти зворотних вод за показниками їх складу і властивостей.

Важливим показником властивостей зворотних вод є рівень токсичності, що визначається методом біотестування і характеризує їх небезпеку для водних організмів, нормальне функціонування яких забезпечує самочисну спроможність води водних об'єктів.

Нормативною вимогою до якості зворотних вод на скиді у водний об'єкт є відсутність гострої летальної токсичності для тест-об'єктів – представників біотичної складової водної екосистеми.

З метою обмеження надходження у водні об'єкти зворотних вод, до складу яких входять специфічні хімічні речовини токсичної дії, визначають фактичні та встановлюють гранично допустимі рівні токсичності зворотних вод при їх скиданні у водні об'єкти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році.
2. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти зі зворотними водами. Затверджено наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України від 15.12.94 № 116. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 22.12.94 за № 313/523.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.09.96 № 1100 "Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується".
4. Методика визначення рівнів токсичності поверхневих і зворотних вод для контролю відповідності їх якості встановленим нормативним вимогам. Затв. наказом Мінекобезпеки України від 31.01.2000 № 27.
5. КНД 211.1.4.055-97. Методика визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Затв. наказом Мінприроди України від 21.05.97 № 68
6. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD).
7. КНД 211.1.4.046-95. Біотестування та визначення рівнів гострої летальної токсичності зворотних вод, які відводяться у водні об'єкти. Методика. Затв. наказом Мінекобезпеки України від 30.05.95 № 47.
8. КНД 211.1.4.056-97. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Затв. наказом Мінприроди України від 21.05.97 № 68.
9. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. Под общей ред. В.Н. Самохина. Из. 2-е пер. и доп. – М.: Стройиздат. 1981. – 84с.

Надійшла до редколегії 20.03.2012

УДК 502: (37.03+613)

Е. О. КОЧАНОВ, канд. військ. наук, доц., **І. Е. КОЧАНОВА**
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ВІЗУАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА УРБОСИСТЕМ (на прикладі Ленінського району м. Харкова)

Екологічні проблеми, зазвичай, пов'язані з забрудненням повітря і води, з високим рівнем шумового та радіаційного забруднення, але ніколи при цьому не згадується такий екологічний фактор як візуальне середовище та його стан. Більше того, прийнято вважати, що все що нам потрібно – це чисте повітря, чиста вода і ми не опікуємося про те, на що дивимось. Візуальне середовище сучасних міст України суттєво впливає на стан здоров'я мешканців цих міст. Проведено дослідження стану візуального середовища Ленінського району м. Харкова і надані рекомендації поліпшення візуальних полів.

Ключові слова: відеоекоекологія, візуальне середовище, саккади

Kochanov E., Kochanova I. ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF VISUAL ENVIRONMENT URBOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE LENINSKY DISTRICT OF KHARKIV)

Environmental problems are usually linked to air and water pollution, with high levels of noise pollution and radiation, but never at the same time mentions the environmental factor as a visual medium and its status. Moreover, it is assumed that all we need - it's pure air, clean water and we do not care about what we look. Visual environment of modern cities in Ukraine affects the health of the inhabitants of these cities. Conducted a study on the state of the visual environment of Leninsky district of Kharkov and made recommendations to improve the visual fields.

Keywords: videoecology, visual environment, saccades

Кочанов Э. А., Кочанова И. Э. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ВИЗУАЛЬНОЙ СРЕДЫ УРБОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА Г. ХАРЬКОВА)

Экологические проблемы, обычно связанные с загрязнением воздуха и воды, с высоким уровнем шумового и радиационного загрязнения, но никогда при этом не упоминается такой экологический фактор как визуальная среда и ее состояние. Более того, принято считать, что все что нам нужно - это чистый воздух, чистая вода и мы не заботимся о том, на что смотрим. Визуальная среда современных городов Украины существенно влияет на состояние здоровья жителей этих городов. Проведены исследования по изучению состояния визуальной среды Ленинского района г. Харькова и даны рекомендации улучшения визуальных полей.

Ключевые слова: видеоэкология, визуальная среда, саккады

ВСТУП

Постановка проблеми. Міське середовище являє собою комплекс природних, природно-антропогенних і соціально-економічних факторів, які роблять значний і різноманітний вплив на мешканців міст. Міське середовище життя людини – це сукупність внутрішньо-квартирного житлового середовища, штучного середовища (поза квартирами, підприємств, установ, вулиць, доріг, транспорту та ін.), середовища культурних ландшафтів (парків, садів та ін.), природного середовища, а також соціально-психологічного й соціально-економічного середовищ. Створення екологічного міського середовища життєво важливо для людини.

Проблема екології людини придбала для багатьох країн економічну і соціальну значимість. Однак, коли мова йде про екологічні

проблеми, звичайно говориться про погане повітря, забруднену воду, підвищений шум і радіацію і не згадується не менш важливий екологічний фактор – постійне видиме середовище і його стан.

Аналіз останніх досліджень й публікацій. Наукові дослідження свідчать що постійне візуальне середовище, його насиченість зоровими елементами впливає на психічний і загально-фізіологічний стан людини, особливо впливає на його **орган зору**, тобто діє як будь-який інший екологічний фактор [10, 11, 12].

Науковий напрямок, що розбудовує аспекти візуального сприйняття навколишнього середовища, було запропоновано російським фізіологом В. А. Філінім в 1989 році, називається **відеоекоекологією**. Це пріоритетний науковий напрям, який входить у сферу

інтересів екологів, психологів, фізіологів, лікарів, архітекторів, художників [9].

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Вигляд великих міст і його вплив на людину вивчає відносно нова наука – відеоекологія. Термін *відеоекологія* (від латин. video – бачити, греч. οίκος і λόγος – екологія) містить у собі область знання про взаємодію людини з навколишнім видимим середовищем [16].

Проблема відеоекології стала особливо актуальною за останні 50 років у зв'язку із загальною урбанізацією, яка відторгнула людину від природнього візуального середовища. Такому відторгненню значною мірою сприяло застосування нових містобудівних технологій, конструкцій, матеріалів у практиці забудови міст.

Візуальне середовище – один з головних компонентів життєзабезпечення людини. Під *візуальним середовищем* розуміють навколишнє середовище, яке людина сприймає через орган зору у всьому його розмаїтті – це ліс, берег моря, небо, гори, будинки, споруди, це інтер'єр житлових і виробничих приміщень, автомашини, кораблі, літаки і т. ін. Усе видиме середовище вчені умовно поділили на дві складові: природну й штучну [9].

Мета. Дати оцінку візуального середовища Ленінського району м. Харкова та рекомендації щодо його поліпшення.

Природнє візуальне середовище перебуває в повній відповідності з фізіологічними нормами зору, тому що природа створювала око «під себе». Зовсім інша справа – штучне середовище. Воно усе більше відрізняється від природнього і у багатьох випадках суперечить законами зорового сприйняття людини [11, 12]. Поки людина більшу частину часу перебуває у природньому середовищі, у формуванні нового наукового напрямку – відеоекології не було необхідності [12].

Людина сприймає зовнішнє середовище через зоровий аналізатор. На думку вчених 80% інформації людина одержує саме через зір.

Око – самий активний з органів почуттів; постійно рухається і переміщується у двох основних площинах: горизонтальної (вправо – вліво) і вертикальної (нагору – вниз). Така активність досягається, насамперед, природою окорухового апарату й особливо роботою його нервових центрів, а також властивостями м'язів ока, які є самими швидкодіючими в організмі (рис. 1) [8].



Рис. 1 – Будова ока людини

У чималому ступені активності ока сприяють його куляста форма та мінімальне тертя: око практично «пливе» в орбіті, через що воно вільно переміщається й здійснює швидкий аналіз навколишнього простору. Необхідність цього пояснюється, насамперед тим, що око людини ясно бачить навколишні предмети дуже малою ділянкою сітківки всього 0,4 мм у діаметрі, (рис. 2) [8]. Характеризуючи можливості фізіологічного сприйняття простору, відзначається, що розмір поля зору в середньому становить близько 120° [9].

Існують два основні види рухів очей – повільні й швидкі. Швидкі рухи очей у літературі одержали назву *саккади* (від французького слова «бавовна вітрила»). Саккади правого й лівого ока зовсім синхронні й мають однакову амплітуду (рис. 3). Орієнтовані вони також в одному напрямку. Саккад досить багато – приблизно дві і більше у секунду, тобто напрямок погляду змінюється кожні пів-секунди. Таким чином, око постійно сканує навколишній простір [8].

На підставі цих даних була сформульована **концепція про автоматію саккад**. Це

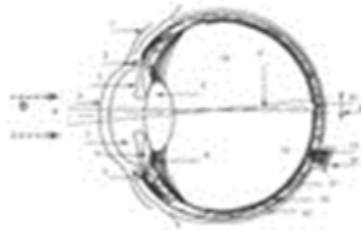


Рис. 2 – Сприйняття візуальної інформації оком людини



Рис. 3 – Типовий зразок запису рухів очей

означає, що в переважній більшості саккада є первинною, а те, що око побачить після саккади – вторинним. При цьому саккаді ока неодмінно потрібно зупинитися на якомусь елементі. Як тільки це відбувається, око заспокоюється й амплітуда його саккад зменшується до мінімальних значень, число ж саккад залишається колишнім. Через 2-3 секунди око ще раз сканує навколишнє середовище декількома саккадами й знову зупиняється на якійсь деталі, мінімізуючи амплітуду саккад. Існують окремі випадки, коли саккада є вторинною, наприклад, у якості реакції на світловий спалах. Для фіксації погляду на об'єкті, який з'являється в поле зору, саккадичний центр вибирає саккаду відповідної амплітуди й орієнтації, точніше – здійснюється їхня модуляція, а інтервал задається в колишньому виді [8, 9].

Концепція про автоматію саккад є новим напрямом – про зорове сприйняття навколишнього середовища. Саме з цієї позиції професор Філін В. А. запропонував класифікацію навколишнього простору і відзначив, що середовище може являти собою сукупність комфортного, гомогенного і агресивного полів.

Комфортні візуальні поля – це поля з великим різноманіттям елементів у навколишньому просторі. Наявність кривих ліній різної товщини й контрастності, гострих кутів у вигляді вершин і загострень, які утворюють силует, розмаїття колірної гами, згущення й розрідження видимих елементів і

різна їх віддаленість є характерними рисами цих полів. Ліс, гори, моря, ріки, хмари можна з повною впевненістю віднести до комфортного середовища. В цьому середовищі усі механізми зору працюють в оптимальному режимі [11, 12].

Гомогенні візуальні поля – це видимі поля в навколишньому просторі, де відсутні зорові деталі взагалі, або кількість їх різко знижена. У міських умовах гомогенні візуальні поля утворюються торцями будинків, заборами, дахами, асфальтовими дорогами. Гомогенізація міського середовища пов'язана із застосуванням панелей і скла великого розміру, плівок, лінолеуму, фанери, пластику та інших сучасних будівельних матеріалів [11, 12].

Більші однотонні поверхні без яких-небудь яскравих плям впливають на організм людини. Класичний приклад – білий аркуш паперу. Скануючи простір, око не знаходить об'єкти, за які можна було б зачепитися погляду, тому мозок не одержує ніякої інформації. Це викликає дискомфорт і дозволяє зробити висновок, що даний об'єкт виродливий. Подібними предметами набите будь-яке місто. На вулицях це глухі забори, гладкі двері, голі торці будинків, панелі великого розміру, монолітне скло, асфальтове покриття доріг, даху будинків, намету, гаражі й павільйони. Загалом, будь-яка одноколірна площа, обмежена прямими лініями [8, 11, 12].

Агресивні візуальні поля – це поля, що складаються із безлічі однакових елементів,

рівномірно розосереджених на якійсь поверхні, наприклад, тканина в горошок [8, 11, 12].

Занадто велика кількість однотипних об'єктів, на яких можна зафіксувати погляд, приводить до того, що в мозок надходить величезна кількість сигналів, які містять таку ж саму інформацію. Це викликає сум'яття, відблиски в очах і змушує нас швидко відвертатися. Проте, у містах з кожним днем з'являються все нові й нові агресивні поля. Це й панельні багатоповерхові будинки з рівномірним розташуванням вікон, усілякі сітки й ґрати, гофроване залізо, шифер, рівна цегельна кладка, плитка в метро й багато чого іншого.

Негативний вплив гомогенних і агресивних полів підсилює їхня комбінація із прямими лініями й прямими кутами, які око також «не любить» [8, 11, 12].

Отже, візуальне середовище є невід'ємним екологічним фактором, і людина як біологічний вид сформувалася в певних природних умовах. На думку Аристотеля, місто повинно надавати людям безпеку і одночасно робити їх щасливими.



а)



б)

а) вул. Клапоцова, б. 57; б) вул.Клапоцова, б. 48

Рис. 4 – Будинки житлового фонду Ленінського району, які утворюють агресивне поле візуального середовища

Багатоповерхові житлові будинки з великою кількістю вікон утворюють **агресивні поля візуального середовища**. Погляд очей завдяки автоматії саккад переноситься з одного вікна на інше кожні пів-секунди. При цьому від кожної саккади в мозок іде та сама інформація: «вікно», «вікно», «вікно», що неминуче веде до перевантаження мозку.

Потрібно відзначити, що останнім часом намітилася позитивна динаміка до питанню

Для оцінки візуального середовища Ленінського району м. Харкова об'єкти умовно були розділені на групи залежно від соціального призначення: житловий фонд; ландшафтно-рекреаційна зона; установи освіти, культури і мистецтва; установи охорони здоров'я; спортивні, фізкультурно-оздоровчі установи; підприємства торгівлі, харчування, побутового обслуговування; промислова зона; організації керування; дорожня мережа; храми й пам'ятники архітектури.

Для дослідження було відібрано більше ста різних об'єктів, які є типовими для кожної умовної групи.

При відборі об'єктів житлового фонду, установлено, що багатоквартирні будинки побудовані переважно із цегли, бетону, мають прямокутну форму з гострими кутами, сірого кольору (рис. 4). Деякі будинки облицьовані плиткою. Такі будинки зводилися переважно у 60-80 роки минулого сторіччя, у зв'язку з необхідністю швидкого розв'язання житлової проблеми. Тому, питанням формування комфортного візуального середовища уваги не приділялося.

формування комфортного візуального середовища житлового фонду району. При будівництві нових і реконструкції старих будинків змінюється колористика фасадів. Грамотно підібраний колір здатний зняти зорovu напругу, тому забудовники відходять від традиційного сірого кольору (рис.5 а, б), що дозволяє стверджувати про відношення цих будівель до **гомогенних полів візуального середовища**. Внутрішня територія будинків

упоряджена дитячими майданчиками й зеленими насадженнями перетворює агресивні і гомогенні поля візуального середовища *до комфортного* (рис. 5 в).

Типовим прикладом будинку, який утворює *агресивне візуальне середовище* і спотворює вигляд району, є готель «Експрес», який розташований на Привокзальній площі. Дивлячись на суспільний будинок із проїжджої частини вулиці Полтавський шлях або із протилежної її сторони (рис. 6.), видно одночасно 130 однакових вікон. Дивитися на таку поверхню вкрай неприємно.



а)



б)



в)

а) вул. Котлова; б) вул. Клапцова, б. 52/54; в) внутрішній двір вул. Клапцова, б. 52/54
Рис. 5 – Сучасні архітектурні рішення, які створюють гомогенні і комфортні поля візуального середовища Ленінського району м. Харкова



Рис. 6 – Готель «Експрес», Привокзальна площа

Це відбувається тому, що зображення, які отримані правим і лівим оком, важко злити в єдиний зоровий образ. Завдання збільшується ще й тим, що на область ясного бачення сітківки доводиться одночасно більше одного вікна. У таких умовах не може повноцінно працювати біокулярний апарат очей. Людина фізично не може дивитися на такий будинок, естетичної насолоди вона йому теж не доставляє.

Взагалі Привокзальна площа є «візитною карткою» Ленінського району, «залізничною брамою» Харкова, однією з головних визначних пам'яток Ленінського району й міста в цілому.

В ансамблі площі вміло поєднуються архітектурні об'єкти різних історичних епох. Самий старий будинок ансамблю – це Управління Південної залізниці (рис. 7 а). Гігантський будинок у стилі неокласицизму було побудовано в 1914-му році за проектом архітекторів А. Дмитрієва, Д. Ракітіна й інженера П. Ротгорта [6]. Взагалі ця будівля утворює **комфортне поле візуального середовища**.

Напроти знаходиться будинок Головоштамту, побудований в стилі конструктивізма (рис 7 б), і як більшість подібних будівель

утворює **агресивне поле візуального середовища**.

Напроти будинку вокзалу у 1926 році був закладений житловий будинок для працівників Південної залізниці. Будинок побудований за проектом відомого харківського архітектора А. Бекетова й по стилю представляє сталінську неокласику кінця 30-х років (рис. 7 в). Житловий будинок уміло вписано в існуючу забудову. Будинок фактично складається із двох корпусів. Північний корпус будинку замикає своїм фасадом привокзальну площу. А південний корпус, що примикає до нього протяжним, прикрашеним куполом, за формою повторює один з кутових куполів управління Південної залізниці [6]. Будинок відноситься до класичного прикладу **комфортного візуального середовища**.

Центральний будинок архітектурного комплексу Привокзальної площі – вокзал, який побудований в 1952 році архітекторами М. Волошиним, Б. Мезенцевим, Е. Лимарем. Особливу нарядність будинку вокзалу надають обробка природним каменем, бронзовим литтям, керамікою, архітектурним ліпленням з використанням українського



а) управління Південної залізниці; б) будинок Головоштамту; в) житловий будинок для працівників Південної залізної дороги; г) будівля вокзалу

Рис. 7 – Архітектурний комплекс «привокзальна площа»

орнаменту (рис. 7. г). Будівля вокзалу також належить до комфортного візуального середовища.

Архітектурний ансамбль Привокзальної площі доповнюють квітучі клумби, фонтани. Різноманітні елементи ансамблю (арки, колони, криві лінії, ліпнини) створюють **комфортне поле візуального середовища**, необхідного для повноцінної роботи очей.

Дослідження які були проведені в ландшафтно-рекреаційних зонах району дозволяють зробити висновок, що жива природа має всі необхідні якості для оптимального зорового сприйняття. Ліс, річки, парки утворюють комфортне візуальне середовище. В таких умовах механізми зору працюють в оптимальному режимі. Коли людина перебуває в природному середовищі, то при будь-якій амплітуді саккад, при будь-якій їх орієнтації і будь-якому інтервалі часу завжди знайдеться достатнє число елементів для фіксації. Погляд зупиняється на якомусь елементі, амплітуда саккад зменшується до мінімуму. Так, низкою йдуть фіксації очей на нових і нових елементах: листах, гілках, верхівках дерев, чагарниках, траві, пеньках і

т. ін. І всюди око знаходить «свій спокій». Людина у цей час відпочиває, нічого не розглядаючи пильно, а це значить, що й автоматія саккад працює у власному режимі із кращою орієнтацією й властивим їм інтервалом. Тому жителі міст прагнуть на природу не тільки за чистим повітрям, але й відпочивати від міського техногенного агресивного середовища, у тому числі, і для відпочинку зорового аналізатора [14 – 15].

Театри, музеї, виставочні й концертні зали – це будинки, від відвідування яких люди очікують естетичного задоволення, психологічної розрядки. Тому формування комфортного візуального середовища для установ культури й мистецтва першочергове завдання.

З установ культури досліджували 2 театри і Будинку культури й техніки Південної залізниці. Харківський академічний театр музичної комедії й Харківський театр для дітей і юнацтва. Харківський академічний театр музичної комедії розташований у Будинку культури харчовиків (рис. 8 а).



а)



б)

а) Будинку культури харчовиків – гомогенне візуальне середовище;
б) стара будівля – комфортне візуальне середовище.

Рис. 8 – Харківський академічний театр музичної комедії

Старий будинок театру не відновлений після пожежі (рис. 8 б). Будинок культури харчовиків створює гомогенне візуальне поле, будівля старого театру відноситься до комфортного візуального середовища, але нажалі за економічних умов поки ще ця будівля не відновлена після пожежі.

Харківський театр для дітей і юнацтва розташований у приміщенні «для видовищ», яке побудовано у 1835 році. Комфортне візуальне поле, створене стародавнім будинком, у якому перебуває «ТЮЗ», є сприятли-

вим для ока. Тут є все для повноцінної його роботи: і різноманітність зорових елементів, і цікавий силует, і насичений деталями перший поверх (вікна, вивіски, під'їзд). Крім того, в естетичному плані будинок зберігає в собі якусь таємницю, яка і є сутністю краси.

Яскравим прикладом того, як будівля, навпаки, може перетворитися з комфортного поля візуального середовища в гомогенне – є будівля Будинку культури й техніки Південної залізниці (рис. 9 б). Будівля, яка побудована в стилі розгорнутого прапора з ве-



а)



б)

а) Харківський театр для дітей і юнацтва; б) Будинок культури й техніки Південної залізниці.

Рис. 9 – Установи культури Ленінського району м. Харкова

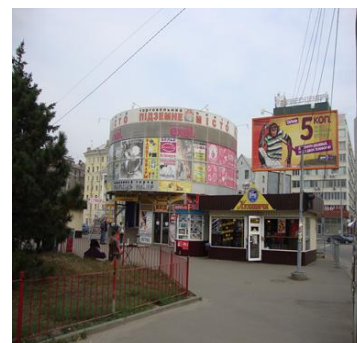
ликою кількістю архітектурних рішень і прикрас за рахунок свого сірого кольору втрачає колорит і перетворюється на сірий «моноблок».

Найбільш мобільною частиною архітектури району є малі її форми (кіоски, палатки, ларьки, зупинки автобусів і вітрини магазинів). З їхньою допомогою можна швидко міняти до кращого візуальне середовище. Однак цього не відбувається. У Ленінському

районі всі вулиці заповнили одноманітного виду палатки і кіоски, які створюються за тими ж естетичними нормами, що й «велика» архітектура: ті ж гомогенні й агресивні візуальні поля (рис. 10) Такі творіння рук людських перебувають на Привокзальній площі поруч із прекрасними стародавніми будинками і своїм видом завдають шкоди візуальному середовищу.



а)



б)

а) Привокзальна площа; б)ТЦ Підземне місто

Рис. 10 – Малі архітектурні форми

Наприкінці ХХ століття в містах – мегаполісах формується принципово нове просторове середовище – інформаційне. Ленінський район Харкова не є виключенням. Характерним проявом такого явища стали білборди на транспортних магістралях, рекламні щити, медіафасади (рис. 11).

Інформаційне середовище повинно виконувати функції орієнтації, навігації, інформації й комунікації. Реклама стала сьогодні самостійним архітектурним елементом району і мегаполісу в цілому, розташована на фасадах будинків, магазинах, установах. Основна її мета – привернути увагу будь-

якими способами. Усе це, безумовно, впливає на психіку людини, веде до стресів, психоемоційної втоми, дратівливості. Яскраві плакати, що кричать, розсіюють увагу автомобілістів і пішоходів, відволікають їх, нерідко, провокують дорожньо-транспортні пригоди.

Об'єктам виробничого середовища властиві раціональність і технологічність. Більша частина промислових будинків своїм видом створює *агресивні видимі поля* (рис. 12).

Дослідження промислових об'єктів Ленінського району проводилися на вулиці Лозовській, де розташовані Харківська



Рис. 11 – Приклади агресивного візуального середовища, яке утворює реклама



а)

б)

а) елеватор, вул. М. Панасівська; б) завод “Електроапаратури”, вул.Лозовська

Рис. 12 – Приклади агресивних полів, які утворюють промислові об’єкти Ленінського району м. Харкова



а)

б)

а) Благовіщенський собор; б) Церква Олени й Костянтина

Рис. 13 – Приклади комфортного візуального середовища, яке утворюється православними церквами

бісквітна фабрика, завод електроапаратури, завод шампанських вин. Невиразний силует, відсутність естетично виразних елементів, невиразні композиції фасадів і об'ємно-просторові рішення створюють агресивне візуальне середовище.

Хоча необхідно відзначити, що заводи розташовані вдалині від житлових масивів, суспільних установ і агресивність візуального середовища зм'якшують численні зелені насадження.

У ході досліджень об'єктів візуального середовища Ленінського району встановле-

но, що *комфортне візуальне середовище* представлено пам'ятниками архітектури і храмами (рис. 13), яких на території району небагато. Серед них триповерховий будинок найстарішої в місті пожежної частини, відділення міліції.

Віртуозна декоративність форми храмів на території Ленінського району сприяє створенню великої різноманітності візуального поля й створює *комфортне середовище*.

ВИСНОВКИ

Таким чином, аналіз сучасного стану візуального середовища Ленінського району визначив, що у вигляді району переважають агресивні й гомогенні візуальні поля. Архітектура району в естетичному плані несе негативний характер тому, що мало будинків з розмаїттям зорових елементів. Існує реальна погроза фізіологічним механізмам зору, які не можуть повноцінно працювати в агресивних і гомогенних полях візуального середовища.

На жаль на сьогодні поліпшити візуальне середовище Нашого міста не можливо з багатьох причин. Однак, поступово необхідно вирішувати це завдання з використанням методів, що апробовані в країнах Європи.

Перелічимо ці методи:

1. Декор будинків не означає «архітектурних надмірностей», бо це необхідні фун-

кціональні елементи, що становлять основу візуального середовища. Найпростішим способом декорування будинків може бути використання графіті із залученням молодих художників.

2. Колористика міста. При будівництві нових і реконструкції старих будинків рекомендується звернути увагу на колористика фасадів. Грамотно підібраний колір здатний зняти зорову напругу. Доцільно застосовувати вертикальне озеленення.

Поліпшення візуального середовища може бути виконано з використанням незначних, у масштабах району й міста, коштів.

Міське середовище – це місце, де усі ми живемо, працюємо, вчимося, відпочиваємо. І від того наскільки комфортним буде це місце залежить багато в чому наше майбутнє

ЛІТЕРАТУРА

1. Авдеева Е. В. Зеленые насаждения в мониторинге окружающей среды крупного промышленного города. [Текст]: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: 03.00.16: защищена 29.03.08: утверждена 02.08.08/ Е. В. Авдеева, – М.: 2008. – 148с.
2. Ахмедова Л. С. Особенности трансформации визуального информационно – коммуникативного поля города. [Текст]: диссертация кандидата архитектуры: 18.00.01: защищена 12.04.09: утверждена 15.09.09/ Ахмедова Лаура Сергеевна. – М.: 2009. – 124 с.
3. Габайдулина С. Цвет как психологическая характеристика городской среды./ С. Габайдулина. //Колористика города (Материалы Международного семинара).– М.: 1990. Т 1.– С. 175-181.
4. Городков А. В. Методика оценки агрессивности визуальных полей городской среды. / А. В. Городков, С. И. Федосова. //Вестник МАНЭБ. – Т. 11, № 3. – СПб., 2006. – С. 30-35.
5. Ежова Н. А. Параметры комфортности личности в городском визуальном ландшафте/ Н. А. Ежова.// Аналитика культурологии [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://analiculturolog.ru/component/k2/item/1583>.
6. Историко-информационный портал. Улицы и площади Харькова: [Электронный ресурс]. – Режим доступа:www.streets.kharkiv.info.
7. Офіційний сайт адміністрації Ленінського району Харківської міської ради: [Електронний ресурс]. – Режим доступа:www.lenrada.kharkov.ua.
8. Филин В. А. Автоматия саккад. / В. А. Филин. – М.: Изд-во МГУ., 2002. – 129 с.
9. Филин В. А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо. / В. А. Филин. – М.: Видеоэкология, 2006. – 512 с.
10. Филин В. А. Видеоэкология – наука о красоте и визуальной среде: / В. А. Филин. [Электрон-

- ный ресурс]. – Режим доступа: www.videoecology.ru
1. Филин В. А. Визуальная среда как социальный фактор. / В. А. Филин. – М.: Видеоэкология, 2006. – 212 с.
 2. Филин В. А. Цветовая среда города как экологический фактор. / В. А. Филин. // Колористика города (материалы Международного семинара). – М.: 1990. Т 1. – С. 55-60.
 3. Харків. Основні положення Генерального плану: [Електронний ресурс]. – Режим доступа: www.city.kharkov.ua.

Надійшла до редколегії 06.03.2012

УДК 911+504.004

А. Н. НЕКОС, канд. геогр. наук, проф., **П. В. СЕМИБРАТОВА**, инж.
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

Е. В. ВЫСОЦКАЯ, канд. техн. наук, доц., **А. П. ПОРВАН**, канд. техн. наук,
А. Л. ПЕТУХОВА, студ.
Харьковский национальный университет радиотехники

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассматривается степень влияния природных и антропогенных факторов на содержание микроэлементов в продуктах питания растительного происхождения с помощью методов дисперсионного анализа. Установлены закономерности накопления микроэлементов в растительной продукции в зависимости от почвенного разнообразия, природной зоны, а также от уровня загрязнения поверхностных вод.

Ключевые слова: безопасность продуктов питания растительного происхождения, тяжелые металлы, природные и антропогенные факторы, дисперсионный анализ

Некос А. Н., Семібратова П. В., Висоцька О. В., Порван А. В., Петухова А. Л. ВПЛИВ ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

Розглядається ступінь впливу природних і антропогенних факторів на вміст мікроелементів у продуктах харчування рослинного походження, за допомогою методів дисперсійного аналізу. Встановлено закономірності накопичення мікроелементів в рослинній продукції в залежності від ґрунтового різноманіття, природної зони, а також від рівня забруднення поверхневих вод.

Ключові слова: безпека продуктів харчування рослинного походження, важкі метали, природні та антропогенні фактори, дисперсійний аналіз

Nekos A., Semibratova P., Vysotska E., Porvan A., Petukhova A. EFFECT OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE FORMATION OF THE QUALITY OF PLANT PRODUCTS

We consider the degree of influence of natural and anthropogenic factors on the content of trace elements in foods of plant origin, using the methods of analysis of variance. The laws of accumulation of trace elements in plant products, depending on soil biodiversity, natural area, as well as the level of pollution of surface waters.

Keywords: food safety, plant, heavy metals, natural and human factors analysis of variance

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы. Одной из актуальных проблем современного человека является экологическая безопасность всех сфер деятельности, окружающей среды (почва, воздух, вода), продуктов питания и т.д. Известно, что состояние здоровья человека зависит от качества воды, которую он потребляет, от качества воздуха, которым он дышит и от качества продуктов питания.

Последнее время население все больше задумывается над качественными харак-

теристиками продуктов питания растительного происхождения (овощи, фрукты, ягоды, травы, грибы) и это стало социальной проблемой и проблемой потребительского рынка. В наиболее развитых странах уже существуют торговые сети экологически чистых растительных продуктов питания, «зеленые» супер-маркеты и производители растительных продуктов питания уже не меньше, чем потребитель, заинтересованы в экологической безопасности пищевой продукции растительного происхождения.

В настоящее время в связи с повы-

© Некос А. Н., Семібратова П. В., Висоцька Е. В., Порван А. П., Петухова А. Л., 2012

шением требований к качеству продуктов большее внимание уделяется изучению вопросов, связанных с загрязнением в т. ч. тяжелыми металлами, пищевых продуктов растительного происхождения (овощи, фрукты, грибы, ягоды), что представляет опасность для здоровья человека.

С географической точки зрения стало необходимым определить закономерности влияния природных и антропогенных факторов на показатели концентрации тяжелых металлов и Al в растительной продукции, что необходимо подтвердить методами статистического анализа. Для изучения подтверждения влияния и значимости факторов используются методы дисперсионного анализа, на результативный признак, который основан на принципе "отражения разнообразия значений результативного признака" и устанавливает силу влияния фактора(ов) в выборочных совокупностях. Проверка гипотезы о гомогенности дисперсий статистических популяций проводится с использованием теста Левине.

Состояние изученности проблемы. Проблема выращивания экологически чистой сельскохозяйственной продукции стала в последние годы более чем актуальна в связи с усилением техногенной нагрузки на окружающую среду. Трофогеографические

исследования [5] проводятся с целью изучения экологической безопасности почв и продуктов питания растительного происхождения, которые выращиваются на приусадебных участках населения в разных природных и социально-экономических условиях [2].

Одним из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды являются тяжелые металлы, которые имеют свойство накапливаться в различных звеньях трофических цепей биосферы, а также влиять на их функционирование и организм человека. В трофических цепях органическое вещество закономерно уменьшается, а количество поступивших тяжелых металлов сохраняется, накапливается и концентрация их увеличивается. Поступая в организм человека с продуктами питания растительного происхождения, тяжелые металлы очень медленно выводятся, они способны накапливаться в различных органах, преимущественно в печени и почках, что со временем сказывается на состоянии здоровья человека [1].

Целью работы является определение влияния природных, социально-экономических (антропогенных) факторов на содержание микроэлементов в растительных продуктах питания с помощью дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на территории Украины в границах лесостепной и степной зон, на репрезентативных участках в т.ч. в Харьковской области. Для определения закономерностей накопления 9 тяжелых металлов Fe, Zn, Mn, Ni, Pb, Cu, Co, Cd и Al в растительных продуктах питания были использованы статистические методы, которые позволили определить влияние природных и социально-экономических (антропогенных) факторов на показатели концентрации микроэлементов в растительной продукции. Материалами для статистической обработки послужили данные концентрации химических элементов в 160 образцах растительной продукции (овощи, фрукты, ягоды, травы, орехи, грибы), выращенной на серых лесных почвах, черноземах оподзоленных и типичных и на черноземах обыкновенных в различных природных зонах.

Существует ряд статистических методов, позволяющих определить силу, направ-

ление, закономерности влияния факторов на результат в генеральной или выборочной совокупности.

Статистический анализ проводился в соответствии со следующим алгоритмом: 1. Проведение дисперсионного анализа с целью определения влияния почвенного разнообразия на химический состав растительной продукции; 2. Проведение дисперсионного анализа с целью определения влияния природной зоны на химический состав растительной продукции; 3. Проведение дисперсионного анализа с целью определения влияния уровня загрязнения поверхностных вод на химический состав растительной продукции.

Пусть для описания множества Ω - концентрация тяжелых металлов в растительных продуктах питания, состоящего из n_k объектов x_1, x_2, \dots, x_{ik} , (i – элемент ($i = 1, n_k$) k -выборки

($k = \overline{1, l}$)), используется $m=3$ признака, характеризующие варьирования фактора A : A_1, \dots, A_m . Каждому объекту x_{ik} ($i = \overline{1, n_k}$) соответствует некоторое значение целевого признака A_0 . Признаки A_j ($j = \overline{1, m}$) измерены в порядковой шкале. Тогда для решения поставленной задачи множество объектов Ω необходимо разбить на k_0 подмножеств Ω_p ($p = \overline{1, k_0}$), таких что $\Omega_p \cap \Omega_q = 0, \cup \Omega_p = \Omega$.

В настоящем исследовании все значения были разделены на 10 групп ($K_0=10$): Ω_1 – концентрация Fe, Ω_2 – концентрация Mn, Ω_3 – концентрация Zn, Ω_4 – концентрация Cu, Ω_5 – концентрация Ni, Ω_6 – концентрация Pb, Ω_7 – концентрация Al, Ω_8 – концентрация Co, Ω_9 – концентрация Cr, Ω_{10} – концентрация Cd.

Тогда, для проведения первого этапа исследований необходимо изучить влияние фактора A_j^1 – «Почвенное разнообразие», изменяющийся на $j=3$ уровнях (A_1^1 – серые лесные (лесостепь), A_2^1 – черноземы оподзоленные и типичные (лесостепь), A_3^1 – черноземы обыкновенные (степь) на Ω_p откликов.

Гомогенность (однородность) дисперсии между выборками является одной из основных предпосылок для возможности

проведения дисперсионного анализа. Проверку гипотезы о гомогенности дисперсий статистических популяций можно провести с использованием теста Левине:

$$W = \frac{(N - m) \cdot \sum_{i=1}^k N_i (\sigma_i - Z_{..})^2}{m - 1 \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{k=1}^{N_i} (x_{ik} - Z_i)^2}$$

N – общее количество наблюдений во всех выборках;

N_i – количество наблюдений в i -й группе,

$$Z_i = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^k \sum_{k=1}^{N_i} Z_{ik} \text{ – математическое}$$

$$\text{соотношение всех } Z_{ik} = \begin{cases} |x_{ik} - \bar{x}_k|; \\ |x_{ik} - \tilde{x}_k| \end{cases}$$

$$Z_{..} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} Z_{ik} \text{ – математическое}$$

совпадение Z_{ik} для k -й выборки;

\bar{x}_k – арифметическое среднее k -й выборки;

\tilde{x}_k – медиана k -й выборки.

Если уровень значимости p теста Левине меньше 0,05, то полученная для выборок разница дисперсий маловероятно является результатом случайности процесса исследования. Одним из преимуществ теста Левине является то, что он не требует, чтобы данные были получены из нормально распределённой статистической популяции. Результаты проведения теста приведены в таблице 1, где W – значение теста Левине,

Таблица 1

Критерий Левине проверки равенства дисперсий

Химический элемент	W	$df1$	$df2$	p
Fe	3,997	2	267	0,019
Mn	3,277	2	267	0,039
Zn	3,823	2	267	0,023
Cu	3,940	2	267	0,021
Ni	9,076	2	267	0,001
Pb	0,353	2	267	0,003
Al	1,994	2	267	0,038
Co	4,906	2	267	0,008
Cr	7,830	2	267	0,096
Cd	4,774	2	267	0,089

$df1$ — уровень варьирования фактора А, равный $c-1$ (c – количество уровней варьирования фактора А); $df2$ — уровень варьирования отклика на фактор А, p – уровень значимости полученного значения критерия Левине [3].

Проведя анализ полученных результатов можно констатировать, что выборочные дисперсии в группах отличаются значимо. Исключение составляет два

показателя – Cr, Cd, для которых $p > 0,05$. Далее выполнили дисперсионный анализ по традиционной схеме [4].

Все результаты проведения дисперсионного анализа представлены в таблице 2 в виде оценки эффектов межгрупповых факторов, где

$$SSA = \sum_{k=1}^m n_k (\bar{x}_k - \bar{X})^2$$

Таблица 2

Оценка эффектов межгрупповых факторов

Источник вариации	Зависимая переменная	Сумма квадратов, SS	Число степеней свободы, df	Средний квадрат, MS	F	p
Фактор А	Fe	16,213	2	8,106	0,148	0,862
	Mn	27,598	2	13,799	0,769	0,464
	Zn	58,982	2	29,491	2,484	0,085
	Cu	2,470	2	1,235	0,598	0,551
	Ni	1,473	2	0,736	1,653	0,193
	Pb	1,249	2	0,624	0,763	0,467
	Al	4,608	2	2,304	1,227	0,295
	Co	1,610	2	0,805	2,824	0,061
	Cr	0,573	2	0,286	3,531	0,031
	Cd	0,099	2	0,050	3,045	0,049
Случайные отклонения W	Fe	14579,627	267	54,605		
	Mn	4788,838	267	17,936		
	Zn	3169,445	267	11,871		
	Cu	551,285	267	2,065		
	Ni	118,945	267	0,445		
	Pb	218,541	267	0,819		
	Al	501,349	267	1,878		
	Co	76,127	267	0,285		
	Cr	21,655	267	0,081		
	Cd	4,359	267	0,016		

– межгрупповая сумма квадратов, которая равна сумме квадратов разностей между выборочным средним группы \bar{x}_k и общим средним \bar{X} , умноженным на объем выборки n_k ,

$$SSW = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^m n_k (x_{ik} - \bar{x}_k)^2$$

– внутригрупповую сумму квадратов,

$$MSA = \frac{SSA}{c-1}$$

– межгрупповая дисперсии и

$$MSW = \frac{SSW}{n-c}$$

– внутригрупповую дисперсии (n –

общее количество откликов в исследуемой выборке). Для проверки гипотезы о вероятности влияния фактора А на отклик с уровнем значимости p вычислили статистику F -критерия, представляющего собой отношение двух дисперсий:

$$F = \frac{MSA}{MSW}$$

Анализ результатов показал значимое влияние фактора «Почва» на содержание Cr, Cd и незначимое на содержание Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Al, Co.

На рисунках 1-4 изображены зависимости среднего гармонического значения концентрации микроэлементов в продуктах питания растительного происхождения от поч-

венного різноманіття, де по осі абсцисс – категоріальна змінна, що відповідає рівням варіювання фактора «Почва» (1 – сірі лісові (лісостеп), 2 – чорноземи оподзолені і типові (лісостеп), 3 – чорноземи звичайні (степ), по осі

ординат – середнє гармонічне значення концентрації металу в рослинній продукції (мг/кг).

Як видно з рисунка 1, середнє гармонічне значення концентрації Fe (12,0

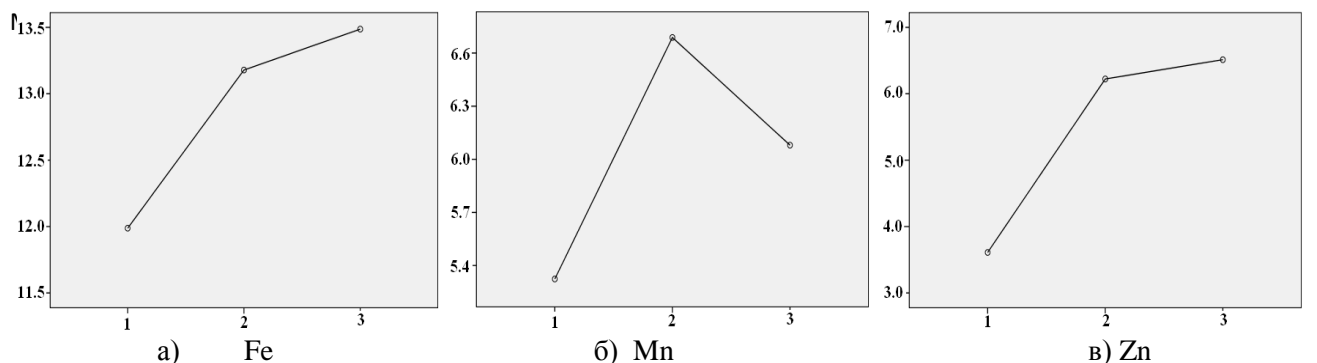


Рис. 1 – Залежність середнього гармонічного значення концентрації Fe (а), Mn (б), Zn (в) (мг/кг) в продуктах харчування рослинного походження від фактора «Почвенне різноманіття»

мг/кг), Mn (5,4 мг/кг) і Zn (3,5 мг/кг) в рослинних продуктах харчування, вирощаних на сірих лісових ґрунтах (лісостеп) найменше. Концентрація Fe (13,2 мг/кг), Mn (6,8 мг/кг) і Zn (6,0 мг/кг) в рослинних продуктах, вирощаних на чорноземах оподзолені і типові (лісостеп), закономірно збільшується (Fe на 10 %, Mn на 21 %, Zn більше ніж на 40 %). Концентрація Fe (13,5 мг/кг) і Zn (6,3 мг/кг) в продук-

тах рослинного походження вирощаних на чорноземах звичайних (степ) зростає незначально (менше ніж на 3-5 %), а концентрація Mn (6,0 мг/кг) зменшується (на 12 %), порівняно з чорноземами оподзолені і типові.

На представлених залежностях рис. 2 видно, що середнє гармонічне значення концентрації Cu в продуктах рослинного походження вирощаних на різних

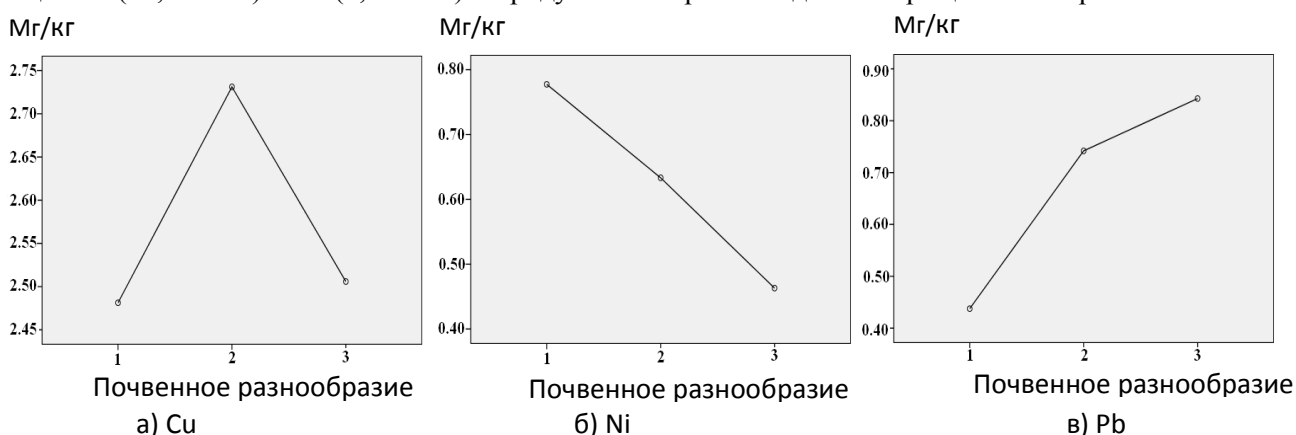


Рис. 2 – Залежність середнього гармонічного значення концентрації Cu (а), Ni (б), Pb (в) (мг/кг) в продуктах харчування рослинного походження від фактора «Почвенне різноманіття»

ґрунтах не значально коливається від 1,5 до 10 %.

Концентрація Ni найбільш висока в рослинних продуктах, вирощаних на сірих лісових ґрунтах (0,78 мг/кг) (середня

частина лісостепної зони) закономірно зменшується на південь і в чорноземах оподзолені і типові становить 0,65 мг/кг (лісостеп), а в чорноземах звичайних 0,55 мг/кг (степ).

Концентрація же Pb в продуктах харчування наоберот – закономірно збільшується к югу. Концентрація мікроелементів в рослинній продукції вирощеної на сірих лісних ґрунтах (північна частина лісостепі), становить 0,45 мг/кг і значно (до 40 %) збільшується в рослинній про-

дукції, вирощеної на чорноземах оподзолюваних і типових (лісостепа) 0,75 мг/кг. Концентрація Pb в рослинній продукції, вирощеної на чорноземах звичайних (степа), становить 0,85 мг/кг, що практично в 1,5 – 2 рази вище, ніж в продукції лісостепі.



Рис. 3 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Al (а), Co (б), Cr (в) (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Почвенное разнообразие»

Зависимости, представленные на рис. 3 демонстрируют, что концентрация Al в растительной продукции, выращенной на серых лесных почвах (северная часть лесостепной зоны), составляет 2,75 мг/кг и затем закономерно увеличивается к югу: в растительной продукции, выращенной на черноземах оподзоленных и типичных уже составляет 3,40 мг/кг (лисостепа), а на черноземах обычных - 3,60 мг/кг (степа). Разница концентраций химических элементов в зависимости от почвенного разнообразия составляет 1,2 – 1,3 раза.

Зависимости для Co (рис. 3б) и Cr (рис. 3в) демонстрируют практически одинаковую динамику концентрации этих микроэлементов в продуктах питания растительного происхождения в зависимости от почвенного разнообразия. Концентрация Co в растительной продукции, выращенной на серых лесных почвах (северная часть лесостепи) составляет 0,30 мг/кг, а Cr – 0,13 мг/кг. Концентрация Co в растительной продукции, выращенной на черноземах оподзоленных и типичных (лисостепа) – 0,55 мг/кг, Cr – 0,33 мг/кг. В растительной продукции, выращенной на черноземах обычных (степа), концентрация Co и Cr уменьшается и равна 0,40 мг/кг и 0,25 мг/кг соответственно (что составляет 25-28 %).

Концентрация Cd в продуктах растительного происхождения, выращенных на

серых лесных почвах (северная часть лесостепной зоны) составляет 0,07 мг/кг и возрастает практически в 2 раза до 0,13 мг/кг в растительной продукции, выращенной на черноземах оподзоленных и типичных (лисостепа). А концентрация Cd в продуктах растительного происхождения, выращенных на черноземах обычных (степа), вновь уменьшается и составляет 0,085 мг/кг, что в 1,5 раза ниже, чем в продукции с черноземов оподзоленных и типичных.

Таким образом, каждой точке на графике соответствует некоторый показатель среднего гармонического значения концентрации микроэлемента в растительной продукции. Точка со значением характеризует наибольшую тенденцию к накоплению микроэлементов. Так, из полученных графиков видно, что наибольшей тенденцией к накоплению Ni в растительных продуктах питания обладают серые лесные почвы (северная часть лесостепи); к накоплению Mn, Cu, Co, Cr, Cd – черноземы оподзоленные и типичные (лисостепа); Fe, Zn, Pb, Al – черноземы обычные (степа).

При проведении второго этапа исследования исследуемым фактором A_j^2 является «Природная зона», изменяющаяся на 2-х уровнях: A_1^2 – лисостепа; A_2^2 – степа.

Схема проведения исследования и анализ полученных результатов аналогична



Рис. 4 – Залежність середнього гармонічного значення концентрації Cd (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Почвенное разнообразие»

первому случаю. В таблиці 3 представлені результати проведення теста Левене.

Полученний результат свідчить про те, що виборочні дисперсії в групах відрізняються не значимо. Виключення складають Cu, Pb, Cr, для яких $p < 0,05$. Результати проведення дисперсійного аналізу показують достовірно значиме впливання фактора «Природная зона» на вміст Pb і значиме впливання на вміст Zn в рослинних продуктах пита-

ння. Але, на жаль, не виявлено значимого впливання фактора «Природная зона» на концентрацію Fe, Mn, Cu, Ni, Al, Co, Cr, Cd в продуктах питания растительного происхождения. На рисунках 5 – 8 представлені залежності середнього гармонічного значення концентрації мікроелементів в продуктах питания от фактора «Природная зона», де по осі абсцисс – категоріальна змінна «Природная зона» (1 – лісостепна, 2 – степна), по осі ординат –

Таблиця 3

Критерій Левіне перевірки рівності дисперсій

Хімічний елемент	W	df1	df2	p
Fe	2,659	1	268	0,004
Mn	2,311	1	268	0,030
Zn	1,452	1	268	0,229
Cu	,018	1	268	0,002
Ni	2,964	1	268	0,056
Pb	51,090	1	268	0,061
Al	4,347	1	268	0,038
Co	1,252	1	268	0,044
Cr	2,829	1	268	0,024
Cd	7,548	1	268	0,006

середнє гармонічне значення концентрації хімічного елемента в рослинних продуктах питания.

Рисунок 5 свідчить про те, що концентрація Fe (13,80 мг/кг), Mn (7,0 мг/кг) і Zn (7,15 мг/кг) в рослинній продукції, вирощаній в степній зоні більше, ніж концентрація Fe (13,0 мг/кг), Mn (6,40 мг/кг) і Zn (6,0 мг/кг) в рослинній продукції вирощаній в лісостепній зоні, що становить різницю по Fe 6 %, Mn – 9 %, Zn – 17 %. Концентрація Cu (2,83 мг/кг), Ni (0,72 мг/кг) і Pb (0,33 мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения, вирощаній в степній природній зоні, вище на 0,03-0,18 мг/кг концентрації Cu (2,65 мг/кг), Ni (0,58 мг/кг) і Pb (0,30 мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения, вирощаних в лісостепній природній зоні.

Як видно з рисунка 7 значно більше накопичуються в рослинній продукції, вирощаній в степній природній зоні Al (1,30 мг/кг) і Co (3,70 мг/кг), ніж в лісостепній – Al – 0,62 мг/кг і Co – 3,35. Тут слід відзначити, що концентрація Al збільшується к югу в степах більше ніж в

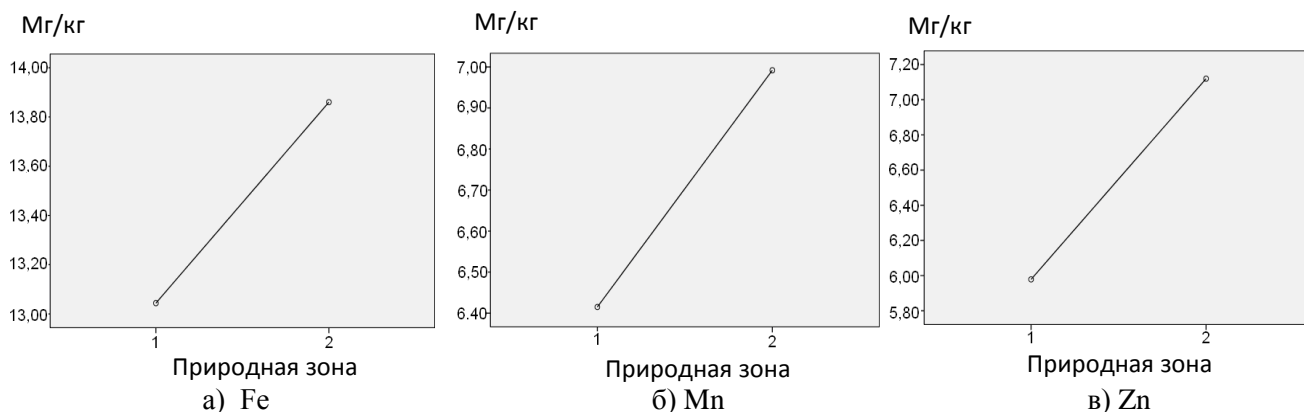


Рис. 5 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Fe (а), Mn (б), Zn (в) (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения фактора «Природная зона»

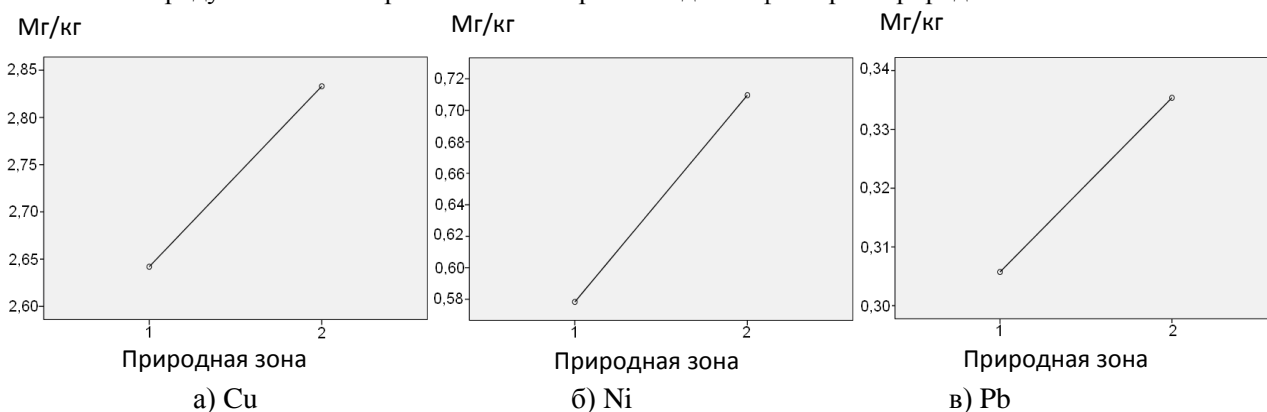


Рис. 6 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Cu (а), Ni (б), Pb (в) (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Природная зона»

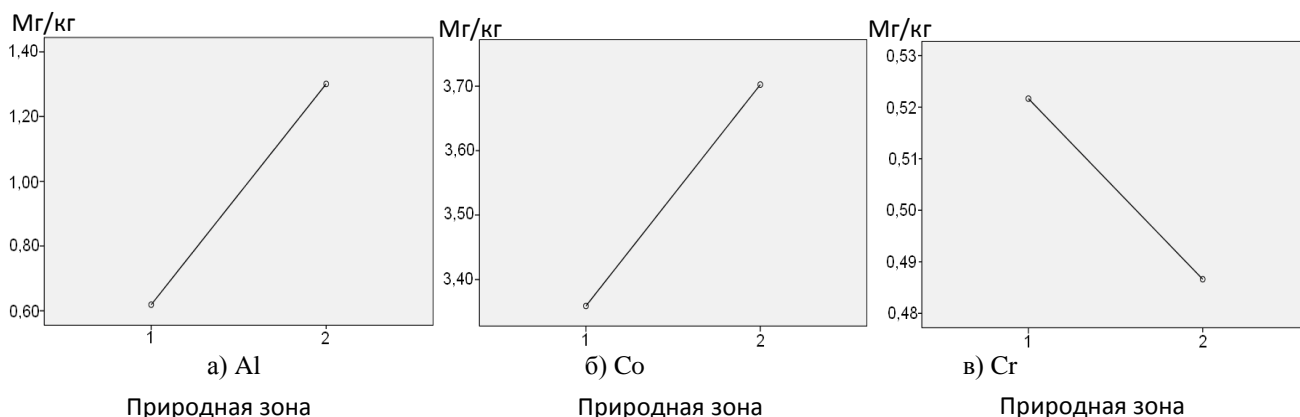


Рис. 7 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Al (а), Co (б), Cr (в) (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Природная зона»

2 раза. Концентрация Cr имеет противоположную тенденцию – в лесостепной зоне она составляет 0,52 мг/кг, что на 0,03 мг/кг больше, чем в продукции, выращенной в степи.

Рисунок 8 свидетельствует о том, что концентрация Cd в растительных продуктах степной и лесостепной природных зонах 0,14 мг/кг и 0,113 мг/кг соответственно, отличается незначительно.

Полученные значения показывают, что тенденция к накоплению в растительных продуктах питания Fe, Zn, Mn, Ni, Pb, Al, Cu, Co, Cd проявляется выше в степной природной зоне (точка с наибольшим значением среднего гармонического значения на уровне категориальной переменной 2 – «степная природная зона»). Исключение составляет Cr, концентрация которого в продуктах питания растительного происхожде-

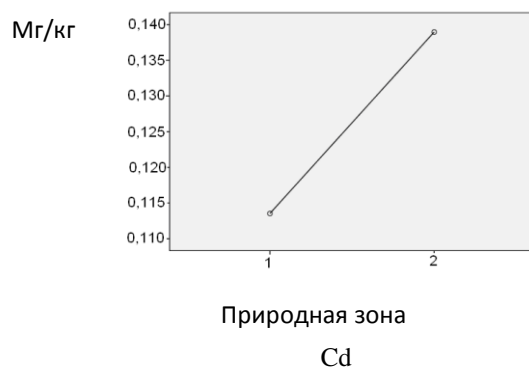


Рис. 8 – Залежність середнього гармонічного значення концентрації Cd (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения фактора «Природная зона»

ня вище в лесостепной природной зоне (рис. 7 (в)).

На третьем этапе исследования фактором A_j^3 был «Уровень загрязнения поверхностных вод», изменяющийся на 4-х уровнях: A_1^3 – незначительный; A_2^3 – относительно незначительный; A_3^3 – относительно значительный; A_4^3 – значительный.

Схема проведения третьего этапа исследования и анализа результатов аналогична первому и второму исследованиям. В таблице 4 представлены результаты проведения теста Левине.

Полученный результат свидетельствует о том, что выборочные дисперсии в группах отличаются незначимо для Fe, Al, Cr, Cd. Для остальных металлов выборочные дисперсии в группах отличаются значимо ($p > 0,05$).

Таблица 4

Критерий Левине проверки равенства дисперсий

Исследуемый металл	W	df1	df2	p
Fe	2,408	3	266	0,068
Mn	1,020	3	266	0,034
Zn	2,449	3	266	0,044
Cu	1,746	3	266	0,008
Ni	4,687	3	266	0,003
Pb	2,085	3	266	0,002
Al	3,621	3	266	0,084
Co	5,352	3	266	0,001
Cr	12,388	3	266	0,061
Cd	6,717	3	266	0,051

Результаты проведения дисперсионного анализа показывают значимое влияние фактора «Уровня загрязнения поверхностных вод» на концентрацию в продуктах питания растительного происхождения Fe, Al, Cr, Cd и незначимое влияние оказывает загрязнение поверхностных вод на содержание Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Zn.

На рисунках 9 – 12 приведены зависимости среднего гармонического значения концентрации микроэлементов в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Уровень загрязнения

поверхностных вод», где по оси абсцисс – категориальная переменная фактора A_j^3 «Загрязнение поверхностных вод» (1 – незначительный, 2 – относительно незначительный, 3 – относительно значительный, 4 – значительный), по оси ординат – среднее гармоническое значение концентрации металла в растительной продукции (мг/кг).

Рисунок 9 свидетельствует о высокой концентрации Fe (15,7 мг/кг) в растительной продукции при условии *незначительного* загрязнения поверхностных вод.

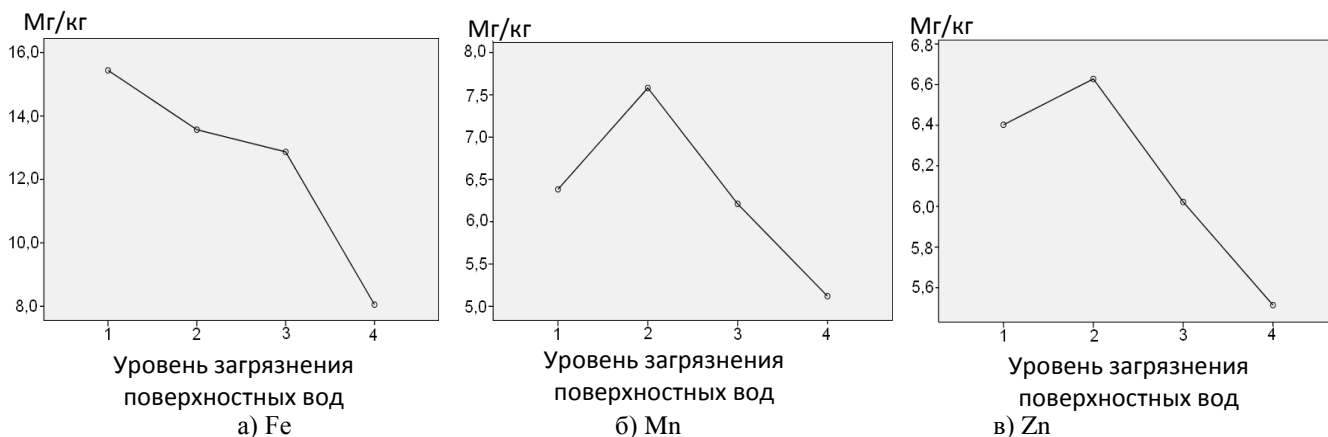


Рис. 9 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Fe (а), Mn (б), Zn (в) (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Уровень загрязнения поверхностных вод»

Самая низкая концентрация Fe (8,0 мг/кг) наблюдается при условии *значительного* загрязнения поверхностных вод. В этом случае можно предположить, что мощный поверхностный сток, с которым загрязнения попадают в поверхностные воды, выносит в значительном количестве Fe из почвы и соответственно он не накапливается в растительной продукции.

Такие химические элементы как Mn (7,5 мг/кг) и Zn (6,6 мг/кг) способны накапливаться в растительной продукции при условии *относительно незначительного* загрязнения поверхностных вод. Низкая концентрация Mn (5,0 мг/кг) и Zn (5,5 мг/кг) в продуктах растительного происхождения наблюдается при условии *значительного* загрязнения поверхностных вод. Здесь наблюдаются аналогичные тенденции, что и с Fe.



Рис. 10 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Cu (а), Ni (б), Pb (в) (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Уровень загрязнения поверхностных вод»

Как видно из рисунка 10 Cu (2,50 мг/кг) меньше всего накапливается при условии *относительно незначительного* загрязнения поверхностных вод, а больше всего (2,95 мг/кг) при условии *значительного* загрязнения поверхностных вод.

Химический элемент Ni способен больше всего (0,65 мг/кг) накапливаться в продуктах растительного происхождения при условии *относительно значительного*

загрязнения поверхностных вод, меньше всего Ni (0,40 мг/кг) накапливается в растительной продукции в условиях *значительного* загрязнения поверхностных вод. Тенденции концентрации Ni в растительных продуктах схожи с Fe, Mn и Zn. Это же можно сказать и о Pb. Он больше всего (0,80 мг/кг) накапливается в растительной продукции при условии *относительно незначительного* загрязнения поверхностных вод, а меньше

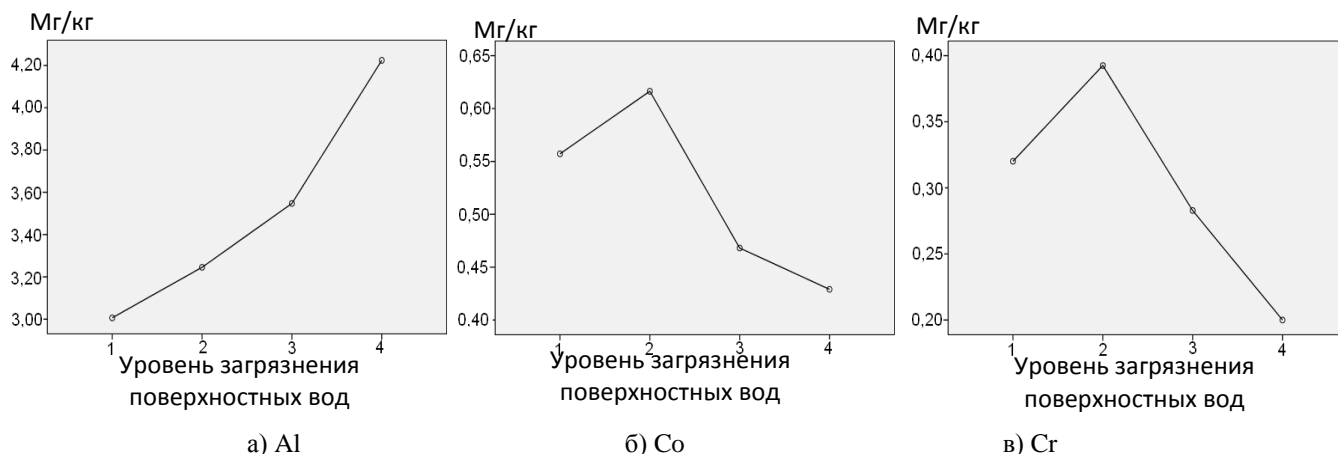


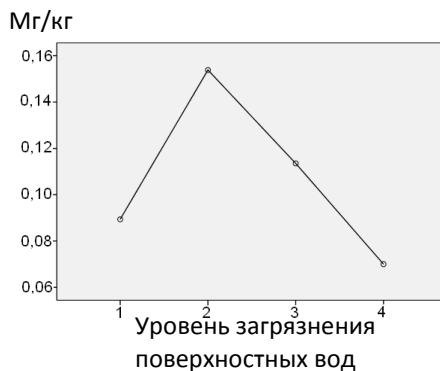
Рис. 11 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Al (а), Co (б), Cr (в) (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Уровень загрязнения поверхностных вод»

всего (0,55 мг/кг) Pb накапливается при условии *значительно* загрязнения поверхностных вод.

Самая низкая концентрация Al (3,0 мг/кг) в продуктах растительного происхождения наблюдается в условиях *незначительного* загрязнения поверхностных вод, способность к интенсивному накоплению Al (4,20 мг/кг) в растительной продукции

наблюдается при условии *значительного* загрязнения поверхностных вод.

Co (0,62 мг/кг) и Cr (0,40 мг/кг) активно накапливаются в растительной продукции при условии *относительно незначительного* загрязнения поверхностных вод, меньше всего Co (0,45 мг/кг) и Cr (0,20 мг/кг) накапливаются при условии *значительного* загрязнения поверхностных вод.



Cd

Рис. 12 – Зависимость среднего гармонического значения концентрации Cd (мг/кг) в продуктах питания растительного происхождения от фактора «Уровень загрязнения поверхностных вод»

Способность Cd к накоплению в продуктах растительного происхождения высокая (0,15 мг/кг) при условии *относительно незначительного* уровня загрязнения по-

верхностных вод. Меньше всего Cd (0,07 мг/кг) накапливается в растительной продукции при условии *значительного* загрязнения поверхностных вод.

ВЫВОДЫ

Таким образом, с помощью дисперсионного метода установлены закономерности накопления микроэлементов в растительной продукции в зависимости от поч-

венного разнообразия, природной зоны, а также от уровня загрязнения поверхностных вод.

В зависимости от почвенного

разнообразия было установлено:

- наибольшая способность к накоплению Ni в продуктах растительного происхождения проявляется при их выращивании на серых лесных почвах;
- растительной продукции больше всего накапливается Mn, Cu, Co, Cr, Cd на черноземах оподзоленных и типичных в отличие от черноземов обыкновенных и серых лесных.
- Fe, Zn, Pb и Al могут активно накапливаться при условии выращивания растительной продукции на черноземах обыкновенных.

В зависимости от влияния природной зоны на химический состав растительной продукции было установлено, что в продуктах растительного происхождения, выращенных в степной природной зоне, активнее, чем в лесостепной зоне накапливаются Fe, Zn, Mn, Ni, Pb, Al, Cu, Co, Cd. Накопление Cr в растительной продукции ярко выражено в лесостепной зоне.

В зависимости от уровня загрязнения поверхностных вод:

- Fe активно накапливается при условии незначительного загрязнения поверхностных вод;
- Mn, Co, Cd и Cr активно накапливаются в продуктах растительного происхождения в условиях относительно незначительного загрязнения поверхностных вод;
- Zn, Ni, Pb накапливаются в растительной продукции при условии относительно значительного загрязнения поверхностных вод;

Al и Cu активнее всего накапливаются в растительной продукции в условиях значительного загрязнения поверхностных вод.

В целом, значительное загрязнение поверхностных вод говорит о том, что химические элементы с поверхностным стоком вымываются из почв, что в свою очередь способствует снижению показателей транслокации и концентрации микроэлементов в растительной продукции, выращенной на этих почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Загрязнение воздуха и жизнь растений/ Под ред. М. Трешоу. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 535 с.
2. Некос А. Н. Трофогеографія: сучасні дослідження та перспективи розвитку. (результати дисперсійного аналізу впливу природних факторів на хімічний склад рослинної продукції) / А. Н. Некос, О. В. Висоцька, А. П. Порван, П. В. Семибратова // Вісник Чернівецького національного університету. Секція географія. – Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. – 2012 р. (у друку).
3. Орлова И. В. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS. / И. В. Орлова, Н. А. Концевая, В. Турундаевский. – М.: Вузовский учеб. 2009. – 320 с.
4. Таганов Д. SPSS: статистический анализ в маркетинговых исследованиях. / Д. Таганов. – СПб: «Питер», 2005. – 192 с.
5. Некос А. Н. Трофогеографія – місце у системі географічних наук./ А. Н. Некос // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Сер.: География – Симферополь: Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, 2008. – Т. 21 (60). - №2. – С. 176 – 182.

Надійшла до редколегії 22.02.2012

УДК 502.72

О. О. ГОЛОЛОБОВА, канд. с.-г. наук
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

**ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КОМПОНЕНТІВ ДОВКІЛЛЯ
ПРИРОДНО ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
(на прикладі заказників «Рязанова балка»,
«Кочетоцький», «Цикалове»)**

Розглянуті особливості поліелементного забруднення важкими металами охороняємих територій Харківської області на прикладі заказників «Рязанова балка», «Кочетоцький», «Цикалове». Показано, що в умовах помірного антропогенного навантаження хімічний склад рослин детермінується механізмами генетичного контролю рослин. Система «коріння – кора» дерев'янистих рослин є ефективним індикатором стану довкілля.

Ключові слова: заказник, забруднення, коефіцієнт концентрацій, важкі метали, генетичний контроль, компоненти довкілля

Gololobova E. A. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ (на примере заказников «Рязановая балка», «Кочетокский», «Цикалово»)

Рассмотрены особенности полиэлементного загрязнения тяжелыми металлами охраняемых территорий Харьковской области на примере заказников «Рязанова балка», «Кочетокский», «Цикалово». Показано, что в условиях умеренной антропогенной нагрузки химический состав растений детерминруется механизмами генетического контроля растений. Система "корень - кора" древесных растений является эффективным индикатором состояния окружающей среды.

Ключевые слова: заказник, загрязнение, коэффициенты концентраций, тяжелые металлы, генетический контроль, компоненты окружающей среды

Gololobova E. ECOLOGICAL STATE OF ENVIRONMENTAL COMPONENTS OF NATURAL RESERVE FUND OF THE KHARKIV REGION (for example, nature reserves «Ryazanov balka», «Kochetoksky», «Tsikalove»)

The features of polyelemental contamination by the heavy metals of secured territories of the Kharkiv area on the example of wildlife preserves of «Ryazanov balka», «Kochetoksky», «Tsikalove» are considered. It is shown that in the conditions of the moderate anthropogenic loading the chemical composition of plants is determined by the mechanisms of genetic control of plants. The system "a root - a bark" of woody plants is the effective indicator of the state of environment.

Keywords: wildlife preserve, contamination, coefficients of concentrations, heavy metals, genetic control, components of environment

ВСТУП

В існуючій мережі природно-заповідних територій України найбільше значення для збереження екологічної рівноваги мають заказники, які займають площу близько 600 тис. га – половину всієї площі природно-заповідних територій [7]. Серед територій та об'єктів природно-заповідного фонду Харківської області також переважають заказники – 70% (ландшафтні, гідрологічні, лісові, ботанічні, загальнозоологічні, орнітологічні, ентомологічні, загальногеологічні) [7]. У 1980 харківські вчені визначили унікальність компонентів Північно-

Донецького природного комплексу, багатство фіто- і альгоценозів середньої течії р. С. Донець, науково обґрунтували необхідність створення територій, що охороняються. Запропоновано виділити на протязі заплави р. С. Донець ряд заказників, де представлені всі основні угруповання, властиві цьому регіону, для збереження їх флористичної і фітоценотичної різноманітності і вивчення необхідного регламенту раціонального господарського використання [1, 10, 11].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Згідно поглядам В. Б. Ільїна генетичний контроль є важливим чинником формування елементарного хімічного складу рослин. Завдя-

ки генетичному контролю виявляються біологічні потреби рослин. Екологічними чинниками обумовлено реальне забезпечення фізіологічно обумовлених потреб в конкретних умовах зростання [6].

З цієї точки зору коефіцієнти біоаккумуляції для рослин, які ростуть на незабруднених ґрунтах, можна розглядати як показники того, наскільки зовнішні чинники відповідають вимогам рослин, або наскільки гармонійні «стосунки між попитом і пропозицією» (В. Б. Ільїн, 1985).

Мета роботи – встановлення рівня антропогенної загрузки на ґрунт та дикорослі рослини заказників «Рязанова балка», «Кочетоцький», «Цикалове».

Об'єкт дослідження: звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), шавлія лікарська (*Salvia officinalis*), деревій звичайний (*Achillea millefolium*) та ґрунт (чорнозем схиловий важкосуглинковий на лесовидному делювії). (заказник «Рязанова балка»);

- лісова підстилка, ґрунт (дерновий піщаний ґрунт на давньому алювіальному піску), кора та коріння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.) (заказник «Кочетоцький»);

- кора листяних порід дерев, мох, лісова підстилка, ґрунт (алювіальний цілинний лучно-болотний глинистий ґрунт) (заказник «Цикалове»).

Предмет дослідження – вміст важких металів у ґрунтах, дикорослих багаторічних трав'янистих та дерев'янистих рослинах.

Завдання: Визначити вміст рухомих форм важких металів та алюмінію у ґрунті та дикорослих рослинах в умовах територій природно-заповідного фонду; надати оцінку їх екологічної якості; встановити закономірності міграції важких металів у системі «ґрунт – дикорослі рослини».

Оцінку екологічної якості ґрунтів визначено за ступенем забруднення ґрунтів важкими металами щодо перевищення ГДК, а також за показником поліелементного забруднення, а саме за сумарним показником забруднення Z_{Cj} [3].

Сумарний показник забруднення природного компоненту Z_{Cj} розраховується за формулою:

$$Z_{Cj} = \sum K_{Cj} - (n - 1)$$

де, K_{Cj} - коефіцієнт концентрації важкого метала;

j – компонент ландшафту (в дослідженнях це ґрунт);

n – загальна кількість врахованих хімічних елементів (підсумовується значення $K_{Cj} > 1$) [3].

Відношення концентрації елемента до його фонового вмісту визначається коефіцієнтом концентрації елемента:

$$K_{Cj} = C_1 / C_{\Phi}$$

де, C_1 – концентрація елемента в ландшафтному компоненті, що досліджується;

– його природний фон [3].

Встановлення особливостей поведінки важких металів у системі «ґрунт – дикорослі рослини» проводили за оцінкою коефіцієнтів біоаккумуляції.

Дослідження проводилися на природно-заповідних територіях Харківського, Чугуївського, Зміївського районів в заказниках «Рязанова балка», «Кочетоцький», «Цикалове» відповідно.

Ботанічний заказник місцевого значення «Рязанова балка» є типовим представником ландшафту, де збереглися фітоценози лучного степу з флорою його східного варіанта, характерного для Харківського геоботанічного округу з чорноземами типовими глибокими середньогумусними. Свій охоронний статус заказник отримав в 1984 році, площа його складає 10 га.

Заказник «Рязанова балка» розташований біля с. Рогань, оточений урбанізованими територіями, сільськогосподарськими угіддями, лісосмугами. «Рязанова балка» являє собою унікальну ділянку лучних степів з рідкісними, зникаючими та ендемічними видами рослин, притаманних Середньоруській провінції Лісостепу [13].

«Рязанову балку» відрізняє від інших заказників значне збережене розмаїття видів рослин (більше 170 найменувань). Найбільшу площу серед трав'янистих фітоценозів на території заказника «Рязанова балка» займають союзна сучасності з участю *Festuca valesiaca* Gaud., особливо по схилу юго-західній, юго-східній і південній експозиції [1].

Рослинні угруповання перехідного типу розташовані від схилових фрагментів сухого степу до вологих болотистих лугов на дні балки, гирло якої відкривається з правобережного крутосхилу в заплаву р. Роганка У цій частині балки зростають мезофітні (лучні) трави – китник лучний, вівсяниця лучна, пирій повзучий, осокові, з бобових – чина лучна, лядвянець рогатий, конюшина лучна, люцерна жовта, конюшина повзуча біла.

У верхів'ях балки зростають зникаючі види (сон український, піон вузьколистий,

адоніс весняний і волзький, дивина чорна), багато лікарських рослин. З рідкісних рослин тут трапляються анемона лісова, істод сибірський, ломонос суцільнолітний, гіацинтник бліднуватий, касатик низький, птицемлечник Гуссона, ковила волосатик, астра степова, астрагал, грудниця шерстиста, залізник колючий, цибуля жовтіюча, гусяча цибуля клубносна та ін. [13].

Дерев'янисті рослини розташовані в основному невеликими масивами по схилах і у верхів'ї балки. Деревостан тут представлений переважно дубом звичайним, березою, липою, ясенем високим, кленом польовим, грушею звичайною, абрикосом та ін. У чагарниковому ярусі зростають бересклет, акація жовта, свидина криваво-червона, жимолость татарська [13].

Заповідний об'єкт «Цикалове» - ботанічний заказник місцевого значення, площею 10 га, рік створення - 1984-й. Цей унікальний ландшафтний комплекс розташований в урочище «Цикалове» на лівобережній заплаві річки Сіверський Донець, на північ від с. Лісове. Являє собою ділянку з добре вираженим прирусловим валом, вирівняною центральною заплавою, озерами та заболоченими зниженнями і притерасною заплавою. Тип рослинності – природні цілинні, лукові, болотні та інші фітоценози зі збереженою дерниною. Поширені формації реліктових видів – латаття білого і глечиків жовтих. Трапляються зникаючі види – косарики тонкі, пальчатокорінник Фукса, зозулинець

болотний, ятришник болотний, хвощ великий, рябчик шаховий [2].

В 1992 році створено ентомологічний заказник «Кочетоцький» площею 50 га, розташований в районі смт. Кочеток. В долині річки Сіверський Донець – заповідані ділянки заплавної луки, лісів, водно-болотної рослинності, а також схили правого берега з фрагментами степової рослинності, різноманітний тваринний світ. На схилах правого берегу зустрічаються понад 100 видів різнотрав'я: конюшина, душиця, звіробій, різні види гвоздики, волошок, коров'яків. Також є льон український, вітряниця лісова, чабрець міловий, ісоп мілів – рослини, які занесені до Червоної книги [7].

У заказнику мешкає багато птахів: озерна чайка, чорна та білокрила качка. Тут гніздяться: качки, крякви, кулики, рідко чирок-трескунок, зрідка зустрічаються лисуха, чапля біла. В період весняно-осінніх міграцій тут зупиняються гуси, сірі журавлі – птиці, які занесені до Червоної книги [7].

Відбір ґрунтових зразків виконували згідно з ДСТУ 4287:2004. Площа пробної ділянки становила 50 м². Глибина відбору ґрунтових зразків складала 0-20 см.

Аналітичні роботи проведені в хімічно-аналітичній лабораторії екологічного факультету ХНУ імені В. Н. Каразіна. В ґрунтових зразках визначено рухомі форми ВМ (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) в буферній амонійно-ацетатній витяжці (рН 4,8) методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [ДСТУ 4770.1:2007- ДСТУ 4770.9:2007].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами проведених досліджень визначено (табл. 1), що вміст хімічних елементів (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Al) в ґрунті заказників «Рязанова балка» та «Цикалове» не перевищував ГДК. В ґрунті

казника «Кочетоцький» перевищення ГДК спостерігалось в шарі ґрунту 0-10 см для хрому в 1,4 рази.

Таблиця 1

Вміст ВМ та алюмінію в ґрунтах заказників, 2011 р., мг/кг

Заказник	Шар ґрунту, см	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Al	Co	Cr	Cd
Рязанова балка	0 - 20	9,3	21,0	8,4	2,21	1,16	0,48	2,9	0,71	0,26	0,10
Кочетоцький	0 - 10	5,0	37,6	10,6	1,0	1,2	2,38	3,2	1,06	8,45	0,08
Кочетоцький	10 - 20	3,9	19,6	2,4	0,88	1,26	2,31	3,16	0,96	2,46	0,14
Цикалове	0 - 10	4,91	6,83	0,29	0,27	0,07	1,19	3,72	0,57	0,72	0,03
Цикалове	10 - 20	4,04	9,03	0,31	0,26	0,05	1,18	4	0,65	0,76	0,03
ГДК	-	-	60	23,0	3,0	4,0	6,0	-	5,0	6,0	0,7
Фон	-	2	43	1	0,5	1	0,5	3,2	0,5	0,1	0,1

Таблиця 2

Коефіцієнти концентрацій металів для ґрунтів заказників

Заказник	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Al	Co	Cr	Cd	Z _{сґ}
Рязанова балка	4,6	0,5	8,4	4,4	1,1	0,9	0,9	0,1	2,6	1	17,1
Кочетоцький	2,5	0,9	10,6	2,0	1,2	4,8	1,0	2,1	84,5	0,8	101,7
Кочетоцький	1,9	0,5	2,4	1,8	1,3	4,6	1,0	1,9	24,6	1,4	32,9
Цикалове	2,5	0,2	0,3	0,5	0,1	2,4	1,2	1,1	7,2	0,3	10,3
Цикалове	2,0	0,2	0,3	0,5	0,1	2,4	1,3	1,3	7,6	0,3	10,5

Ґрунти прийнято вважати забрудненими важкими металами, якщо вміст токсичного елемента перевищує фонове в 2-3 рази [12].

Проведені дослідження виявили поліелементне забруднення ґрунту заказника «Рязанова балка» цинком, міддю, залізом, хромом (табл.2).

Коефіцієнт концентрації Zn складає 8,4. Коефіцієнти концентрації Fe та Cu мають декілька менші значення: 4,6 та 4,4 відповідно, коефіцієнти концентрації Cr - 2,6.

Таким чином, інтенсивність забруднення визначає такий ряд: Cr < Cu < Fe < Zn. Забруднення ґрунту саме на цинк можливо пояснити тим, що в процесі техногенного розсіювання цей елемент створює найбільш поширені зони забруднення, які залежно від міцності джерела викидів можуть досягати 25 км [9].

Якісний склад поллютантів показав, що домінуючими джерелами забруднення є промислові викиди міста. Ґрунти знаходяться під антропогенним тиском, рівень якого можливо оцінити за допомогою сумарного показника забруднення ґрунту Z_{сґ}. Сумарний показник забруднення (Z_{сґ} = 17,1) виявив, що ґрунт заказника «Рязанова балка» має вищий за помірний рівень забруднення.

Поліелементне забруднення ґрунту заказника «Кочетоцький» виявилось за цинком, свинцем, хромом (табл. 2). Такі високі значення коефіцієнтів концентрації Cr – 84, 5 для шару ґрунту 0 – 10 см та 24, 6 для шару 10 -20 см можна пояснити наступним. Одним з головних антропогенних джерел викидів цього метала являються підприємства, які спалюють буре та кам'яне вугілля. Так, при спалюванні вугілля за 1 рік в довілля потрапляє 2,11 т Cr [5].

У ґрунтах техногенних ландшафтів забруднення солями хрому зберігається до горизонту понад 100 см. Максимальною утримуючою здатністю як в суглинку, так і в піску володіє горизонт 10 см. З горизонту 50 см до горизонту 100 см відбувається різке зниження вмісту хрому [8].

Спалювання кам'яного вугілля також є одним з основних антропогенних джерел свинцю, що поступає в атмосферне повітря в вигляді оксиду. Отже, таке локальне перевищення вмісту рухомого хрому та свинцю в ґрунті заповідника «Кочетоцький» має техногенний характер.

Низьке значення сумарного показника забруднення Z_{сґ} (в межах 10 одиниць) для ґрунту заказника «Цикалове» свідчить про те, що на території заказника не має поліелементного забруднення, але коефіцієнт концентрації Cr складає 7,2 (шар 0 – 10 см), 7,6 (шар 10 -20 см), тобто може мати «антропогенний слід». З іншого боку, не спостерігається у ґрунті характерного для антропогенного забруднення диференціювання ґрунтових шарів за вмістом цього елемента.

Аналіз хімічного складу дикорослих рослин заказника «Рязанова Балка» показує, що пріоритетними металами є Fe, Mn та Zn (табл. 3). Такі елементи, як плумбум, кобальт, хром та кадмій, зафіксовано у найменших кількостях – Pb (до 0,11 мг/кг), Co (до 0,36 мг/кг), Cr (до 0,22 мг/кг), Cd (до 0,1 мг/кг).

Пріоритетними металами для кропиви дводомної є Fe, Mn, Cu (табл. 4). Лісова підстилка, коріння та кора сосни звичайної містять дуже велику кількість хрому – 12,5, 92,98 та 3,55 мг/кг повітряно-сухої маси відповідно (табл. 4).

Вміст хімічних елементів у лісовій підстилки та дикорослих рослинах заказника «Цикалове» надано у таблиці 5. Пріоритетними металами в корі дерев листяних порід виявилися Fe, Zn, Cu, Pb, Mn.

Представлені дані дозволяють провести аналіз поведінки важких металів у компонентах системи ґрунт – дикорослі рослини за допомогою розрахунку коефіцієнтів біоаккумуляції.

Коефіцієнти біоаккумуляції хімічних елементів для дикорослих рослин заказника «Рязанова Балка» представлені в таблиці 6.

Таблиця 3

Вміст хімічних елементів у дикорослих рослинах заказника «Рязанова Балка», липень 2011 р., мг /кг повітряно-сухої маси

Хімічний елемент	Звіробій звичайний	Шавлія лікарська	Деревій звичайний
Fe	14,1	16,0	19,64
Mn	8,3	7,49	6,6
Zn	4,8	3,0	2,9
Cu	2,0	2,42	1,34
Ni	0,31	0,46	0,58
Pb	0,11	0,10	0,14
Al	3,0	2,2	1,46
Co	0,24	0,36	0,2
Cr	0,14	0,22	0,19
Cd	0,08	0,1	0,06

Таблиця 4

Вміст хімічних елементів у лісовій підстилці дикорослих рослинах заказника «Кочетоцький», липень 2011 р., мг /кг повітряно-сухої маси

Об'єкт	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Al	Co	Cr	Cd
Лісова підстилка	5,72	112,9	12,6	1,02	1,29	2,4	3,3	1,1	12,5	0,02
Коріння сосни	576,03	29,15	8,45	3,85	40,16	0,52	0,44	0,92	92,98	0,33
Кора сосни	602,52	15,97	10,26	3,37	0,47	5,11	1,62	3,51	3,55	0,298
Кропива дводомна	14,90	9,40	1,40	2,00	0,44	0,31	0,90	0,17	0,12	0,14

Таблиця 5

Вміст хімічних елементів у лісовій підстилці та дикорослих рослинах заказника «Цикалове», липень 2011 р., мг /кг повітряно-сухої маси

Об'єкт	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Al	Co	Cr	Cd
Лісова підстилка	601,8	9,13	13,3	3,68	0,68	2,59	0,96	0,74	4,82	0,31
Мох	60,2	8,6	10,6	5,2	0,4	3,9	2,1	0,8	1,3	0,3
Кора дерев листяних порід	207,7	3,66	44,74	6,41	0,57	5,86	3,14	2,46	2,73	0,23

Таблиця 6

Значення коефіцієнту біоаккумуляції для трав'янистих дикорослих рослин заказників

Хімічний елемент	Звіробій звичайний	Шавлія лікарська	Деревій звичайний	Кропива дводомна
Fe	1,51	1,72	2,11	3,4
Mn	0,39	0,35	0,31	0,3
Zn	0,57	0,35	0,34	0,2
Cu	0,90	1,09	0,15	2,1
Ni	0,26	0,39	0,5	0,4
Pb	0,22	0,20	0,29	0,1
Al	1,03	0,75	0,50	0,3
Co	0,33	0,50	0,28	0,2
Cr	0,53	0,84	0,73	0,02
Cd	0,72	0,90	0,54	1,3

Результати показують, що дикорослі рослини виявляють акумулятивні здібності по відношенню заліза, а також шавлія лікарська по відношенню до міді, звіробій звичайний до алюмінію, кропива дводомна до міді та кадмію. Так, коефіцієнти біоакумуляції по залізу склали: для звіробоя звичайного 1,51, для шавлії лікарської - 1,72, для деревія звичайного - 2,11. Коефіцієнти біоакумуляції інших металів у дикорослих рослинах значно нижче. Коефіцієнти біоакумуляції свинцю склали: для деревія звичайного – 0,29, для шавлії лікарської – 0,20, для звіробоя звичайного – 0,22, для кропиви дводомної – 0,1. Значно залежали коефіцієнти біоакумуляції кадмію від видового складу рослин : 0,54 для деревія звичайного, 0,72 для звіробоя звичайного, 0,90 для шавлії лікарської, 1,3 для кропиви дводомної. Видова варіабельність коефіцієнтів біоакумуляції досить добре відслідковується також і для міді, і для алюмінію.

Заслугує на увагу аналіз коефіцієнта біоакумуляції для кропиви дводомної по хрому, котрий складає 0,02: тобто рослина, яка росла на ґрунті з достатньо високим вмістом хрому

виявила свою здатність контролювати поглинання елемента згідно своїх потреб.

Як видно з таблиць 3 і 4, з зразків рослин ефективним індикатором для системи моніторингу є кора дерев'янистих рослин. На думку В. Н. Гуцуляка кора володіє кумулятивним ефектом, тому за допомогою досліджень кори дістають просторово-часову картину стану повітряного басейну регіону, відслідковують атмогеохімічні потоки розсіювання речовин [3]. На нашу думку аналіз системи коріння – кора дерев'янистих рослин дозволяє точніше визначити джерела забруднення.

Високий вміст хрому та свинцю, якій має місце як у ґрунті, так й в сосновій корі: диференціація шарів ґрунту по вмісту хрому з накопиченням його в верхньому шарі, вміст свинцю в корі в 9,8 разів більш ніж у коріннях – все це характерно для техногенних ландшафтів й вказує на те, що територія заказника «Кочетоцький» знаходиться під впливом техногенних емісій поблизу розташованих ТЕЦ.

ВИСНОВКИ

Дикорослі рослини ботанічного заказника «Рязанова балка» ростуть на помірно забруднених ґрунтах. За цих умов провідним чинником, обумовлюючим елементарний хімічний склад дикорослих рослин виступає генетичний контроль, який визначає потребу рослин в хімічних елементах. Це підтверджується значеннями коефіцієнтів біоакумуляції, які показують наступне:

- перехід металів в системи ґрунт - дикорослі рослини залежить від видового складу рослин;
- усі види рослин, що досліджувалися, не накопичують токсичного свинцю і кадмію;
- акумулятивні здібності дикорослих рослин по відношенню до заліза пояснюються низьким вмістом його доступних для живлення форм та включення рослинами механізмів, які сприяють його біологічному поглинанню.

Таким чином, за умов помірного антропогенного навантаження хімічний склад рослин детермінується механізмами генетичного контролю рослин.

Найбільше значення сумарного показника забруднення Z_{Σ} для ґрунту заказника «Кочетоцький», а також накопичення хрому в верхньому шарі ґрунту, в лісовій підстилці, коріннях, та накопичення свинцю в корі є характерним для техногенних ландшафтів. Високий вміст свинцю в корі, вказує на те, що територія заказника «Кочетоцький» потерпає від впливу техногенних емісій поблизу розташованих ТЕЦ.

На території заказника «Цикалове» склалися сприятливі умови для нормального функціонування компонентів довкілля, які не потерпають від антропогенного впливу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безроднова О. В. Фитосозологическая характеристика заказников «Ковыльная степь» и «Рязанова балка» / О. В. Безроднова // «Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: біологія», – Вип. 3. №729. – 2006. – С. 25- 31.
2. Ботанічний заказник "Цикалове". [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.greenkit.net/Members/Pe4eneg/pzfkh/Zmievskoj/Cikalove/KadastrKartka.pdf/file_view.
3. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: навч. посібн. – 2-ге вид. – Ч. : ТОВ Видавництво «Наші книги», 2010. – 312 с.
4. Догадина Т. В. Центры фиторазнообразия Харьковской области (значение, история изучения, перспективы охраны) / Т. В. Догадина, О. В. Безроднова. // Каразінські природознавчі студії. Матеріали міжнародної наукової конференції 1-4 лютого 2011 р., Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. – С. 31 –35.
5. Дончева А. В. Оценка поступления тяжелых металлов в ландшафты / А. В. Дончева, Л. К. Каза-

- ков, В. Н. Калущков. // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – № 3. – С. 8–10.
6. Ильин В. Б. Элементарный химический состав растений / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1985. – 130 с.
7. Клімов О. В. Природно-заповідний фонд Харківської області / О. В. Клімов, О. Г. Вовк, О. В. Філатова та ін. – Х. : Райдер, 2005. – 304 с.
8. Экспериментальное изучение поведения металлов, сопряженного с поступлением хрома в грунтах техногенных ландшафтов / А. И. Кораблев, Т. М. Антоненко, Ю. К. Гайдаш та ін. // Биологические исследования лесов техногенных ландшафтов степной Украины. – Днепропетровск : ДГУ, 1989. – С. 116–119.
9. Лукашов В. К. Особенности распределения и формы соединений микроэлементов в почвах крупного промышленного города. / В. К. Лукашов, Т. Н. Самуткина. // Почвоведение. – 1984. – №4. – С. 43–52
10. Прокудин Ю. Н. Краткие итоги комплексного изучения флоры и растительности среднего течения р. Сев. Донец в связи с задачами их охраны / Ю. Н. Прокудин, А. М. Матвиенко. // Вестн. ХГУ. – 1987. – № 308. – С. 3 - 8.
11. Северо-Донецкий природный комплекс / Под ред. Ю. Н. Прокудина. – Х. : Изд-во Харьк. ун-та, 1980. – 85 с.
12. Соколов М. С. Система мониторинга загрязнения почв агроферы / М. С. Соколов, В. И. Терехов. // Агрохимия. – 1994. – №6. – С. 86 - 96.
13. Тихоненко Д. Г. Сучасний стан і перспективи використання ландшафтних особливостей і ґрунтового покриву території навчально-дослідного господарства Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва / Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін. // Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство. – №7. – 2006. –С. 3 - 19.

Надійшла до редколегії 29.02.2012

УДК 504.53.062.4+632.125(477.43/.44)

О. В. ДЄДОВ, канд. с.-г. наук, доц.

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

ХІМІЧНА МЕЛІОРАЦІЯ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМИ ДЕГРАДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Розкриті причини деградації ґрунтів Східного Поділля, висвітлений їх сучасний агроекологічний стан та обґрунтована необхідність його поліпшення проведенням хімічної меліорації. Припинення деградації ґрунтів потребує термінового вжиття комплексу організаційних, технологічних та бюджетно-фінансових заходів щодо розкислення земель і збільшення його масштабів з використанням наявної місцевої вапнякової сировини.

Ключові слова: ерозія, гумус, ґрунтовий розчин, кислотність, добрива, вапнування

Дедов А. В. ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ ВОСТОЧНОГО ПОДОЛЬЯ

Раскрыты причины деградации почв Восточного Подолья, освещено их агроэкологическое состояние и обоснована необходимость его улучшения проведением химической мелиорации. Прекращение деградации почв требует срочного принятия комплекса организационных, технологических и бюджетно-финансовых мер для раскисления земель и увеличения его масштабов с использованием имеющейся местного известняка.

Ключевые слова: эрозия, гумус, почвенный раствор, кислотность, удобрения, известкование

Dedov A. CHEMICAL MELIORATION THE SOLVING PROBLEM OF SOIL DEGRADATION IN EASTERN PODILLIA

The degradation reasons of Eastern Podillia soils are investigated, their agro-ecological condition and the necessity improvement by the help of the chemical melioration are grounded in the article. Termination of soil degradation requires urgent adoption of a set of organizational, technological and fiscal measures to the deoxidation of land and increase its scale, using existing local limestone.

Keywords: erosion, humus, soil solution, acidity, fertilizer, liming

ВСТУП

Тривале екстенсивне землеробство що призвело до непомірного збільшення орних земель, низька культура землеробства, не-

продумана хімізація, меліорація та інші чинники призвели до посилення ерозії і виснаження ґрунтів, втрат ними гумусу, важливих біологічних, фізико-хімічних і фізичних властивостей. Особливо інтенсивно ці про-

цеси відбуваються на теренах Східного Поділля, частини історико-географічного краю Поділля, яка знаходиться у межах адміністративної Вінницької області. Адже розораність загальної площі її земель (2649,2 тис. га) досягає 65,2 %, сільськогосподарських угідь – 85,7 % (один з найбільших показників серед областей України) [3]. Українським небезпечним для регіону є катастрофічне зменшення у його ґрунтах вмісту гумусу, який за період 1995-2008 рр. знизився на 0,06 % і становить тепер у них 2,7 % [2].

Крім наведених чинників дегуміфікація ґрунтів тут підсилюється також суттєвим зменшенням обсягів і норм внесення органічних та мінеральних добрив, відмовою від використання сидеральних добрив, значним зменшенням посівів технологічно значимих попередників – багаторічних бобових трав і зернобобових культур, які накопичують у ґрунті екологічно чистий (і дешевий) біологічний азот та сприяють гумусоутворенню, вирощуванням (часто за браком коштів і техніки) монокультури, відсутність, насичення польових сівозмін сояшником, ріпакком (який, виносить з ґрунту вдвічі більше поживних речовин ніж озима пшениця), що призводить до інтенсивного виснаження ґрунтів та майже відсутня у останні роки хімічна їх меліорація.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз попередніх досліджень та виявлення невирішених сторін проблеми. Кислотність ґрунтів зумовлюється природними чинниками, але її значно підвищує і людина (збільшення кислотності опадів внаслідок забруднення атмосфери оксидами сульфуру та нітрогену, внесенням кислих форм мінеральних добрив тощо). Підкислення ґрунтів пригнічує життєдіяльність й відмирання корисної ґрунтової фауни, яка приймає участь у гуміфікації органічних решток, порушує процеси синтезу і деструкції органічної речовини внаслідок пригнічення діяльності амоніфікаторів, нітрифікаторів і денітрифікаторів та фосформобілізуючих бактерій, призводить до зникнення вільноіснуючих та симбіотичних фіксаторів атмосферного азоту, посилення розвитку патогенних грибів і актиноміцетів.

Встановлено, що при рН 4,0-4,3 практично гинуть всі ґрунтові мікроорганізми, відмирає 50 % кореневої системи рослин, а листопад починається на місяць і більше раніше [9].

Зниженню родючості ґрунтів посприяла ще і земельна реформа, під час якої при передачі землі не було передбачена і не проводилася документальна фіксація стану ґрунтів (гранулометричного складу, ступеня змитості, вмісту в них гумусу і поживних речовин тощо), будь-яких обов'язкових заходів з їх поліпшення новими власниками, які тепер з різних причин (недостача коштів, техніки, відсутність економічних стимулів тощо) не можуть забезпечити відновне землекористування і підвищення родючості ґрунтів, а тимчасові орендарі, за відсутності навіть елементарного контролю за змінами якісного стану відданих їм у користування земель, продовжують їх виснаження.

Результати багатьох досліджень свідчать про те, що у вирішенні проблеми зупинення деградації ґрунтів, відновлення та підвищення втрачених ними корисних властивостей і родючості може і повинна відіграти хімічна їх меліорація. Адже площа кислих земель що знаходяться у обробітку у Східному Поділлі досягає (за різними даними) 64,3 % (станом на 2009 р. це становило 1110 тис. га) [7] і навіть близько 90 % (\approx 1555 тис. га) [3].

Особливо небезпечним у підвищенні кислотності ґрунтів є використання фізіологічно кислих мінеральних добрив. Адже доведено, що їх внесення підкислює ґрунтовий розчин, збільшує рухомість гумусу та вилугування з ґрунтових вбирних комплексів кальцію і магнію [4, 8, 9, 11]. Так, при вивченні впливу аміачної селітри на фізико-хімічні показники родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту було встановлено, що без її внесення насичення його вбирного комплексу основами в шарі 0-20 см досягало 67,3 %, а у варіанті з удобренням у нормі $N_{270}P_{60}K_{120}$ за 17 років воно знизлося до 20 % [6].

Метою написання роботи є аналіз сучасного агроекологічного стану земель регіону й обґрунтування шляхів їх поліпшення шляхом проведення хімічної меліорації.

Виклад основного матеріалу. Результати вивчення агроекологічного стану ґрунтів свідчать про значне їх погіршення. Надмірне широкомасштабне розорювання території,

особливо схилених земель, низка культура землеробства, непродумана меліорація та інші несприятливі чинники призвели до змиву ґрунтів, втрат ними гумусу, родючості, багатьох інших значимих природних властивостей і здатності до саморегуляції. Результати пошуку шляхів і засобів зупинення деградації та відновлення родючості земель

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Шкодочинність впливу на ґрунти кислих форм мінеральних добрив нейтралізують органічні добрива. Встановлено, що внесення органічних добрив із високим вмістом протеїнів супроводжується нейтралізацією кислої реакції ґрунту на 0,1-0,3 одиниці завдяки вмісту в ньому Ca^{2+} і NH_4^+ [10]. Тому, для запобігання підкислення земель їх рекомендують вносити у співвідношенні 1 : 5 т/кг діючої речовини мінеральних добрив на 1 га так як при збільшенні їх норми понад 1 : 15 т/кг діючої речовини на 1 га відбувається затухання процесів ґрунтоутворення, а понад 1 : 20 – спостерігається навіть дегуміфікація ґрунтів [8].

У Східному Поділлі (як і по усій країні) цих добрив не вистачає. Внаслідок цього у 2009 році тут на 1 га удобреної площі було внесено тільки 0,5 т органічних 50 кг азотних, 9 кг калійних мінеральних добрив тобто у співвідношенні 0,5 : 59 т/кг [3]! У тому ж році у ньому було проведено вапнування земель на площі 24369,5 га і внесено 142722 т вапнякових матеріалів [1].

Враховуючи те, що через 3-5 років після вапнування ґрунт знову повертається до генетично властивої йому кислотності [4], за 5 років, при збереженні таких масштабів його проведення, площа хімічно меліорованих його земель становитиме 121,8 тис. га. Навіть якщо поділити (розраховану за найменшими офіційними даними – 64,3 % від площі ріллі 1728,1 тис. га) площу кислих її ґрунтів – 1110 тис. га на площу розкислених земель, то можна зробити висновок про те, що обсяги проведення хімічної меліорації у

свідчать про важливість, ефективність і необхідність проведення їх хімічної меліорації.

Методика досліджень. При вивченні агроекологічного стану ґрунтів, впливу на їх стан і властивості добрив і хімічних меліорантів використані методи: узагальнення, систематизації даних та порівняння.

цій частині Поділля менші від потреби більше ніж у 9 разів.

До того ж, якщо врахувати те, що навіть для запобігання декальцинації чорнозему типового малогумусного при удобренні аміачною селітрою в нормі 1 ц/га необхідно також вносити 55 кг/га вапна [5,8] та кількість внесеної на її землях у згаданому році аміачної селітри – 56,79 тис. т, то потреба у вапнякових матеріалах для нейтралізації її негативної дії збільшиться ще на 31,23 тис. т.

Проте проблему зупинення процесу деградації ґрунтів і їх вапнування у Східному Поділлі можна з успіхом вирішити. Адже на його території нараховується багато родовищ вапняку для виробництва вапна, поклади тільки частини яких оцінюються у 41,73 млн. т і виробництва вапнякових матеріалів для розкислення ґрунтів (також не усіх родовищ) із запасами 10,7 млн. т [12]. Як хімічний меліорант тут можна використовувати і вапнякові відходи, що утворюються при виробництві стінових блоків (щорічна їх маса досягає 20 тис. т) та дефекат з цукрових заводів.

Більше того, проведення хімічної меліорації земель вигідне і економічно. Адже науковими дослідженнями і виробничою практикою доведено, що витрачена одна гривня на вапнування ґрунтів забезпечує 2-3 грн. чистого прибутку за рахунок збереження у них корисної флори бактерій (вага яких на 1 га досягає 10 т) і утворення гумусу та підвищення окупності мінеральних добрив [9].

ВИСНОВКИ

Припинення деградації ґрунтів у Східному Поділлі потребує термінового вжиття комплексу організаційних, технологічних та бюджетно-фінансових заходів щодо розкислення земель і збільшення його масштабів з використанням наявної місцевої вап-

някової сировини відповідно до потреби у 9 разів.

Відновлення і покращення агрохімічного стану та родючості земель, які у цьому аграрному краї є майже основним засобом виробництва і запорукою підвищення доб-

робу його населення, дозволить збільшити у ньому виробництво сільськогосподарської

продукції та вирішити проблему поліпшення екологічного стану агроландшафтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Внесення мінеральних, органічних добрив, гіпсування та вапнування ґрунтів під урожай 2009 року в сільськогосподарських підприємствах Вінницької області [Текст] : стат. зб. / відп. за вип. : В. І. Погорельська, О. С. Темна, С. М. Маленко. – Вінниця : Голов. упр. статистики у Вінниц. обл., 2010. – 48 с.
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2008 рік). – Вінниця : Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області, 2009. – 143 с.
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2009 рік). – Вінниця : Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області, 2010. – 165 с.
4. Екологічні проблеми землеробства : навчальний посібник / І. Д. Примака, Ю. П. Манько, Н. М. Рідей [та ін.] ; за ред. І. Д. Примака. – К : Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
5. Екологічно безпечне використання ґрунтів та вартісна оцінка втрат родючості / М. В. Євсєєва, Б. М. Врублевська, Н. В. Гандзій [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 5. – С. 37-40.
6. Козак М. В. Агроекологічні основи збереження родючості ґрунтів в промислових насадженнях яблуні та їх якісна оцінка в садівництві України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук : спец. 06.01.03 – «Агрогрунтознавство і агрофізика» / М. В. Козак ; Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського УААН. – Х., 1999. – 33 с.
7. Корнєєв, Ю. В. Земельне право [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Ю. В. Корнєєв, М. О. Мацелик. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 240 с.
8. Охорона ґрунтів : підручник / М. К. Шикіла, О. Ф. Ігнатенко, Л. Р. Петренко, М. В. Капштик. – 2-ге вид., випр. – К. : Знання, КОО, 2004. – 398 с.
9. Сайко В. Ф. Землеробство в контексті змін клімату / В. Ф. Сайко // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН». – К. : ВД «ЕКМО», 2008. – Спецвипуск. – С. 3-14.
10. Черемха Б. Хімічна меліорація проти деградації ґрунтів / Б. Черемха // Агронаом. – К. : Агромедиа, ООО. – 2006. – № 1. – С. 14-15.
11. Чорний Д. Л. Вплив добрив на агрохімічні показники родючості ґрунту і врожай залежно від вапнування / Д. Л. Чорний, Л. І. Чорна // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1981. – № 42. – С. 27-30.
12. Довідник корисних копалин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://expo.vin.com.ua/uk/main/minerals/#Тoc503691718>. – Загол. з екрану. Надійшла до редколегії 26.03.2012

УДК 502.51(282):582.26/.27(477.612)

Т. Е. КОМИСОВА, канд. биол. наук, доц., **Л. И. ЛЕСНЯК**, ст. преп.,
О. В. СИМЧУК, студ.

Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко

ВОДОРΟΣЛИ КАК ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ УРБООКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ г. ЛУГАНСКА)

Показано использование альгофлоры для индикации концентраций загрязнителей воды, содержащихся в выбросах промышленных предприятий и бытовых сточных вод. Показателями сильной загрязненности вод такими фитоиндикаторами являются диатомовые водоросли (*Tabellaria*, *Symbella*, *Gomphonema*, *Nitzschia*) и сине-зеленые водоросли (*Chroococcus* и *Oscillatoria*). Фитопланктон может служить, как в качестве абсолютного узкого индикатора химического состава воды, так и широкого или переменного индикатора, что позволяет определять концентрацию химических загрязнителей вод с использованием систем уравнений регрессии.

Ключевые слова: урбоэкосистема, альгофлора, фитоиндикаторы

@ Комисова Т. Е., Лесняк Л. И., Симчук О. В., 2012

Комісова Т. Є, Лесняк Л. І., Симчук О. В. ВОДОРОСТІ ЯК ІНДИКАТОРИ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ УРБООКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ Р. ЛУГАНСЬКА

Показано використання альгофлори з метою індикації концентрації забруднювачів води, що містяться у промислових та побутових стічних водах. Показниками сильної забрудненості вод такими фітоіндикаторами є діатомові водорості (*Tabellaria*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Nitzschia*) та синьо-зелені (*Chroococcoides* і *Oscillatoria*). Фітопланктон може слугувати, як у якості абсолютного вузького індикатора хімічного складу води, так і широкого або змінного індикатора, що дозволяє визначати концентрацію хімічних забруднювачів води з використанням систем рівнянь регресії.

Ключові слова: урбоєкосистема, альгофлора, фіто індикатори

Komisova T., Lesnjak L., Simchuk O. ALGAE AS INDICATORS OF WATER POLLUTION URBOECOSYSTEMS (FOR EXAMPLE, LUGANSK)

Article shows to us use of phytoplankton for indicate the concentrations of water pollutants, which are contained in the emissions of industrial enterprises and domestic wastewater. Indicators of strong water pollution by such phytoindicators are diatoms (*Tabellaria*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Nitzschia*) and blue-green alga (*Chroococcoides* and *Oscillatoria*). Phytoplankton can serve both as absolute indicators of narrow chemical composition of water and as wide indicators or variables indicators, which allows to determine the concentration of chemical contaminants of water using systems of regression equations.

Key words: urban ecosystems, algal flora, phytoindicators

ВВЕДЕНИЕ

Реки г. Луганска, Лугань, Ольховая, относятся к объектам интенсивного антропогенного воздействия. По течению рек располагаются промышленные предприятия, объекты рекреации. Таким образом, экосистема рек подвержена значительному антропогенному прессингу, и находится в критическом состоянии по многим параметрам. Установлено, что за многолетний период уменьшилось вдвое разнообразие фитопланктона рек, изменились количественные характеристики, приобрели доминирующее положение отдельные виды альгофлоры [6].

Проблема загрязнения пресных водоёмов сбросами промышленных предприятий и бытовыми сточными водами, контроль над степенью их загрязнения в настоящее время становится одной из важнейших задач стоящих перед экологической наукой. Особенно актуальным является контроль над состоянием водоёмов в пределах урбоэкосистем, одной из которых является г. Луганск. Способами контроля пресных водоёмов в таких экосистемах является фитоиндикационный мониторинг, основанный на состоянии альгофлоры фитопланктона и фитобентоса водоёмов и влияния на нее химических загрязнителей воды, которые поступают в водоёмы урбоэкосистем [1, 2, 5].

Состояние вопроса. Водоросли являются очень чувствительным показателем суммарного загрязнения водоёмов. Изучение качественного и количественного состава

водорослей загрязнённых промышленными и бытовыми сточными водами позволило ученым составить перечень водорослей-индикаторов загрязнённых водоёмов и почв [1, 8, 10, 12].

Особенно перспективным является поиск и разработка методики использования в качестве фитоиндикаторов видов местной альгофлоры – региональных фитоиндикаторов химического состава водоёмов промышленных центров. Видовой состав водорослей водоёмов г. Луганска изучен достаточно подробно [6, 10]. Однако основное внимание уделялось изучению загрязнения водоёмов органикой сине-зелеными водорослями полисапробных групп и микробиологическому состоянию водоёмов. Проблема выявления фитоиндикаторов регионального значения для определения химического загрязнения, особенно в промышленных и коммунальных сбросах, до настоящего времени не достаточно изучена, что и обусловило актуальность избранной темы исследований.

Целью настоящего исследования было выявление среди альгофлоры планктона г. Луганска таксономических групп водорослей, которые могли бы быть использованы в качестве фитоиндикаторов на содержание различных химических компонентов, поступающих в водоёмы со сбросами, разработать способы применения альгофлоры планктона в фитоиндикационных целях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования были проведены на экологических стационарах реки Лугань (Парк 1 Мая, ПАТ Луганск-тепловоз, с. Весёленькое) и реки Ольховая (ЛГБ № 3, завод им. Пархоменко, Луганское водохранилище), где осуществлялся сбор проб фитопланктона. На этих же стационарах Луганской СЭС, отделом мониторинга при Луганском областном управлении экологии и природных ресурсов, проводится мониторинг по химическому анализу воды (по показателям химической лаборатории "Восток" ГРПП). Сбор материала проводили общепринятыми

методами (планктонная сеть, отбор определенного объема воды) [4]. Полученные пробы сгущались методом отстаивания, фиксировались 4% раствором формальдегида и обрабатывались на световом микроскопе МБР-3. Определение водорослей до рода и определение их количества в 1 л. воды с использованием камеры Горяева проводили с использованием определителей М. М. Голлербах и др. [3], А. М. Матвиенко [9]. Роды водорослей приведены по системе, принятой в «Algae of Ukraine» [13, 14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ химического состава промышленных отходов предприятий, которые расположены вблизи рек Лугань и Ольховая, свидетельствуют о том, что их воды загрязнены, как нетоксическими, так и токсическими для водорослей химическими веществами, которые и определяют качественный и количественный состав альгофлоры этих рек. Сопоставив качественный состав фитопланктона с химическим составом воды выяснилось, что показателями незагрязнённых водоёмов являются зелёные водоросли рода *Volvox* и *Ulotrix*. Для слабозагрязнённых водоёмов характерными были зеленые водоросли *Clorococcum*, *Ankistrodesmus*, *Closterium*, а также диатомовые водоросли *Melosira*, *Navicula*, *Synedra*, из сине-зелёных водорослей – *Aphanizomenon* и *Anabaena*.

В среднезагрязнённых водоёмах доминировали среди зелёных водорослей *Eudorina*, среди диатомовых - *Pinnularia* и *Cymbella*, а из сине-зелёных - *Chroocokk* и *Oscillatoria*. Сильнозагрязнённые водоёмы характеризовались содержанием в них зелёной водоросли *Pandorina*, диатомовых водорослей *Tabellaria*, *Gomphonema*, *Nitchia*, сине-зелёных водорослей *Chroocokk* и *Oscillatoria*. Некоторые виды фитопланктона оказались индифферентны к химическим загрязнителям, так как встречаются в водоёмах с различной степенью химического загрязнения. К ним принадлежали зелёные водоросли *Chlorella* и *Chlamydomonas*. Все указанные группы водорослей фитопланктона, кроме индифферентных к химическим загрязнениям, могут использоваться в каче-

стве фитоиндикаторов химического состава воды.

По количественному соотношению между химическим составом воды и планктонными водорослями, могут быть выделены абсолютные узкие фитоиндикаторы, которые встречаются только при строго определённых концентрациях химических веществ в воде. Например, индикатором содержания марганца с концентрацией 0,1 мг/дм³ (табл. 1) являются водоросли *Clorococcum*, *Volvox*, *Closterium*, а для концентрации марганца больше 0,6 мг/дм³ индикаторами будут планктонные водоросли *Cymbella*, *Pinnularia*, *Gomphonema* (табл. 2).

В таблицах 1,2 представлены абсолютные узкие индикаторы и концентрации различных веществ в воде водоёмов, показателями которых они являются. Эту группу фитоиндикаторов можно подразделить на индикаторы химического состава, умеренно-минерализованных и слабозагрязнённых тяжёлыми металлами водоёмов, и фитоиндикаторы сильно минерализованных и сильнозагрязнённых тяжёлыми металлами водоёмов. К первой группе индикаторов относятся роды *Clorococcum*, *Volvox*, *Closterium*, *Ankistrodesmus*, *Ulotrix*, *Melosira*, *Navicula*, *Synedra*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*. Ко второй группе – *Eudorina*, *Cymbella*, *Tabellaria*, *Gomphonema*, *Nitchia*.

Полученные данные свидетельствуют, что главными индикаторами сильноминерализованной и сильнозагрязненной тяжёлыми металлами воды являются представители различных родов диатомовых водорослей.

Таблица 1

Абсолютные узкие фитоиндикаторы химического состава слабоминерализованной и слабозагрязненной тяжелыми металлами воды

Химические компоненты воды	Фитоиндикаторы	Показатели фитоиндикации (мг/дм ³)
Калий	Clorococcum, Volvox, Closterium Ankistrodesmus Ulotrix Melosira Navicula Synedra Aphanizomenon Anabaena	6 -7
Натрий		150-200
Кальций		140 – 180
Магний		49-60
Железо		10
Аммоний		0,1 – 0,3
Кремневая кислота		20 -40
Бор		0,5 -0,10
Нитрит - ионы		3 -10
Нитрат-ионы		10 -40
Хлорид-ионы		300-350
Сульфат-ионы		200 -400
Гидрокарбонат-ионы		300 -360
Бром		до 0,7
Марганец		до 0,1
Литий		до 5
Цинк		до 0,07

Однако, в ряде работ, главными показателями состояния таких водоемов, являются различные роды сине-зеленых водорослей [4,7]. Следует также отметить, что забор проб проводился в начале осени, что является благоприятным периодом для развития сине-зеленых водорослей [9]. Это свидетельствует о перспективности выделения региональных индикаторов среди альгофлоры фитопланктона.

Среди планктонных фитоиндикаторов была также выделена группа постоянных широких индикаторов, которые индицируют содержание в водоёмах тех или иных веществ или ионов не своим присутствием в водоёме, а количеством особей, содержащихся в 1 литре воды. Такие фитоиндикаторы имеют чёткую тенденцию изменения численности при воздействии того или иного химического компонента. При этом численность вида индикатора или возрастает, или убывает. На этом основании мы выделяли среди альгофлоры фитопланктона широкие положительные или отрицательные ин-

дикаторы. Например, с ростом содержания в воде катионов магния количество особей *Pinnularia* в 1 л. уменьшается (рис.1).

При возрастании содержания сурьмы в водоёме количество *Chrookokk* в 1 л. воды растёт (рис. 2).

Всего было выявлено 4 широких постоянных планктонных альгоиндикатора. К ним относятся *Pandorina*, *Pinnularia*, *Oscillatoria* и *Chrookokk*. В таблице 3 показаны, обнаруженные при исследовании, тенденции в изменении их численности при действии различных химических компонентов, попадающих в водоём.

Из полученных данных следует, что для одного химического компонента один и тот же фитоиндикатор может быть положительным, а для другого – отрицательным. Например, *Chrookokk* является положительным фитоиндикатором для калия, железа, аммония, кремниевой кислоты, нитратов, карбонатов, брома, бериллия, селена и отрицательным фитоиндикатором для натрия, магния, бора, хлоридов, сульфатов и сурьмы.

Таблица 2

Абсолютные узкие фитоиндикаторы химического состава
сильноминерализованной и сильнозагрязненной тяжелыми металлами воды

Химические компоненты воды	Фитоиндикаторы	Показатели фитоиндикации (мг/дм ³)
Калий	Eudorina	10
Натрий	Cymbella	больше 300
Кальций	Tabellaria	больше 180
Магний	Gomphonema	больше 80
Железо	Nitchia	1 больше 0
Аммоний	Pinnularia	больше
Кремневая кислота		12 - 20
Бор		0,1
Нитрит-ионы		10
Нитрат-ионы		20-25
Хлорид-ионы		200 - 260
Сульфат-ионы		700 - 800
Карбонат -ионы		8 - 12
Гидрокарбонат-ионы		больше 380
Бром		больше 0,7
Марганец		больше 0,6
Литий		больше 0,5
Цинк		0.09 и больше

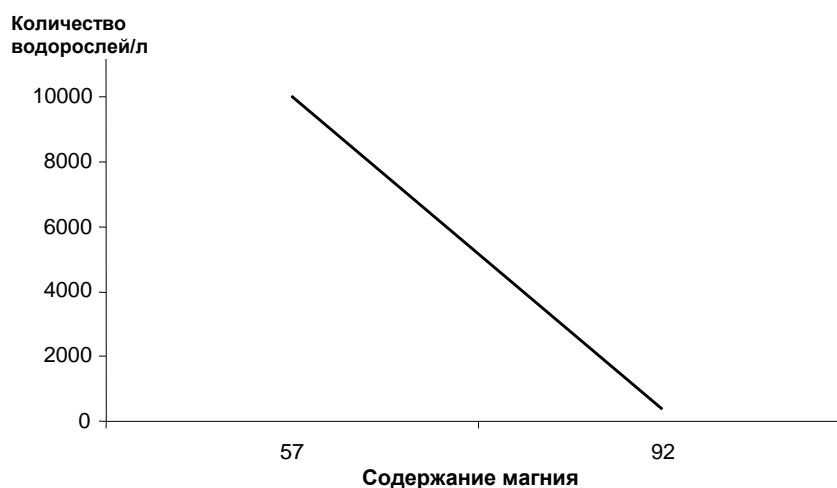


Рис. 1 – Влияние содержания магния на численность Pinnularia

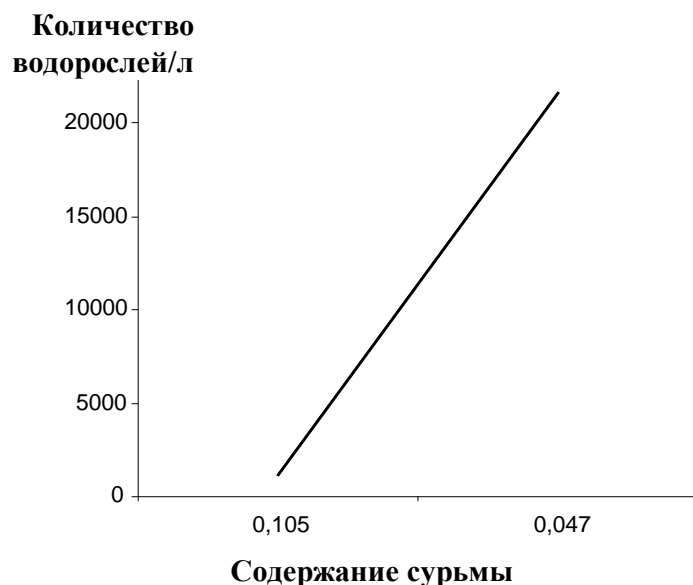


Рис. 2 – Влияние содержания сурьмы на численность *Chroocokk*

Аналогичные тенденции в изменении численности ряда представителей альгофлоры фитопланктона показаны и в других исследованиях [5, 10]. Однако, в аэротенках и почвах, орошаемых сточными водами, отмечено, что фитоиндикация имеет однонаправленную тенденцию [7]. Вместе с тем, в указанных выше исследованиях не отрицается разнонаправленный характер фитоиндикации загрязнителей одним и тем же родом водоросли.

Корреляционный анализ показал, что между содержанием в воде указанных выше химических компонентов и численностью особей альгоиндикатора в 1 л воды существуют тесные функциональные связи, которые могут быть представлены регрессионными уравнениями линейной функции. Уравнения регрессии для всех таких случаев представлены в таблице 4.

Среди планктонных водорослей были виды, которых можно считать индикаторами переменного типа. К ним относятся те роды планктонных водорослей, у которых численность изменяется с различными тенденциями при пониженных и повышенных кон-

центрациях в воде различных химических веществ и ионов. Согласно проведенным исследованиям к таким фитоиндикаторам относится единственный род из отдела Зеленые водоросли, Порядка вольвоксовых – *Pandorina*. Так, численность особей *Pandorina* в 1 л воды при увеличении концентрации катионов натрия до 200 мг/дм³ убывает, а при дальнейшем возрастании концентрации ионов натрия в водоёме численность *Pandorina* в 1 л воды возрастает (рис. 3).

Корреляционный анализ указывает на существование тесной функциональной связи между численностью особей *Pandorina* в 1 л. воды и концентрацией различных химических веществ и ионов в воде. Эта связь может быть описана уравнениями регрессии параболической функцией, представленной в таблице 4. На возможность использования переменных индикаторов, подобных *Pandorina*, показано в ряде исследований [11]. Вместе с тем количественные подходы для этого в достаточной мере еще не были разработаны.

ВЫВОДЫ

1. Водоросли фитопланктона могут быть индикаторами загрязнения водоёмов в урбоэкосистемах.
2. Узкими абсолютными индикаторами химического состава умеренноиндустриальных

и слабозагрязнённых тяжёлыми металлами водоёмов являются *Closterium*, *Volvox*, *Closterium*, *Ankistrodesmus*, *Ulotrix*, *Melosira*, *Navicula*, *Synedra*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*.

Таблица 3

Постоянные широкие индикаторы химического состава воды

Химический состав воды	Фитоиндикатор	Тенденция изменения численности индикатора с возрастанием компонента
Кальций Кремневая кислота Нитрат-ионы Хлорид-ионы	Pandorina	увеличивается
Марганец		снижается
Натрий Магний	Pinnularia	снижается
Кальций Аммоний		увеличивается
Калий Железо Аммоний Кремневая кислота Нитрат-ионы Карбонат -ионы Бром Селен Бериллий	Oscillatoria	увеличивается
Натрий Магний Бор Хлорид-ионы Сульфат-ионы Сурьма		снижается
Калий Железо Аммоний Кремневая кислота Нитрат-ионы Бром Бериллий Селен	Chrookokk	увеличивается
Натрий Магний Бор Хлорид-ионы Сульфат-ионы Сурьма		снижается

Таблиця 4

Уравнения регрессии между численностью постоянных широких индикаторов и содержанием химического состава воды

Фитоиндикаторы	Химические вещества	Уравнения регрессии
Pandorina	Нитриты	$y=2885x+5656$
	Марганец	$y=1211x+4358$
Pinnularia	Натрий, магний	$y=-9657x+19647$
	Кальций	$y=9657x-9324$
	Аммоний	$y=9657x-9324$
Oscillatoria	Калий, натрий, магний, железо, аммоний, бор, хлорид-ионы, сульфаты, карбонаты, нитраты, бериллий, сурьма	$y=2430,9x-1265,4$
	Кремневая кислота	$y=11,9x-11,8$
	Бром	$y=2430,9x-1265,4$
	Селен	$y=0,004x+0,001$
Chrookokk	Калий, аммоний, натрий сульфаты, магний, железо, кремневая кислота, нитраты, бор, хлорид-ионы, бром селен, сурьма	$y=20579x-19580$
	Карбонаты	$y=11x-11$
	Бериллий	$y=0,047x-0,028$

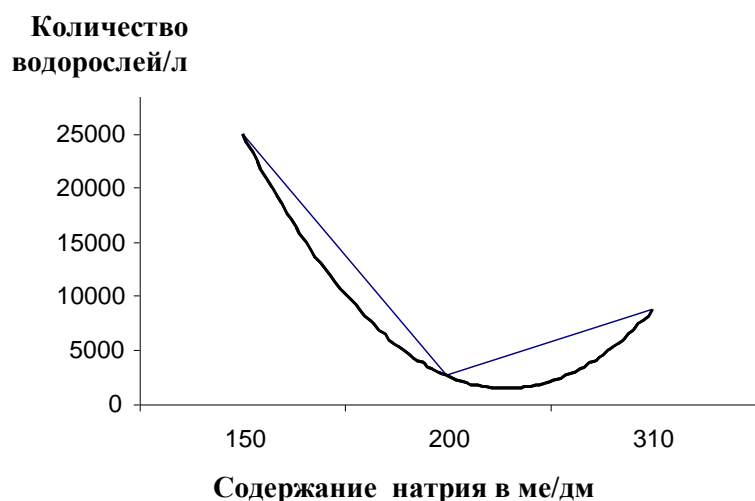


Рис. 3 – Влияние содержания натрия на численность Pandorina

3. Узкими абсолютными индикаторами химического состава сильно минерализованных и сильно загрязнённых тяжёлыми металлами водоёмов являются Eudorina,

Symbella, Tabellaria, Gomphonema, Nitzschia.

4. Постоянными широкими индикаторами химического состава воды являются

Pandorina, Pinnularia, Oscillatoria, Chroocokk .

5. Переменным индикатором на химический состав воды в водоёмах урбоэкосистем является зелёная водоросль Pandorina.
6. Используя, составленные в процессе исследований, фитоиндикационные таблицы

и уравнения регрессии, можно на основании данных о количестве водорослей в 1 л воды определять концентрацию химических веществ и ионов в воде в водоёмах Луганска и других урбоэкосистемах в пределах Юго-Востока Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакаева Е. Н. Гидробионты в оценке качества вод суши / Е. Н.Бакаева, А. М. Никаноров. – М.: Наука, 2006. – 239 с.
2. Беспалова С. В. Визначення порогів чутливості біоіндикаторів на дію екологічно несприятливих факторів середовища /С. В. Беспалова, О. С. Горещкий, М. В. Говта та ін.// Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: Міжвід. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2010. – № 10(1). - С. 24–33
3. Голлербах М. М. Синезелёные водоросли / М. М. Голлербах, Е. К. Косинская, В. И. Полянский. – М.: Совет. наука, 1953. – 650 с. [Опред. пресновод. водор. СССР. Вып. 2].
4. Винберг Г. Г. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях / Винберг Г. Г. – М.: Прогресс, 1984. – 125 с.
5. Дегтярев Е. В. Мониторинг фитопланктона р.Кальмиус / Е.В. Дегтярев, А.И. Титов. //Мат. Всеукр. науч. конф.«Мониторинг природных и техногенных сред». – Симферополь: ДИАЙПИ, 2008. – С.45 – 48.
6. Ісаєва Р. Я. Альгофлора водойм міста Луганська/ Р. Я. Ісаєва, В. Р. Маслова, Т. М. Косонова. // Вісн. Луган. Держ. Пед. Ун-ту ім. Т. Шевченка. - 2002. - №7 (51): Біол. науки. – С.13-21.
7. Липницкая Г.П. Влияние фенольных и роданистых соединений на видовой состав аэротенка. Устойчивость растений к стрессовым условиям / Г.П. Липницкая, Т.В. Паршикова, С.К.Топанова. – Донецк, 1991. – С. 12 – 18.
8. Лялюк Н. М. Видовое разнообразие водорослей планктона прудов г. Донецка / Н. М. Лялюк, М. Ю. Омельченко.// Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: Міжвід. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2010. – № 10(1). – С. 74-78.
9. Матвієнко О. М. Пірофітові водорості – Ругорphyta / О. М. Матвієнко, Р. М. Литвиненко. – К.: Наук. думка, 1977. – 388 с. [Визн. прісновод. водор. УРСР. Вип. III, ч. 2].
10. Матвиенко А. М. Альгофлора естественных водоемов долины Северского Донца как показатель их санитарно-биологического состояния /А. М Матвиенко., Т. В., Догадина, В. Ф. Веретенникова //Тез. докл. VII съезда УБО. – Киев, 1982. – С.305 -306.
11. Окснюк Ю. П. Проект дифференциальной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и ее применение для анализа качества вод / Ю. П. Окснюк, В. Б. Георгиевский, В. Н. Жукинский //Гидробиологический журнал. – 1976 – Т.12, №6. – С. 103 -112.
12. Щербак В. І. Екологічна характеристика фітопланктону річкової екосистеми (на прикладі р. Тетерів) / В. І. Щербак, Ю. С. Кузьмінчук // Укр. ботан. журн. — 2006. — Т. 63, № 1. — С. 47-55.
13. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprocarvota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, haeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. P. Vasser & Eviatar Nevo. – Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2006. – 713 p.
14. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2. Bacillariophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. P. Vasser & Eviatar Nevo. – Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2009. – 413 p.

Надійшла до редколегії 24.03.2012

УДК 504.062

Г. В. ТІТЕНКО, канд. геогр. наук, доц., **О. Є. ГАВРЮШОВА**
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

МОРФОЛОГІЧНИЙ ТА КОНТЕНТ-АНАЛІЗ ПОНЯТТЯ «ЕКОЛОГІЧНЕ ПІДПРИЄМНИЦТВО»

Розкрито сутність поняття «екологічне підприємництво», проведено його аналіз та сформульовано визначення, як діяльність суб'єктів господарювання з виробництва товарів, виконання робіт та надання послуг для забезпечення екологічної безпеки, раціонального використання природних ресурсів, підвищення рівня охорони навколишнього середовища з метою отримання позитивного екологічного та економічного ефекту..

Ключові слова: екологічне підприємництво, контент-аналіз, морфологічний аналіз.

Titenko G., Havryushova O. MORPHOLOGICAL AND CONTENT-ANALYSIS CONCEPT «ENVIRONMENTAL BUSINESS»

The essence of the concept of «environmental business» conducted its analysis and formulated a definition as business entities for the production of goods, works and services to ensure ecological safety and rational use of natural resources, improving environmental protection in order to obtain a positive environmental and economic effect ..

Keywords: environmental entrepreneurship, content analysis, morphological analysis

Титенко Г. В., Гаврюшова О. Е. МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И КОНТЕНТ-АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО»

Раскрыта сущность понятия «экологическое предпринимательство», проведен его анализ и сформулировано определение, как деятельность субъектов хозяйствования по производству товаров, выполнение работ и оказание услуг для обеспечения экологической безопасности, рационального использования природных ресурсов, повышения уровня охраны окружающей среды с целью получения положительного экологического и экономического эффекта.

Ключевые слова: экологическое предпринимательство, контент-анализ, морфологический анализ

ВСТУП

Вітчизняне законодавство діяльність, пов'язану із впливом на навколишнє природне середовище з метою його відновлення або збереження, визначає як природоохоронну. Однак для процесу господарювання, спрямованого на отримання такого позитивного на навколишнє середовище ефекту на

основах підприємництва, українське законодавство прямого трактування не дає, що породжує ланцюг непорозумінь з органами контролю і гальмує загальний процес становлення екологічного підприємництва та подолання екологічного стану.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Доцільним буде пошук існуючи визначень екологічного підприємництва, аналіз цих понять за допомогою морфологічного аналізу та контент-аналізу. Це необхідно для з'ясування ключових слів даного поняття та розробки власного визначення поняття «екологічне підприємництво» за допомогою вказаних вище методів.

Для визначення сутності даного поняття

необхідно розглянути його трактування в роботах різних авторів. Науково-практична база напрацювала такі визначення екологічного підприємництва (табл. 1.). У таблиці 2 проведено морфологічний аналіз знайдених визначень з встановленням ключових слів та словосполучень. На основі ключових слів сформоване власне визначення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У результаті проведеного морфологічного аналізу було виявлено, що екологічне підприємництво більшість авторів розглядає як діяльність господарську, самостійну, іні-

ціативну, виробничу, науково-дослідну, кредитно-фінансову з виробництва і реалізації товарів, здійснення робіт та послуг спрямованої на забезпечення екологічної безпеки, раціональне використання природних ресурсів, підвищення рівня охорони навколиш-

Таблиця 1

Інтерпретація поняття «екологічне підприємництво»

№ з/п	Автор / Джерело	Визначення
1	Жаров Л. В.	Екологічне підприємництво – галузь економіки країни, що полягає як у безпосередній участі в реалізації природоохоронних і ресурсозберігаючих програм різного рівня, так і в механізмі компенсації збитків та втрат, понесених внаслідок техногенних і природних надзвичайних ситуацій, а також під час ліквідації їх наслідків
2	Шоган В. І.	Екологічне підприємництво – достатньо специфічна сфера господарської діяльності, спрямована на вирішення комплексних проблем за різними напрямками – економічним, екологічним і соціальним
3	Коренюк П. І., Лук'янчикова О. В.	ЕП це вид економічної діяльності, що базується на принципах безпосередньої, самостійної, систематичної, на власний ризик діяльності, спрямованої на отримання позитивного екологічного ефекту за рахунок використання фінансових ресурсів
4	Законопроект Російської Федерації Модельний закон «Про основи екологічного підприємництва»	ЕП визначається як виробнича, науково-дослідна, кредитно-фінансова діяльність з виробництва товарів, виконання робіт та надання послуг, що має цільовим призначенням забезпечення збереження та відновлення навколишнього середовища та охорону природних ресурсів.
5	За визначенням Європейської комісії ЄС	ЕП – це виробництво товарів та надання послуг по вимірюванню, попередженню, обмеженню або усуненню екологічної шкоди, ліквідації відходів та зниженню рівня шуму, а також екологічно чисті технології, застосування яких мінімізує використання сировини та забруднення довкілля.
6	Господарський кодекс України Стаття 42	Підприємництво – це самостійна, ініціативна, систематична, на власний ризик господарська діяльність, що здійснюється суб'єктами господарювання (підприємцями) з метою досягнення економічних і соціальних результатів та одержання прибутку
7	Хісамутдінова Е. Н.	ЕП – діяльність з виробництва і реалізації товарів, здійснення робіт та послуг, направлених на попередження негативного впливу на навколишнє середовище
8	«Оцінка національного потенціалу в сфері глобального екологічного управління в Україні» (Стратегічний екологічний документ)	Екологічне підприємництво це багатогалузева сфера підприємницької діяльності, яка може забезпечувати не тільки екологічний, але й значний економічний ефект у загальнодержавному масштабі
9	Бобкова А.	ЕП – інноваційна діяльність суб'єктів господарювання з виробництва продукції, виконання робіт і надання послуг спеціального (природоохоронного) призначення, спрямованої на забезпечення екологічної безпеки, раціональне використання природних ресурсів, підвищення рівня охорони навколишнього середовища з метою отримання прибутку
10	Законопроект Республіки Башкортостан «Про підприємницьку діяльність, що здійснюється з метою охорони навколишнього середовища»	ЕП – підприємницька діяльність, що здійснюється з метою охорони навколишнього середовища і цільовим призначенням якої є виробництво продукції, виконання робіт та надання послуг природоохоронного призначення, включаючи конкретні види діяльності у відповідності з переліком затвердженим Правительством Республіки Башкортостан в установленому порядку

Таблиця 2

Морфологічна класифікація сутності поняття «екологічне підприємництво»

Ключове слово	Визначення в межах ключового слова	Конкретизація визначення	Мета в межах поняття
галузь	економіки країни	полягає	реалізація природоохоронних і ресурсозберігаючих програм різного рівня, забезпечення механізму компенсації збитків/втрат, понесених внаслідок техногенних і природних НС та під час ліквідації їх наслідків [1]
діяльність	господарська, самостійна, ініціативна, систематична, на власний ризик	здійснюється суб'єктами господарювання (підприємцями)	спрямована на вирішення комплексних проблем за різними напрямками – економічним, екологічним і соціальним [2]
	економічна	базується на принципах безпосередньої, самостійної, систематичної, на власний ризик діяльності	з метою досягнення економічних і соціальних результатів та одержання прибутку [6]
	підприємницька	багатогалузева	спрямованої на отримання позитивного екологічного ефекту за рахунок використання фінансових ресурсів [3]
		цільовим призначення – виробництво продукції, виконання робіт та надання послуг природоохоронного призначення	забезпечувати екологічний і значний економічний ефект у загальнодержавному масштабі [8]
діяльність	виробнича, науково-дослідна, кредитно-фінансова	з виробництва товарів, виконання робіт та надання послуг	здійснюється з метою охорони навколишнього середовища [10]
	з виробництва і реалізації товарів, здійснення робіт та послуг		має цільовим призначенням забезпечення збереження та відновлення навколишнього середовища та охорону природних ресурсів [4]
	інноваційна суб'єктів господарювання	з виробництва продукції, виконання робіт і надання послуг спеціального (природоохоронного) призначення	направлених на попередження негативного впливу на навколишнє середовище [7]
виробництво товарів та надання послуг	вимірювання попередження, усунення екологічної шкоди, ліквідації відходів та зниженню рівня шуму	екологічно чисті технології	спрямованої на забезпечення екологічної безпеки, раціональне використання природних ресурсів, підвищення рівня охорони навколишнього середовища з метою отримання прибутку [9]
			мінімізує використання сировини та забруднення довкілля [5]

нього середовища з метою досягнення економічних і соціальних результатів та одержання прибутку.

З морфологічного аналізу можна запро-

понувати наступне визначення екологічного підприємництва: «Екологічне підприємництво» – це самостійна, господарська ініціативна діяльність з виробництва продукції, ви-

конання робіт і надання послуг природоохоронного призначення, яка здійснюється суб'єктами господарювання, спрямована на раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки та збереження навколишнього середовища з метою досягнення позитивного економічно-

го, соціального та екологічного ефекту.

Іншим способом аналізу визначення є контент-аналіз поняття, де отримується числовий вираз значення ключових слів в понятті. Для початку виділимо значимі слова (словосполучення) у визначеннях поняття «екологічне підприємство» (табл. 3).

Таблиця 3

Значимі слова (словосполучення) у поняттях «екологічне підприємство»

№ з/п	Визначення	Навантаженість на кожне словосполучення
1	Галузь	0,25
	економіки країни	0,25
	реалізації природоохоронних і ресурсозберігаючих програм	0,25
	механізм компенсації збитків та втрат	0,25
2	Сфера господарської діяльності	0,5
	вирішення комплексних проблем	0,5
3	вид економічної діяльності	0,25
	принципи діяльності	0,25
	отримання позитивного екологічного ефекту	0,25
	використання фінансових ресурсів	0,25
4	діяльність	0,33
	виробництво товарів, виконання робіт та надання послуг	0,33
	забезпечення збереження та відновлення навколишнього середовища та охорону природних ресурсів	0,33
5	це виробництво товарів та надання послуг	0,25
	вимірювання, попередження, обмеження або усунення екологічної шкоди, ліквідація відходів та зниженню рівня шуму	0,25
	екологічно чисті технології	0,25
	мінімізує використання сировини та забруднення довкілля	0,25
6	діяльність	0,25
	здійснюється суб'єктами господарювання	0,25
	досягнення економічних і соціальних результатів	0,25
	одержання прибутку	0,25
7	діяльність	0,33
	виробництво і реалізація товарів, здійснення робіт та послуг	0,33
	попередження негативного впливу на НС	0,33
8	сфера підприємницької діяльності	0,33
	забезпечення екологічного та економічного ефекту	0,33
	у загальнодержавному масштабі	0,33
9	діяльність	0,2
	суб'єктів господарювання	0,2
	виробництво продукції, виконання робіт і надання послуг спеціального (природоохоронного) призначення	0,2
	забезпечення екологічної безпеки, раціональне використання природних ресурсів, підвищення рівня охорони навколишнього середовища	0,2
	отримання прибутку	0,2
10	діяльність	0,33
	з метою охорони навколишнього середовища	0,33
	виробництво продукції, виконання робіт та надання послуг природоохоронного призначення	0,33

У таблиці 4 підсумуємо оцінки подібних ключових слів, ті що матимуть найвищі показники вважаються найбільш значимими

ключовими словами та словосполученнями. На їх основі запропонуємо власне визначення.

Таблиця 4

Загальне навантаження на значимі слова (словосполучення)

№ з/п	Значимі слова (словосполучення)	Загальне навантаження
1	діяльність	$0,33+0,25+0,33+0,2+0,33+0,5+0,25+0,33=2,52$
2	забезпечення екологічної безпеки, раціональне використання природних ресурсів, підвищення рівня охорони навколишнього середовища	$0,25+0,33+0,33+0,33+0,2+0,25=1,69$
3	виробництво товарів, виконання робіт та надання послуг	$0,33+0,25+0,33+0,2+0,33=1,44$
7	отримання позитивного екологічного та економічного ефекту	$0,25+33=0,58$
3	суб'єкти господарювання	$0,25+0,2=0,45$
6	одержання прибутку	$0,25+0,2=0,45$
11	вирішення комплексних проблем	0,5
1	у загальнодержавному масштабі	0,33
8	галузь	0,25
9	економіки країни	0,25
10	механізм компенсації збитків та втрат	0,25
12	принципи діяльності	0,25
13	використання фінансових ресурсів	0,25
14	досягнення економічних і соціальних результатів	0,25
15	екологічно чисті технології	0,25
16	мінімізує використання сировини та забруднення довкілля	0,25

ВИСНОВКИ

Таким чином, виходячи з морфологічного та контент-аналізу, визначено поняття екологічне підприємництво – це діяльність суб'єктів господарювання з виробництва товарів, виконання робіт та надання послуг

для забезпечення екологічної безпеки, раціонального використання природних ресурсів, підвищення рівня охорони навколишнього середовища з метою отримання позитивного екологічного та економічного ефекту.

ЛІТЕРАТУРА

- Бобкова А. Щодо правових засад планування екологічного підприємництва [Електронний ресурс] / А. Бобкова. – Режим доступу: <http://www.info-prensa.com/article-865.html>
- Господарський кодекс України 16 січня 2003 року N 436-IV
- Жарова Л. В. Сталий розвиток: просторовий вимір соціально-економічних відносин / Л. В. Жарова. // Екологізація економіки як інструмент сталого розвитку в умовах конкурентного середовища. – 2005. – Вип. 15.6. – С. 253-260.
- Коренюк П. І. Екологічне оподаткування та екологічне підприємництво [Електронний ресурс] / П. І. Коренюк, О. В. Лук'янчикова. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Mre/2010_4/1_1.pdf
- Стратегічний екологічний документ підготовлений в рамках проекту ПРООН/ГЕФ. «Оцінка національного потенціалу в сфері глобального екологічного управління в Україні» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecoleague.net/34903999-501.html>
- Шоган Г. І. Економічний інструментарій формування екологічного підприємництва [Електронний ресурс] / Г. І. Шоган. – Режим доступу: <http://disser.com.ua/contents/34373.html>
- Хисамутдинова Э. Н. Формы и направления экологизация предпринимательских отношений в современной российской экономике [Електронний ресурс] / Э. Н. Хисамутдинова. – Режим доступу: <http://www.tisbi.org/science/vestnik/2008/issue3/hisamutdinova.html>

Надійшла до редколегії 30.03.2012

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 911

А. В. ХОЛОПЦЕВ д-р геогр. наук, доц., проф., **Е. ДРЕМУХ**
А. АБИБУЛАЕВА
Севастопольский национальный технический университет

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ОТВЕДЕНИЯ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ВОД АЭС НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЕЕ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ МЕДЬЮ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНО-УКРАИНСКОЙ АЭС)

На примере Ташлыкского водоема-охладителя Южно-Украинской АЭС рассмотрены особенности влияния характеристик системы отведения воды от энергоблоков, на загрязнение его медью. Показано, что существенное влияние на эти особенности оказывает интенсивность биологического потребления в нем меди.

Ключевые слова: экологическая безопасность, водоем-охладитель, тепловое загрязнение, испарение, концентрация меди, соленость

Холопцев О. В., Дремух Е., Абибулаева А. ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ВІДВЕДЕННЯ ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ВОД АЕС НА ЗАБРУДНЕННЯ ЇЇ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА МІДЬЮ (НА ПРИКЛАДІ ПІВДЕННО-УКРАЇНСЬКОЇ АЕС)

На прикладі Ташлицького водойми-охолоджувача Південно-Української АЕС розглянуті особливості впливу характеристик системи відведення води від енергоблоків, на забруднення його міддю. Показано, що відчутний вплив на ці особливості надає інтенсивність біологічного споживання в ньому міді.

Ключові слова: екологічна безпека, водойма-охолоджувач, теплове забруднення, випаровування, концентрація міді, солоність

Holoptsev A. Dremuh E., Abibulaeva A. IMPACT CHARACTERISTICS OF WATER CIRCULATION LEAD SYSTEM FOR POLLUTION NPP COOLING POND ITS COPPER (ON THE EXAMPLE OF SOUTH-UKRAINIAN NPP)

On the example of Tashlyksky cooling reservoir of the South-Ukrainian NPP examined the influence of particular characteristics of the system diversion of water from the NPP to pollute it with brass. It is shown that a significant impact on these features has the intensity of biological consumption of copper in it.

Keywords: environmental security, water-cooler, thermal pollution, evaporation, concentration of copper and salinity

ВВЕДЕНИЕ

Водоемы-охладители многих АЭС ныне подвергаются существенному химическому загрязнению, а ежесуточные сбросы значительных объемов их вод в расположенные поблизости реки ощутимо влияют на состояние их экосистем [1, 2]. Поэтому разработка мер, направленных на уменьшение концентраций в них загрязняющих веществ, является актуальной проблемой экологической безопасности и прикладной экологии.

Наибольший интерес решение указанной проблемы представляет в отношении веществ, концентрации которых в наибольшей мере превышают уровни ПДК. Одним из

наиболее опасных загрязнителей многих подобных водоемов является медь, среднегодовые концентрации которой в них превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов (0.001 мг/л) в десятки раз. В частности, для Ташлыкского водоема-охладителя (Южно-Украинская АЭС), согласно ее официальным отчетам, в период с 2004 по 2010 гг. подобные превышения составляли от 31 до 73 раз. Столь сильное загрязнение медью вод, ежесуточно сбрасываемых в реки, может вызывать ее накопление в рыбе до уровней, представляющих опасность для здоровья человека [3]. Южно-Украинская АЭС является наиболее быстро развивающейся АЭС Украины. Ныне на ней функционирует 3 энергоблока

на основе реакторов ВВЭР-1000, ведется строительство четвертого такого же энергоблока, а также возможно сооружение и пятого энергоблока. Поэтому разработка мер, направленных на уменьшение загрязнения медью ее водоема-охладителя представляет существенный практический интерес.

Особенности геохимической миграции меди в различных природных объектах описаны в трудах В. И. Вернадского [4], а также А. И. Перельмана [5-7]. Современные представления о ее особенностях в реках и озерах рассмотрены в [8-11]. Установлено [2], что основной причиной загрязнения медью водоемов-охладителей АЭС, являются мощное испарение их поверхности, обусловленное поступлением в них циркуляционных (технологических) вод энергоблоков, температуры которых существенно выше, чем у вод близлежащих природных источников. На Южно-Украинской АЭС температуры вод, поступающих в ее отводящий канал из энергоблоков, в 2005-2011 гг. изменялись в пределах от 25.1°C до 43.2°C. В результате с поверхности Ташлыкского водоема-охладителя за год испарялось 38 млн. м³ воды, что составляет 44 % его объема [1]. Для компенсации этой убыли в водоемы-охладители АЭС ежесуточно подкачиваются значительные объемы воды из расположенных поблизости водных объектов.

Испарение с поверхности водоемов-охладителей вызывает также накопление в их водах солей. Для предотвращения повышения солености этих вод до уровней, представляющих опасность для энергоблоков, значительные их объемы сбрасываются в реку, замещаясь чистыми водами. Для этого объемы вод, подкачиваемых в водоем-охладитель, соответственно, увеличиваются. Подобным образом из Ташлыкского водоема-охладителя за год сбрасывается в среднем 63 млн. м³ воды, а подкачивается ее в него из реки Южный Буг 101 млн. м³ [1].

Циркуляционные воды многих АЭС, а также воды, подпитывающие их водоемы-охладители загрязнены медью. Поэтому эти воды являются главными источниками химического загрязнения данных водоемов. К примеру, их вклады в общий поток меди, поступающий в водоем-охладитель Запорожской АЭС, составляют, соответственно, 59% и 35% [2].

Загрязнение медью технологических вод энергоблоков происходит при прохождении этих вод через трубные пучки их теп-

лообменного оборудования [1, 2], изготовленные из медьсодержащих сплавов. Эти воды сбрасываются в водоем-охладитель по отводящему каналу, который имеет глубину 6 м, среднюю ширину 80 м и протяженность 690 м. Скорость течения в нем составляет 0.4 м/с, в результате чего сброшенные воды достигают водоема-охладителя за 28.7 мин, охладившись всего на 2-4°C.

Обладая существенно более высокой температурой, циркуляционные воды характеризуются плотностью, ощутимо меньше плотности вод поверхностного слоя данного водоема. При внедрении в него струи циркуляционных вод образуются грибовидные течения [12, 13]. Эти течения интенсивно перемешивают поступившие воды с водами поверхностного слоя рассматриваемого водоема, что приводит к существенному повышению температуры значительной части его поверхности. Таким образом, основная часть потока тепла, поступившего в отводящий канал АЭС, достигает ее водоема-охладителя, создавая его тепловое загрязнение, а, в конечном счете, и его химическое загрязнение медью.

Очевидным способом уменьшения загрязнения Ташлыкского водохранилища медью является ослабление его теплового загрязнения, которого можно достичь путем увеличения потока тепла, отдаваемого охлаждающимися технологическими водами атмосфере. Это можно достичь, увеличив время, за которое технологические воды отдают свое тепло атмосфере, не перемешиваясь с водами водоема-охладителя. Подобного проще всего достичь, создав в водоеме-охладителе гидроизолированный водовод, достаточной протяженности, имеющий те же параметры поперечного сечения, что и отводящий канал. Этот водовод может быть расположен в нем, например, как показано на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, возможно расположение упомянутого водовода непосредственно вдоль берега водохранилища, что позволяет увеличить длину пути, на котором охлаждающаяся вода отдает тепло в атмосферу, в 10-15 раз. Уменьшение подобным образом теплового загрязнения водоема-охладителя приведет к снижению интенсивности дополнительного испарения с его поверхности, а также накопления в нем не только меди, но и солей. Тем самым, оно позволит уменьшить объемы продувки, а значит и объемы подпитки данного водоема,

а также снизит поток меди, поступающий в него из реки.

Несмотря на очевидные преимущества от создания подобного водовода, количественных оценок эффекта, получаемого при той или иной его протяженности, ранее не делалось, что не позволяет их учесть при его проектировании. Учитывая изложенное, объектом данного исследования являлись изменения средних концентраций меди в водое-

ме-охладителе АЭС, при различных вариантах отведения ее циркуляционных вод.

Целью работы являлось влияние характеристик системы отведения циркуляционных вод АЭС на загрязнение ее водоема-охладителя медью (на примере Южно-Украинской АЭС).

Предметом исследования являлось определение параметров системы отведения технологических вод АЭС, а также продуктивности ее



Рис. 1 – Схема возможного расположения в Ташлыкском водохранилище гидроизолированного водовода (белой линией показано положение его внешней стенки)

водоема охладителя, при которых достигается уменьшение загрязнения медью ее водоема-охладителя, при условии, что значение солёности его вод не превысит современный уровень.

Задачи исследования:

1. Изучение влияния протяженности гидроизолированного водовода на температуру воды, поступающей из него в водоем-охладитель в различные месяцы.

2. Оценка интенсивности испарения с поверхности водоема-охладителя АЭС при различных температурах поступающих в него технологических вод.

3. Оценка изменений в процессе функционирования водоема-охладителя АЭС концентраций меди в его водах, а также их солёности, при различных интенсивностях испарения с его поверхности и объемах его продуктивности.

МЕТОДИКА И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Методика, применявшаяся при исследовании влияния протяженности гидроизолированного водовода на температуру воды, поступающей из него в водоем-охладитель, основывалась на решении дифференциального уравнения температурного поля турбулентного потока жидкости [14].

При этом предполагалось, что:

- рассматриваемый поток является прямолинейным;
- морфометрические характеристики русла водовода при любой его длине неизменны;

- значение коэффициента турбулентной теплопроводности для всего потока является постоянным;

- основными факторами пространственно-временной изменчивости его поля температуры являются турбулентное перемешивание по вертикали и адвективный теплоперенос в направлении движения воды;

- температурный режим в водотоке – установившийся;

- поперечная и вертикальная проекции градиента температур в потоке пренебрежимо малы, а их распределение по глубине и ширине потока равномерно.

Использование подобных допущений позволяет упомянутое уравнение решить аналитически, применив методику [15]. Подобное решение представляет собой зависимость температуры воды t на выходе из водовода длиной x , которая имеет вид:

$$t(x) = (t_0 - J_э) \times \exp(-a_1 \times b \times x / (c_{вr} Q)) + J_э, \quad (1)$$

где $c_{в}$, $r_{в}$ – средние теплоемкость и плотность воды; a_1 – коэффициент теплообмена воды с воздухом, $J_э$ – эквивалентная температура воздуха, b – ширина водотока, Q – сумма потоков тепловой радиации, скрытой теплоты образующегося водяного пара и поглощаемой солнечной энергии через свободную поверхность водотока, его стенки и дно; x – координата по длине потока, отсчитываемая от началом отводящего канала.

При расчетах зависимости $t(x)$ неизвестные значения a_1 , Q , определялись для каждого месяца. Для этого в (1) подставлялись значения вместо x – длины отводящего канала X_0 (690 м), вместо $t(x)$ и t_0 – среднемесячных температуры воды на его выходе и входе ($t(X_0)$ и t_0), а вместо $J_э$ – среднемесячной температуры воздуха. Тогда значение a_1/Q может быть определено из соотношения:

$$(c_{вр} / b \times X_0) * \ln\{(t(X_0) - J_э) / (t_0 - J_э)\} = -a_1 / Q \quad (2)$$

С учетом этого и полагая, что значение a_1/Q не зависит от x , температура воды, поступающей в водоем-охладитель из водовода длиной x , рассчитывалась по формуле:

$$t(x) = (t_0 - J_э) \times \exp((\ln\{(t(X_0) - J_э) / (t_0 - J_э)\}) \times (x/X_0)) + J_э, \quad (3)$$

При решении второй задачи значения интенсивности испарения с поверхности водоема-охладителя АЭС при некоторой температуре поступающих в него технологических вод вначале определялось соответствующее значение его средней поверхностной температуры. Для этого использовался метод, предложенный в 1929г. Н. М. Бернадским [16].

Несмотря на представленную на рис. 1 конфигурацию побережий Ташлыкского во-

доема охладителя, допускалось, что значение его активной площади не зависит от x и равно S – площади поверхности данного водохранилища, поскольку это делает результат расчетов существенно более наглядным. При этом значение средней поверхностной температуры воды (SST) определяется только разностью температуры воды, выходящей в него из водовода $t(x)$ и температурой воздуха $J_э$.

Воспользовавшись известными значениями $SST_k(X_0)$ Ташлыкского водоема охладителя при выпуске в него технологической воды из устья отводящего канала (при $x=X_0$), а также $J_э_k$ и $t(X_0)$, для каждого k – месяца были определены значения коэффициента их пропорциональности α_k ($k = 1, 2 \dots 12$).

$$\alpha_k = (SST_k(X_0) - J_э_k) / (t(X_0) - J_э_k), \quad (4)$$

а также значения $SST(x)$, соответствующие той или иной длине водовода x :

$$SST(x) = \alpha_k(t(x) - T_в) + T_в \quad (5)$$

При расчете интенсивности испарения с поверхности водоема охладителя применялась формула Штеллинга [17]:

$$L \text{ (мм/сутки)} = 0.632(E - e) + 0.103(E + e)w, \quad (6)$$

где E – насыщающая упругость водяного пара, рассчитываемая как функция температуры воздуха над водной поверхностью, которая принималась на 2 градуса ниже, чем температура воды.

e – фактическая упругость водяного пара над водой, принимаемая равной E ;

w – среднемесячная скорость ветра над водой.

Поэтому $L \text{ (мм/сутки)} = 0.206 Ew$.

Значения w определялись для каждого k -месяца, по данным о фактической величине L , при $x = X_0$ - длине отводящего канала (690м), как:

$$w_k = (V1 + V2) / (0.206 * S * E_k(X_0)), \quad (7)$$

где $V1$ и $V2$ – годовые объемы естественного и дополнительного испарения с поверхности Ташлыкского водоема-охладителя.

Таким образом, оценка объема воды, испаряющейся за год с поверхности водоема охладителя, при некоторой длине водовода рассчитывалась как:

$$V_k(x) = 0.206E_k(x) \cdot (V1+V2) / (0.206 \cdot E_k(X_0)). \quad (8)$$

Третья задача решалась с помощью метода математического моделирования.

Как модель изменений концентраций меди в водоеме охладителе рассматривалось соответствующее уравнение ее баланса в конечных разностях [18]:

$$C_i = ((U_b - U_{r_{i-1}}) \cdot C_{i-1} + U_{r_{i-1}} \cdot C_{r_{i-1}} + m - m_1) / U_b, \quad (9)$$

Здесь C_i и C_{i-1} – среднегодовые концентрации меди в водах Ташлыкского водоема-охладителя в текущем году и предыдущем году;

U_b – объем этого водоема (86000 млн.м³);

$U_{r_{i-1}}$ – годовой объем продувки водоема-охладителя в предыдущем году;

$U_{r_{i-1}}$ – годовой объем подпитки водоема-охладителя водой из реки в предыдущем году;

$C_{r_{i-1}}$ – среднегодовая концентрация меди в водах реки Южный Буг, подкачиваемых при подпитке водоема в предыдущем году;

m – масса меди, которая вымывается за год из всех энергоблоков АЭС циркуляционными водами;

m_1 – масса меди, которая за год потребляется из вод водоема – охладителя его экосистемой.

Как модель изменений солёности воды водоема охладителя, использовалось это же уравнение, в котором полагалось:

$$m = m_1 = 0;$$

C_i и C_{i-1} – среднегодовые значения солёности воды Ташлыкского водоема-охладителя в текущем году и предыдущем году;

$C_{r_{i-1}}$ – среднегодовое значение солёности вод реки Южный Буг, которые подкачивались в предыдущем году, при подпитке водоема.

При моделировании изменений среднегодовых концентрации меди в водах рассматриваемого водоема в качестве начального их значения задавалось 0.031 мг/л, соответствующие 2010 году. Значения m , $C_{r_{i-1}}$ задавались постоянными и равными 990 кг, 0.01 мг/л. Значения $U_{r_{i-1}}$, $U_{r_{i-1}}$ задавались переменными в пределах от 63 до 20 млн. м³, а также от 38 до 10 млн. м³. Значение m_1 также задавалось переменным от 990 до 100 кг.

При моделировании изменений солёности вод данного водоема в качестве начального значения задавалось 1238 мг/л, также соответствующее 2010 году. Значения $C_{r_{i-1}}$ задавались постоянными и равными 690 мг/л. Значения $U_{r_{i-1}}$, $U_{r_{i-1}}$ задавались переменными в тех же пределах, что и при моделировании концентраций меди.

Также в качестве фактического материала при исследованиях использованы данные за 2004-2010 год:

- об изменениях среднемесячных значений концентраций меди и солёности воды в Ташлыкском водоеме охладителя Южно-Украинской АЭС, представленные в ее годовых отчетах;

- о среднемесячных температурах воздуха в районе АЭС, полученные в сводках ее метеостанции;

- о температурах воды на входе и выходе отводящего канала, представленные в отчетах ее гидроучастка.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В соответствии с изложенной методикой, по формуле (3) рассчитаны значения среднемесячных температур на выходе предлагаемого водовода – $t(L)$ при различной его нормированной длине $LL = x(m) / X_0$ ($X_0 = 690$ м), соответствующие всем месяцам года. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Как видим из рисунка 2, при увеличении длины водовода наиболее быстрое снижение температур воды на его выходе будет происходить в зимние месяцы, а наиболее медленное в летние (с апреля по октябрь). При

нормированной длине водовода $L = 10$, в зимние месяцы снижение температур превышает 18°C, а в летние – 2-5°C.

Воспользовавшись формулой (5) вычислены значения средних температур поверхности водоема-охладителя $SST(L)$ для каждого месяца, при условии, что выпускаемые в него воды имеют рассчитанные значения среднемесячных температур $t(L)$. Полученные результаты для каждого месяца представлены в виде зависимостей $SST(L)$ и приведены на рис. 3.

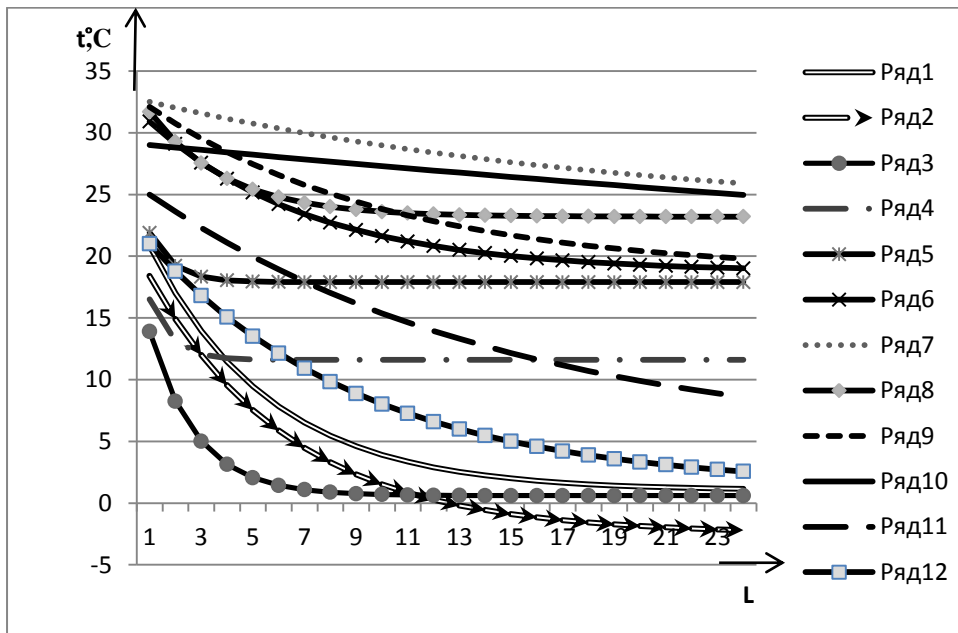


Рис. 2 – Зависимости от нормированной длины водовода $L = x(m)/690$ температур воды на его выходе в водоем-охладитель, рассчитанных с использованием формулы 3. Номер ряда – соответствует номеру месяца

Как следует из рисунка 3, увеличение нормированной длины водовода L в любые месяцы приводит к ощутимому уменьшению средних температур поверхности водоема охладителя.

Наиболее значительное ослабление теплового загрязнения водоема может быть

достигнуто в зимние месяцы. При этом в феврале значительная часть его акватории покрывается льдом.

Максимальные значения его поверхностных температур, при нормированной длине водовода $L = 10$ могут составить в июле $+26^{\circ}\text{C}$ (вместо нынешних $+32.5^{\circ}\text{C}$).

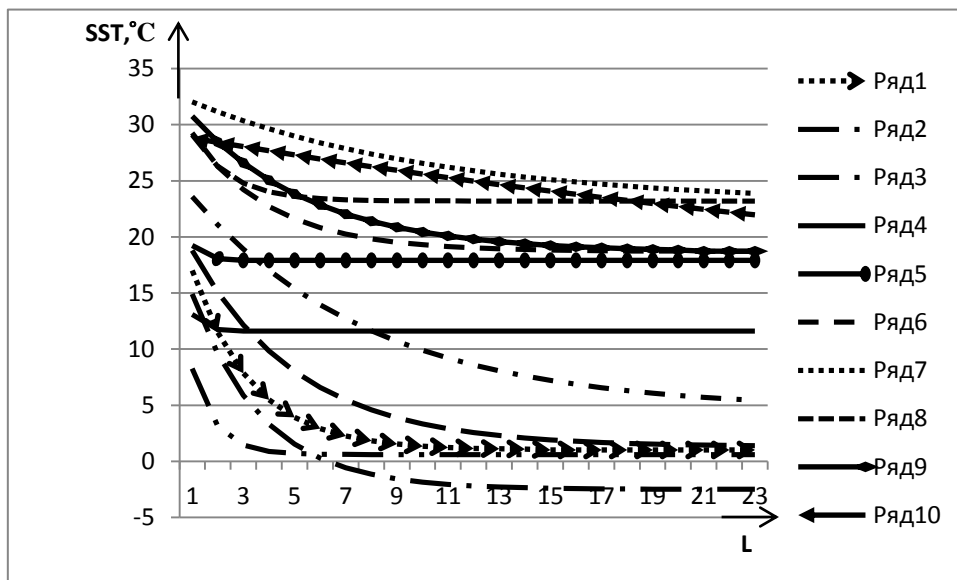


Рис. 3 – Зависимости от нормированной длины водовода $L = x(m)/690$ средних температур поверхности водоема-охладителя, рассчитанные с использованием формулы 7. Номер ряда – номер месяца

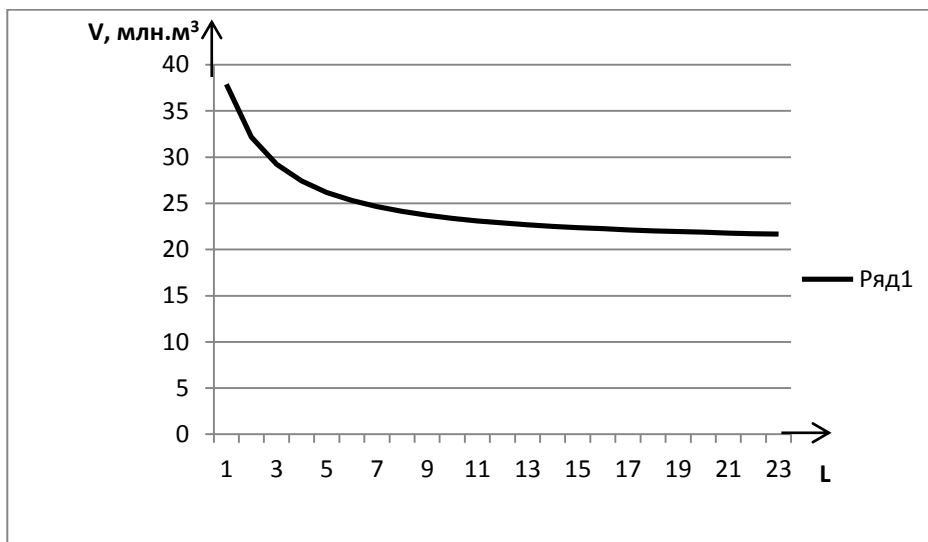


Рис. 4 – Зависимости от нормированной длины водовода $L = x \text{ (m)}/690$ годовых суммарных объемов испарения воды с его поверхности (км^3)

На рисунке 4 представлены результаты расчета годовых объемов испарения с поверхности водоема-охладителя, рассчитанных с помощью соотношения (9), и установленных для каждого месяца значений SST(L).

Как видно из рисунка 4, создание предлагаемого водовода при любой его длине позволяет существенно уменьшить годовые объемы воды, испаряющейся с поверхности водоема-охладителя. При водоводе, имеющем нормированную длину $L = 10$, годовой

объем испарения составит 23 млн. м^3 , вместо нынешних 38 млн. м^3 .

Как показало моделирование, изменения среднегодовых значений солёности воды в водоеме-охладителе, а также изменения концентраций в них меди существенно зависят от годовых объемов его продувки и испарения с его поверхности.

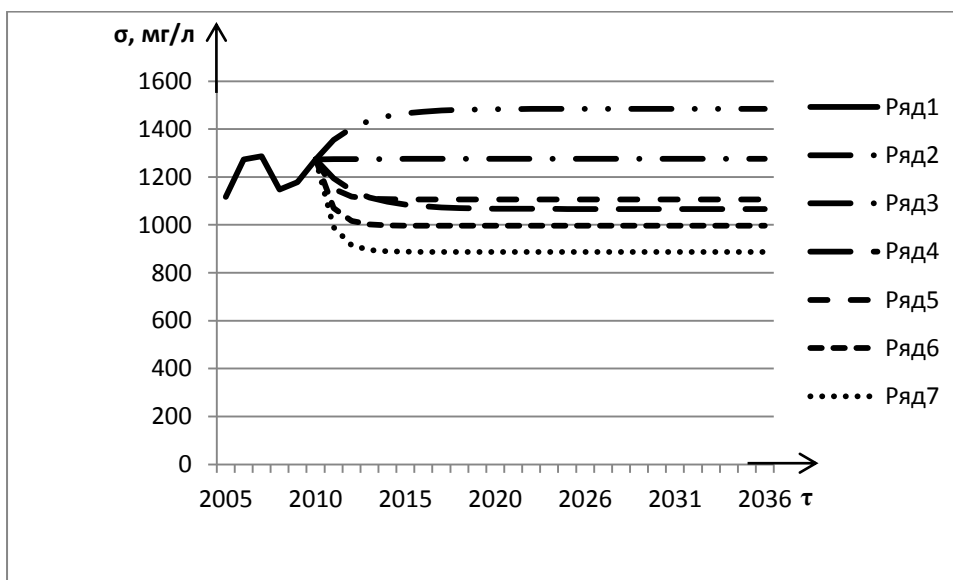
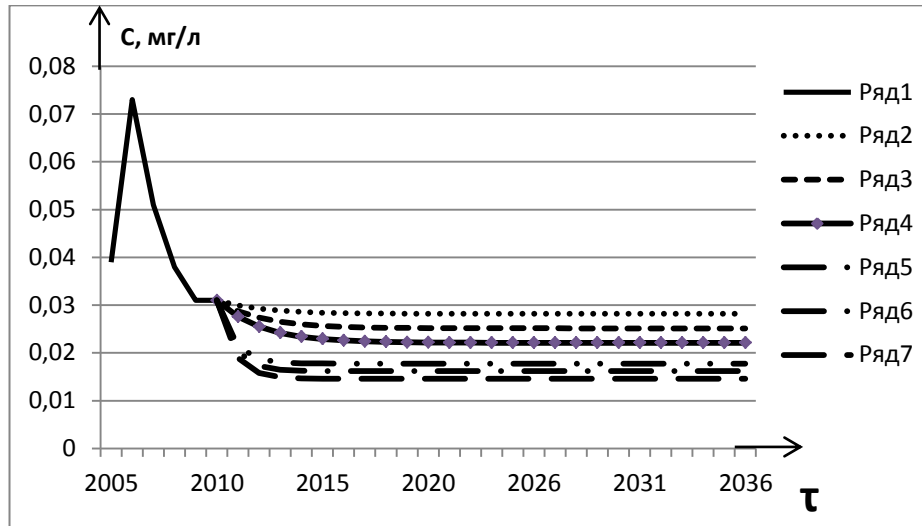


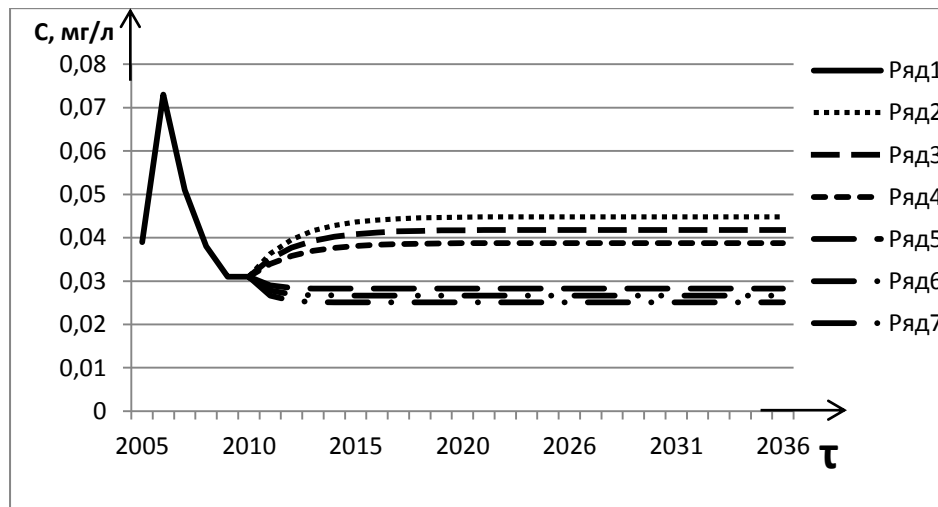
Рис. 5 – Зависимости от времени фактических изменений среднегодовой солёности вод Ташлыкского водоема-охладителя (ряд 1), а также ее вероятных изменений при $U_p = 33 \text{ млн. м}^3$ и $U_r = 38 \text{ млн. м}^3$ (ряд 2), $U_r = 28 \text{ млн. м}^3$ (ряд 3), $U_r = 18 \text{ млн. м}^3$ (ряд 4), при $U_p = 63 \text{ млн. м}^3$ и $U_r = 38 \text{ млн. м}^3$ (ряд 5), $U_r = 28 \text{ млн. м}^3$ (ряд 6), $U_r = 18 \text{ млн. м}^3$ (ряд 7)

В качестве примера, на рисунке 5 представлены результаты моделирования для случаев, когда годовой объем продувки составлял (как и в 2010 г.), 63 млн. м³, а также 33 млн. м³, при условии, что объемы воды, поступающей из реки Южный Буг в Ташлыкское водохранилище составляют 28 либо 18 млн. м³.

Как видим из рисунка 5, объем продувки, осуществлявшейся в 2010 году гарантирует снижение солёности вод водоема-охладителя при любой рассматриваемой интенсивности испарения с его поверхности. Уменьшение интенсивности испарения приведет, как и следовало ожидать, к ощутимому снижению рассматриваемого показателя и повышению безопасности АЭС.



А)



Б)

$U_p = 33$ млн м³ и $U_r = 38$ млн м³ (ряд 2), $U_r = 28$ млн м³ (ряд 3), $U_r = 18$ млн м³ (ряд 4),
 $U_p = 63$ млн м³ и $U_r = 38$ млн м³ (ряд 5), $U_r = 28$ млн м³ (ряд 6), $U_r = 18$ млн м³ (ряд 7).

Рис. 6 – Зависимости от времени фактических изменений среднегодовых концентраций меди в водах Ташлыкского водоема-охладителя (ряд 1), а также их вероятных изменений при годовом потреблении этого вещества в данной экосистеме А) – 880кг; Б) – 220 кг

Уменьшение годового объема продувки до уровня 33 млн. м³ безопасно лишь в случае, если годовая интенсивность испарения не превысит 28 млн. м³. В противном случае

будет происходить рост солёности вод до уровня, превышающего допустимый.

На рисунке 6 представлены результаты моделирования изменений концентраций меди в водоеме-охладителе для тех же значений

годовых объемов его продувки и интенсивности испарения с его поверхности, при условии, что годовое потребление меди в его экосистеме составляет 880 кг и 220 кг (фактическое значение этого показателя для Ташлыкского водоема-охладителя в последующем подлежит оценке).

Из рисунка 6 следует, что характер изменений концентраций меди в водоеме-испарителе существенно зависит от объема ее потребления в его экосистеме. При интенсивном потреблении меди в водоеме-охладителе и любом рассматриваемом режиме продувки, уменьшение годового объе-

ма испарения приводит к ощутимому снижению ее концентрации.

При слабом потреблении меди уменьшение годового объема испарения позволяет достичь уменьшения концентраций меди лишь при значительных (63 млн. м³) объемах продувки. При снижении годовых объемов продувки до уровня 33 млн. м³, уменьшение годового объема испарения будет приводить к увеличению концентраций меди. Поэтому актуальной проблемой экологической безопасности водоемов-охладителей АЭС является внедрение в их экосистемы видов, способных эффективно потреблять из их вод медь.

ВЫВОДЫ

1. Создание дополнительного гидроизолированного водовода, по которому поступившие по отводящему каналу технологические воды энергоблоков АЭС, отдав некоторую часть своего тепла атмосфере, сбрасываются в водоем-охладитель, при любой длине этого водовода позволяет заметно ослабить тепловое загрязнение данного водоема, а также уменьшить годовой объем воды, испаряющейся с его поверхности.

2. При уменьшении годовых объемов испарения с поверхности водоема-охладителя, снижение годового объема его продувки до некоторых пределов способно приводить к уменьшению солености его вод, од-

нако при его дальнейшем снижении последняя будет возрастать до опасных уровней.

3. Характер изменения концентраций меди в водоеме-охладителе, при уменьшении интенсивности испарения с его поверхности и снижении объемов его продувки определяется интенсивностью потребления данного вещества в экосистеме указанного водоема. При высокой интенсивности потребления меди уменьшение интенсивности испарения гарантирует положительный результат даже при существенном снижении объемов продувки, но при слабом ее потреблении химическое загрязнение водоема может усилиться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Томилин Ю. А. Радіонукліди у водних екосистемах південного регіону України: міграція, розподіл, накопичення, доза опромінення людини і контрзаходи / Ю. А. Томілін, Л. І. Грігор'єва. // Миколаїв: МДГУ, 2008. – 260 с.
2. Мороз Н. А. Екологічний моніторинг важких металів для забезпечення технологічного регламенту продувки ставка-охолоджувача АЕС (на прикладі Запорізької АЕС) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Н. А. Мороз. – Севастополь, 2006. – 24 с.
3. Лудевиг Р. Острые отравления. Руководство под ред. Гембицкого Е. В. / Р. Лудевиг, К. Лос. // М. : Медицина. – 1983. – 559 с.
4. Вернадский В. Н. Очерки геохимии // Избр. соч.: В 5 т. – М. : Изд-во АН СССР, 1954. – Т.1 – С.7-391.
5. Перельман А. И. Геохимия / А. И. Перельман. – М.: Высш.шк., 1989. – 528 с.
6. Перельман А. И. Геохимия ландшафтов / А. И. Перельман. – М. : Высшая школа, 1975. – 342 с.
7. Перельман А. И. Геохимия природных вод / А. И. Перельман. – М.: Наука, 1982. – 151 с.
8. Линник П. Н. Формы миграции металлов в природных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 286 с.
9. Мур Дж. В. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. В. Мур, С. Рамамурти. – М. : Мир, 1987. – 286 с.
10. Смоляков Б. С. Поведение различных форм меди (II) в пресноводной экосистеме / Б. С. Смоляков, М. В. Жигула, А. П. Рыжих и др. // Водные ресурсы. – 2004. – т. 31. № 1, – С. 60-68.
11. Лейн А. Ю. Глобальные биогеохимические циклы элементов и влияние на них деятельности человека / А. Ю. Лейн, М. В. Иванов // Геохимия. – 1988. – № 2. – С.280-291.
12. Воропаев С. И. Грибовидные течения: лабораторный эксперимент, теория, численный расчет. Когерентные структуры и самоорганизация океанических движений III / С. И. Воропаев. // М. : Наука, 1992. – С. 177-189.
13. Мелешко В. В. Динамика вихревых структур / В. В. Мелешко, М. Ю. Константинов. // К. : Наукова Думка, 1993. – 280 с.

13. Мелешко В. В. Динамика вихревых структур/ В. В. Мелешко, М. Ю. Константинов. // К. : Наукова Думка, 1993. – 280 с.
14. Винников С.Д. Гидрофизика. / С. Д. Винников, Б. В. Проскуряков //Л.- Гидрометеиздат. - 1988.- 248с.
15. Пехович А. И. Основы гидроледотермики. / А. И. Пехович. // Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. Отделение. – 1983. – 200с.
16. Карнович В.Н., Новоженин В.Д., Смирнов Е.А. Особенности работы каналов в зимних условиях. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 80с.
17. Хргиан А. Х. Физика атмосферы / А. Х. Хргиан. – М. : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. – 456 с.
18. Ворожцов Е. В. Разностные методы решения задач механики сплошных сред PDF. / Е. В. Ворожцов// Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 86 с.

Надійшла до редколегії 18.11.2011

УДК 911+[556.114:574.63] (285.33)

Р. В. ПОНОМАРЕНКО

Національний університет цивільного захисту України

Ю. В. БУЦ, канд. геогр. наук, доц.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

Обґрунтовано ефективні шляхи оперативного управління процесом утворення осаду важкорозчинних сполук на стадії коагуляції та шляхи оперативного управління водно-хімічним режимом процесу осадкоутворення, з метою забезпечення виробництва питної води, склад якої відповідає нормативним вимогам в умовах виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру

Ключові слова: коагуляція, тверда фаза, важкорозчинні сполуки, питна вода, надзвичайні ситуації

Пономаренко Р. В., Буц Ю. В. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Обоснованно эффективные пути оперативного управления процессом образования осадка труднорастворимых соединений на стадии коагуляции и пути оперативного управления водно-химическим режимом процесса осадкообразования, в целях обеспечения производства питьевой воды, состав которой соответствует нормативным требованиям в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера

Ключевые слова: коагуляция, твердая фаза, труднорастворимые соединения, питьевая вода, чрезвычайные ситуации.

Ponomarenko R. V., Buts Y. V. THE MANAGEMENT OF PROCESS FOR THE PRODUCTION OF DRINKING WATER UNDER EMERGENCY MAN

Proved effective ways to manage the operational formation of sludge soluble compound sat the stage of coagulation and ways of operating water chemistry draft process of formation, to ensure the production of drinking water, the composition of which complies with regulatory requirements in terms of emergency man

Key words: coagulation, solid phase, difficult soluble compounds, drinking water, emergency

ВСТУП

Постановка проблеми. Забезпечення населення України питною водою є для багатьох регіонів країни однією з пріоритетних проблем, розв'язання якої необхідно для збереження здоров'я та з метою попередження виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Загальнодержавна програма "Питна вода України" на 2006-2020 роки, що затверджена Законом України від 03.03.2005 р., № 2455-IV [1], спрямована на реалізацію державної політики щодо забезпечення населення якісною питною водою відповідно до Закону України "Про питну воду та питне водопостачання".

Відсутність в Україні басейнового

© Пономаренко Р. В., Буц Ю. В., 2012

принципу управління, контролю та відповідальності за стан поверхневих джерел питного водопостачання, призводить до того, що частіше за все основні промислові об'єкти – забруднювачі, які обумовлюють якісний стан поверхневих джерел питної води, розташовані на території інших областей, а виготовлення і споживання питної води з цього джерела відбувається на території іншої. Все це відноситься і до Карачунівського водосховища. Основні річки які його формують протікають по території Кіровоградської області, виготовлення і споживання питної води відбувається в м. Кривий Ріг (Дніпропетровська область). Виготовлення питної води з цього водосховища та її споживання відбувається в м. Кривий Ріг. Виходячи з високого вмісту, у воді водосховища, солей жорсткості, сульфат іонів та загального солемісту, а також неспроможності існуючої технології підготовки питної води досягти встановлених норм за цими показниками, рішенням Держспоживстандарту України, було надано дозвіл Карачунівському водопровідному комплексу на постачання населенню водопровідної води господарсько-питного призначення з відхиленням від вимог стандарту за цими показниками. Тому вирішення питання щодо виробництва питної води якістю якої відповідає діючим нормативним документам, на цьому комплексі є стратегічно важливим завданням з точки зору забезпечення умов, що попереджають виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість існуючих станцій підготовки питної води в Україні, в тому числі і Карачунівський водопровідний комплекс, працюють за спрощеною технологією обробки води поверхневого джерела: коагуляція, – відстоювання, – механічне фільтрування, – обеззараження (частіше за все хлорування).

Процес коагуляції з подальшим відстоюванням та фільтрацією призначений не тільки для видалення з води колоїдних часток, що обумовлюють забарвленість та каламутність води, але і для часткового виведення з води солей жорсткості (іонів Ca^{2+} та Mg^{2+}) [3]. Але в умовах Карачунівського водопровідного комплексу при застосуван-

ні сульфату алюмінію у якості коагулянту [4], ефективність видалення солей жорсткості на стадії коагуляції практично дорівнює нулю.

Реагентні методи пом'якшення води, частіше за все, забезпечують видалення з води іонів кальцію і магнію (загальний солеміст) в тверду фазу у вигляді важкорозчинних сполук CaCO_3 і $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Добуток розчинності карбонату кальцію характеризується досить низьким значенням $3,8 \cdot 10^{-9}$ [5], що дозволяє досить ефективно переводити іони кальцію у тверду фазу з наступним видаленням осаду у відстійниках або на механічних фільтрах. Як показали раніше проведені дослідження, застосування карбонату натрію (Na_2CO_3) для обробки води з вмістом іонів кальцію 12 – 14 мг-екв/л. та іонів магнію – 4 – 5 мг-екв/л. дозволяє знизити загальну жорсткість до нормативного рівня $< 7,0$ мг/л. [6].

Від ефективності стадії коагуляції – видалення з вихідної води колоїдних часток, що обумовлюють її кольоровість та каламутність, і суттєве виведення солей жорсткості з водної фази у тверду фазу (осад), забезпечує ефективність подальших стадій підготовки питної води, а як результат і якість питної води на виході.

Процес утворення часток твердої фази важкорозчинних сполук, як початковий в процесі осадко утворення, найбільш складний з точки зору термодинаміки процесів, що відбуваються на стадії коагуляції. Оперативне управління цим процесом, з урахуванням можливої сезонної зміни іонного складу вихідної води, є ключовим для умов підготовки питної води на Карачунівському водопровідному комплексі.

Для оцінки термодинамічної можливості утворення часток твердої фази (нуклеації) розроблені і знаходять практичне застосування різні критерії: карбонатна жорсткість J_k , недостатня вуглекислота ΔCO_2 , рН насичення pH_s [7], індекс насичення Ланжельє I_s [8], індекс стабільності Різзара I_{st} [9], кристалізаційний напір η [10, 11]. Таке різноманіття критеріїв свідчить про те, що застосування їх на практиці не завжди забезпечує достовірну оцінку осадкоутворення у оді і можливість його кількісного прогнозування.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Головним завданням досліджень було вибрати можливі шляхи оперативного управління процесом утворення твердої фази важкорозчинних сполук на стадії коагуляції та шляхи оперативного управління процесом утворення осаду з метою забезпечення подальшої ефективності стадій підготовки питної води при збільшенні солемісту у воді поверхневого джерела та з метою попередження виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Для вирішення поставленої задачі перш за все треба визначитися щодо основного показника для оцінки термодинамічної можливості утворення часток твердої фази на стадії коагуляції, з урахуванням технологічної можливості його збільшення чи зменшення для забезпечення необхідного управління цим процесом.

Розглянемо процес утворення часток

твердої фази, як звичайний процес масопереносу, лімітуючою стадією якого є дифузія речовини з об'єму рідини на зародкову частку твердої фази. Якщо вважати протяжність середовища нескінченною, то можна провести теоретичний аналіз для стаціонарних умов. Нехай r є радіальна відстань від центру сферичної зародкової частки твердої фази радіусом r_0 (рис. 1.), тоді мольний потік речовини, яка кристалізується, що надходить з оболонки радіусом r ($r > r_0$) можна записати співвідношенням:

$$j(4\pi r^2) = -D(4\pi r^2) \frac{dC}{dr}, \quad (1)$$

де j – мольний потік речовини на частку, яка кристалізується;

D – коефіцієнт дифузії;

C – концентрація речовини, що кристалізується у розчині.

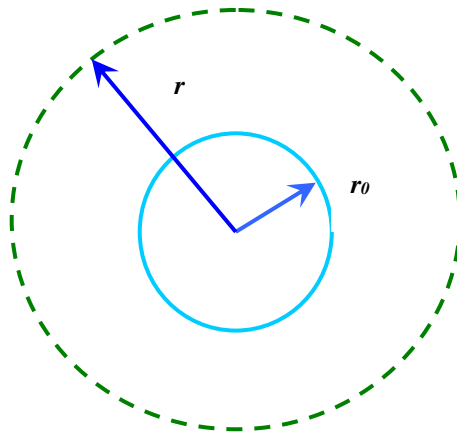


Рис. 1 – Схема утворення часток твердої фази

Проведення інтегрування в границях від $C = 0$ при $r = r_0$ до $C = C_0$ при $r = \infty$:

$$\int_{r_0}^{\infty} \frac{j r_0^2}{r^2} dr = \int_0^{C_0} -D dC, \quad (2)$$

де C_0 – стехіометрична концентрація речовини, що кристалізується, у розчині, дає наступний вираз для визначення мольного потоку:

$$j = \frac{D}{2r_0} C_0. \quad (3)$$

Розмір рівноважного зародку твердої фази та його залежність від параметрів розчину при ізотермо - ізобаричних умовах визначається з рівняння Оствальда – Фройндліха [12, 13]:

$$\left(\ln \frac{C}{C_s} \right)_{T, P^{(\beta)}} = \frac{2\sigma V^{(\alpha)}}{r_0 RT}, \quad (4)$$

де C_s – гранична концентрація розчинності речовини, яка кристалізується;

σ – поверхневий натяг речовини, що кристалізується;

$V^{(\alpha)}$ – мольний об'єм речовини, що кристалізується у твердій фазі;

r_0 – розмір рівноважного зародку твердої фази;

$P^{(\beta)}$ – тиск у рідкій фазі;

R – універсальна газова стала;

T – температура;

тоді:

$$r_0 = \frac{2M\sigma}{\rho RT \ln(C/C_s)}, \quad (5)$$

оскільки:

$$V^{(\alpha)} = \frac{M}{\rho}, \quad (6)$$

де M – молекулярна маса речовини, що кристалізується;

ρ – густина маса речовини, що кристалізується.

Таким чином, мольний потік речовини, яка кристалізується на частку зародку твердої фази визначається як:

$$j = \frac{D\rho RT}{4M\sigma} C_0 \ln(C/C_s) = \beta C_0 \ln(C/C_s), \quad (7)$$

β – коефіцієнт масовіддачі.

Аналогічний вираз було отримано для опису процесу утворення накипу карбонату кальцію на тепло передаючих поверхнях обладнання [14].

Виходячи з отриманої залежності, мольний потік речовини, яка кристалізується на частку зародку твердої фази від складу розчину, основним показником, щодо управління процесом утворення осаду доцільно обрати кристалізаційний напір, оскі-

льки саме він міститься під логарифмом. Для врахування можливості утворення карбонату кальцію на стадії коагуляції при не стехіометричному співвідношенні концентрацій іонів кальцію і карбонат іонів, доцільно визначати кристалізаційний напір за наступною формулою:

$$\eta = \frac{[Ca^{2+}] f_{Ca^{2+}} [CO_3^{2-}] f_{CO_3^{2-}}}{PP_{CaCO_3}}, \quad (8)$$

де $[Ca^{2+}]$, $[CO_3^{2-}]$ – концентрації відповідних іонів;

$f_{Ca^{2+}}$, $f_{CO_3^{2-}}$ – коефіцієнти активності відповідних іонів;

PP_{CaCO_3} – добуток розчинності карбонату кальцію.

Проведенні лабораторні дослідження впливу складу теплоносія на швидкість утворення твердої фази карбонату кальцію з водних розчинів показали, що швидкість утворення твердої фази пропорційна ступеню пересичення розчину по карбонату кальцію (рис. 2), тобто підкоряється рівнянню (7).

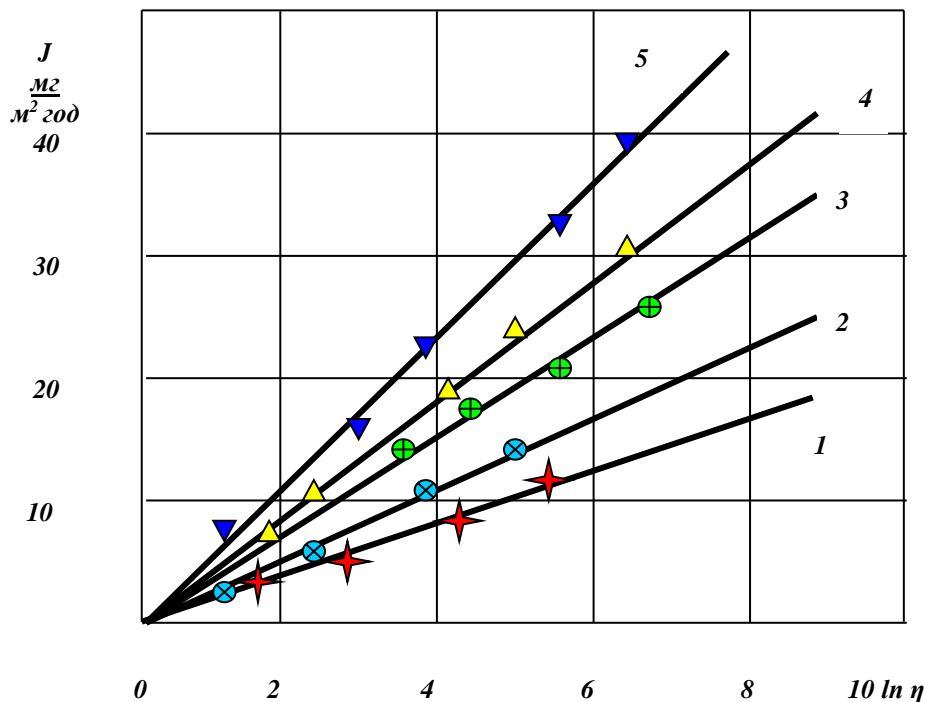


Рис. 2 – Залежність швидкості утворення твердої фази карбонату кальцію від ступеню пересичення розчину при стехіометричній концентрації карбонату кальцію у розчині, г/м³

Додатковим підтвердженням вірності запропонованої моделі утворення часток твердої фази карбонату кальцію на стадії коагуляції є лінійний характер залежності $\ln \beta = f(1/T)$, отриманої в наслідок аналізу експериментальних результатів в діапазоні температур 293 – 598 К, що апроксимується рівнянням:

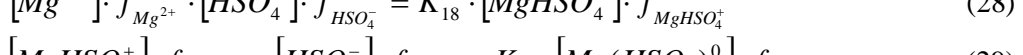
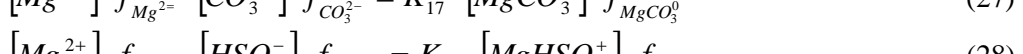
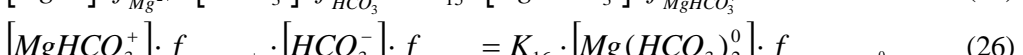
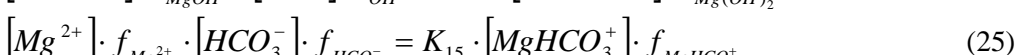
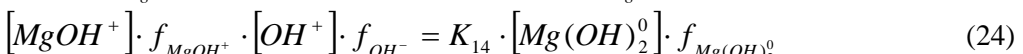
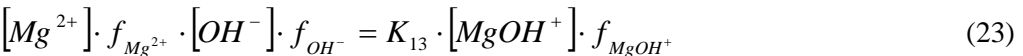
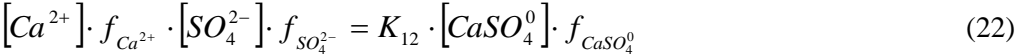
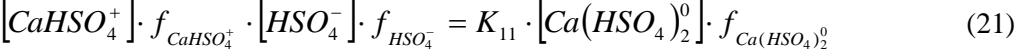
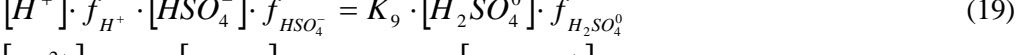
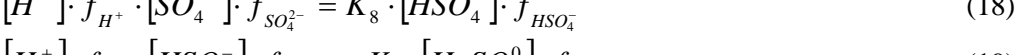
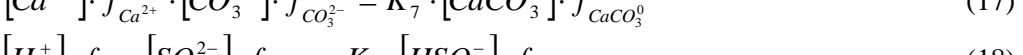
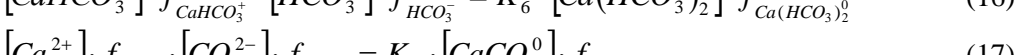
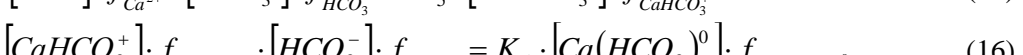
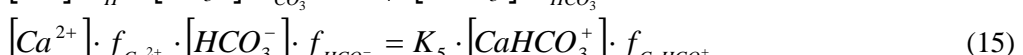
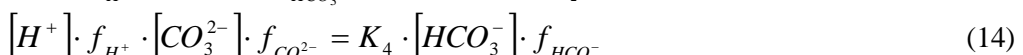
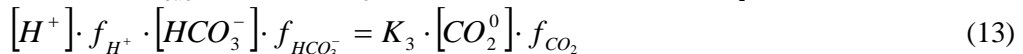
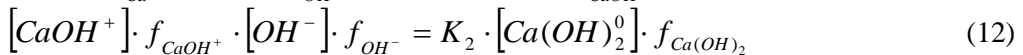
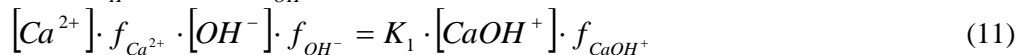
$$\ln \beta = 0,8 - \frac{4224,4}{T}, \quad (9)$$

з коефіцієнтом кореляції 0,97 при середньоквадратичному відхиленні середнього 0,47.

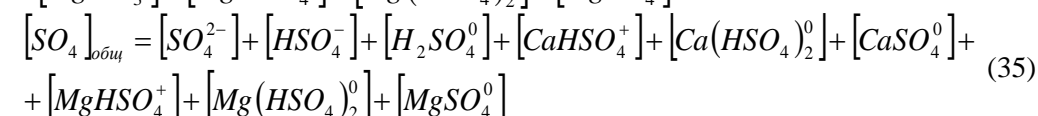
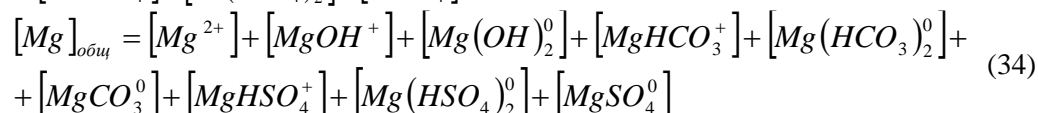
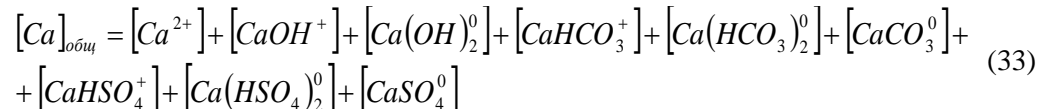
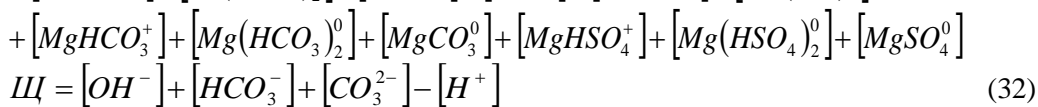
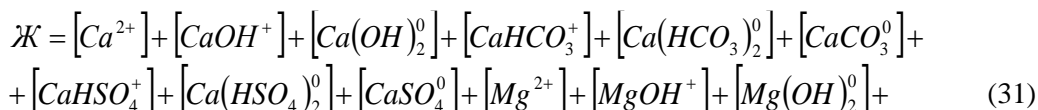
Другою складною задачею було визначення кристалізаційного напору у вихідній воді Карачунівського водосховища, з урахуванням складного іонного складу її та визначення дози карбонату натрію, який треба додавати на стадії коагуляції для забезпечення ефективної швидкості утворення часток твердої фази карбонату кальцію.

Для визначення дійсних концентрацій іонів $[Ca^{2+}]$, $[CO_3^{2-}]$ враховувалися можливі процеси утворення іонних асоціатів, для чого була складена система рівнянь, що містила в собі:

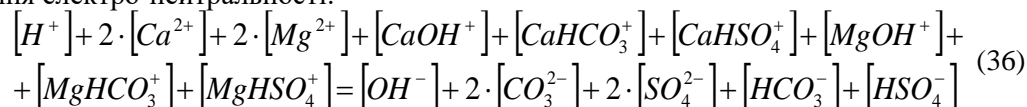
– рівняння дисоціації:



– матеріального балансу:



– рівняння електро-нейтральності:



Коефіцієнти активності іонів у розчині розраховувалися за розширеним рівнянням Дебая-Хюккеля [13] з урахуванням їх сумісного перебування у розчині [14], а для нейтральних іонних асоціатів за формулою [15]:

$$\lg f_0 = - \frac{S^* \sqrt{I}}{1 + B^* r_i \sqrt{I}}, \quad (37)$$

де f_0 – коефіцієнт активності іонного асоціату;

S^*, B^* – сталі, що характеризують розчинник;

r_i – радіус іонного асоціату;

I – іона сила розчину.

Термодинамічні константи рівноваги, які входять до рівнянь (10 – 36) для стандартних умов ($T = 298 \text{ K}$, $P = 0,1013 \text{ МПа}$) розраховувалися за формулою [8]:

$$K_i = \exp \left[- \frac{\Delta_r G_i(T)}{RT} \right]. \quad (38)$$

Зміни ізобарно-ізотермічного потенціалу $\Delta_r G_i(T)$ для реакцій, що розглядаються, визначалися за допомогою рівняння:

$$\Delta_r G_i(T) = \sum_j \nu_j \Delta_f G_j^0(T)_{\text{прод}} - \sum_i \nu_i \Delta_f G_i^0(T)_{\text{вих}}. \quad (39)$$

Розв'язання систем рівнянь (10 – 36) відбувалось методом ітерацій, для чого була

розроблена програма “Kr–Karach” для персональної електронно-обчислювальної машини. Програма дозволяє визначити кристалізаційний напір у вихідній воді на основі даних її хімічного аналізу, розрахувати необхідну дозу карбонату натрію для ефективного утворення осаду карбонату кальцію на стадії коагуляції.

Проведені експериментальні дослідження на реальній воді Карачунівського водосховища дозволили визначити, що при введенні у вихідну воду на стадії коагуляції карбонату кальцію у концентрації розрахованій кількості – 600 мг/л і більше, досягається максимальна стабільна ефективність виведення іонів кальцію у тверду фазу на рівні 45% (рис. 3.), і загальний вміст солей жорсткості досягає нормативного рівню < 7,0 мг/л.

Цей факт є підтвердженням запропонованої термодинамічної моделі, для реальних умов процесу підготовки питної води, а також дає можливість стверджувати про створення системи оперативного управління процесом утворення осаду важкорозчинних сполук шляхом корегування швидкості утворення твердої фази на стадії коагуляції при введення у вихідну воду карбонату кальцію у необхідних для досягнення максимальної ефективності концентраціях.

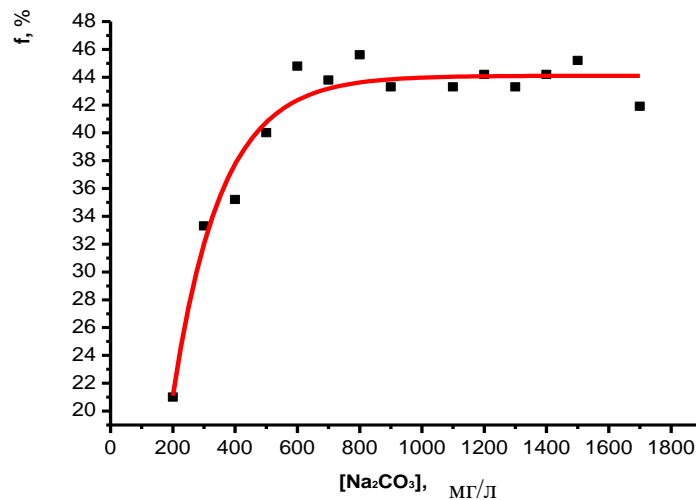


Рис. 3 – Залежність ефективності виведення солей жорсткості з вихідної води Карачунівського водосховища від концентрації карбонату натрію за дві години обробки

ВИСНОВКИ

Побудована модель процесу утворення твердої фази на стадії коагуляції при виробництві питної води з поверхневого джерела водопостачання. Розроблено систему оперативного управління процесом утворення осаду важкорозчинних сполук шляхом корегування швидкості утворення твердої фази на стадії коагуляції, а також

визначення поточного значення кристалізаційного напору та шляхи оперативного управління режимом процесу утворення осаду з метою забезпечення подальшої ефективності стадій підготовки питної води в умовах Карачунівського водосховища та з метою попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Загальнодержавна програма «Питна вода України на 2006-2020 роки» / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 2005 с. 243-255. – (Бібліотека офіційних видань).
2. Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». – Офіц. вид. – К.: М-во охорони здоров'я України, 1996. - постанова № 383 (Норм. док.).
3. Белан Ф.И. Водоподготовка / Ф. И. Белан. – М.: Энергия, 1980. – 256 с.
4. Технологічний регламент Карачунівського водопровідного комплексу. - Кривий Ріг: ДПП «Кривбасводопостачання» 2007, 100 с.
5. Лапотышкина Н. П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей / Лапотышкина Н. П., Сазонов Р. П. – М.: Энергоиздат, 1982. – 200 с.
6. О. В. Третьяков. Розробка технології виробництва питної води високої якості для Карачунівського водопровідного комплексу. / О. В. Третьяков. – Харків: УЦЗУ, 2009. – 80 с. (звіт з НДР, Держ. реєстр. 0109U003067).
7. Маргулова Т. Х. Водные режимы тепловых и атомных электростанций / Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. – М.: Высшая школа, 1987. – 319 с.
8. Langelier W.F. The analytical control of anti-corrosion water treatment / Langelier W.F. - JAWWA, – 1936. – v. 28, N 10. – p. 548 – 572.
9. Ryznar J. W. A new index for determining of amount of calcium carbonate scale formed by a water / Ryznar J.W. – JAWWA. – 1944. – v. 34. – P. 276 – 281.
10. Боднар Ю. Ф. Выбор критерия для оценки накипеобразующих свойств охлаждающей воды / Юрий Федорович Боднар. – М: Теплоэнергетика. – 1979. – №7, – С. 65 – 68.
11. Русанов А. И. Фазовые равновесия и поверхностные явления / А. И. Русанов. – Л.: Химия, 1967. – 388 с.
12. Третьяков О. В. Підвищення безпеки експлуатації теплообмінного обладнання енергетичних установок / О. В. Третьяков. / Проблемы надзвичайних ситуацій – Х.: УЦЗУ, 2007. – С. 133-141.
13. Дамаскин Б. Б. Основы теоретической электрохимии / Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. – М.: Химия, 1984. – 239 с.
14. Шепотько А. О. Вычисление коэффициентов активности в мультисистемах / Шепотько А.О./ Математические вопросы химической термодинамики – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 71 – 74.
15. Marshall W. L. Aqueous system at high temperature / Marshall W.L., Slusher R., Jones E.U. // J. Chem. Data. – 1964. – v. 19, N 2. – p. 187 – 191.

Надійшла до редколегії 15.02.201

УДК 911 + 504

В. В. ПІДЛІСНЮК, д-р хім. наук, проф.,
Університет Матея Бела, Словацька Республіка

І. О. СОЛОШИЧ, канд. пед. наук, доц.
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В М. БАНСЬКІЙ-БИСТРИЦІ (ЦЕНТРАЛЬНА СЛОВАЧЧИНА) ТА КРЕМЕНЧУЗІ (УКРАЇНА)

Проведено порівняльний аналіз стану забруднення атмосферного повітря транспортними потоками центральної частини міст Банська-Бистриця (Словацька Республіка) і Кременчук (Україна). Визначено інтенсивність руху транспортних потоків, масу викидів забруднюючих речовин, проведено розрахунок розсіювання викидів забруднюючих речовин від транспортного потоків за діоксидом азоту. Запропоновано шляхи поліпшення екологічного стану в частині зменшення викидів в атмосферне повітря.

Ключові слова: транспортні потоки, забруднення атмосфери, автомобільний транспорт, двооксид азоту, інтенсивність руху

Podlesnyuk V., Soloshich I. COMPARATIVE ANALYSIS OF INFLUENCE OF TRAFFIC FLOWS ON AIR POLLUTION IN BANSKA BYSTRICA (CENTRAL SLOVAKIA) AND KREMENCHUG (UKRAINE)

The comparative analysis on atmospheric air's contamination from the transport streams in Banska Bystrica, Slovak Republic and Kremenchuk, Ukraine was done. Dependence between frequency of transportation streams and concentration of released contaminated substances to the atmosphere was presented along with calculated data about release of the harmful compounds in terms of nitrogen oxide. Some proposals were developed for improving the existed situations in the case-studied cities.

Key words: transport streams, contamination of atmosphere, car transportation, nitrogen dioxide, frequency of movement

Подлеснюк В. В., Солошич И. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В г. БАНСКАЯ-БЫСТРИЦА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ СЛОВАКИЯ) И КРЕМЕНЧУГЕ (УКРАИНА)

Проведен сравнительный анализ состояния загрязнения атмосферного воздуха транспортными потоками центральной части городов Банска-Быстрица (Словацкая Республика) и Кременчуга (Украина). Определена интенсивность движения транспортных потоков, масса выбросов загрязняющих веществ, проведен расчет рассеивания выбросов вредных веществ от транспортных потоков для диоксида азота. Предложены пути улучшения экологического состояния за счет уменьшения выбросов в атмосферный воздух.

Ключевые слова: транспортные потоки, загрязнение атмосферы, автомобильный транспорт, двооксид азота, интенсивность движения

ВСТУП

Актуальність роботи. Відомо [1-5], що у містах та промислово розвинутих регіонах України та Словаччини склалася досить складна екологічна ситуація, в тому числі пов'язана з високими концентраціями шкідливих речовин у повітрі. При цьому значний внесок у забруднення атмосферного повітря вносять викиди відпрацьованих газів від пересуваних джерел, в першу чергу, автомобілів. В Україні, згідно даних [2], цей внесок складає до 30% від загальних викидів забруднюючих речовин.

Специфіка негативного впливу автомобільного транспорту проявляється у наступ-

ному: високих темпах зростання кількості автомобілів; їх просторовій розосередженості; розташуванню автотрас в близькості до житлових районів; більш вищій токсичності викидів від джерел, що рухаються, порівняно з викидами від стаціонарних джерел; складності реалізації заходів по захисту від забруднення транспортними засобами; розташуванні джерел забруднення близько до земної поверхні, внаслідок чого відпрацьовані гази накопичуються в зоні дихання людей і слабше поширюються вітром. Тому проблема негативного впливу транспорту на навколишнє природне середовище та здоров'я людей є однією із найбільш важливих екологічних проблем, яка потребує деталь-

@ Підліснюк В. В., Солошич І. О., 2012

ного вивчення та аналізу.

Значний вклад у теорію і розвиток наукових фундаментальних досліджень проблем охорони атмосферного повітря, зменшення техногенного навантаження на повітряний басейн автомобільним транспортом внесли Балацький О. Ф., Данилишин Б. М., Канило П. М., Кропивенська В. Б., Міщенко В. С., Форнальчик Є. Ю., Шеховцов А. Ф. та інші науковці.

Нині у великих містах зосереджено близько 60 – 70 % всіх транспортних засобів, при цьому на одну тисячу мешканців міст в Україні припадає більш ніж 100 автомобілів [5]. При цьому основним видом пального, що використовується, є бензин, на якому працюють 75,9 % автомобілів країни, 20 %

автомобілів використовують дизельне паливо. Відомо [2], що один автомобіль в середньому поглинає 1 т кисню за рік та викидає в повітря близько 600-800 кг вуглекислого газу, 40 кг оксидів азоту та 200 кг неспалених вуглеводнів.

Методи вивчення забруднення повітря міста від пересувних джерел забруднення наразі відстають від методів дослідження забруднення повітря від стаціонарних джерел. Тому метою даного дослідження було проведення порівняльного аналізу впливу пересувних джерел автотранспорту на забруднення повітря на прикладі міст Банська-Бистриця (Центральна Словаччина) та Кременчук (Україна).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Місто Банська-Бистриця розташоване в середній частині Словачької Республіки в Зволеньській улоговині на висоті 370 м над рівнем моря. Населення міста складає 85 тис. чол., а загальна площа становить 103,4 км². Через місто Банську Бистрицю проходить одна із головних транспортних магістралей Словаччини, що з'єднує захід та схід країни, і далі прямує до України. Внаслідок розгалуженої мережі магістральних вулиць з інтенсивними транспортними потоками, що проходять через селітебну територію центральної частини міста, створюються умови для безпосереднього забруднення викидами автотранспорту повітряного середовища зон житлової забудови та історичного центру.

Місто Кременчук розташоване на південному заході Полтавської області і відноситься до промислово розвинених міст України; населення міста складає 220 тис. чол., а загальна площа становить 92 км² [1]. Загальна довжина доріг з твердим і ґрунтовим покриттям становить у місті близько 400 км, через нього проходить траса державного призначення (Бориспіль — Дніпропетровськ — Запоріжжя та Полтава — Олександрія) і європейський автошлях, що починається в м. Полтава і закінчується в м. Слобозія, Румунія.

Відповідно ДБН Б.2.4-2-94, м. Кременчук та м. Банська-Бистриця відносяться до середніх міст, тому є доцільним проводити

порівняльний аналіз впливу транспортних потоків.

Дослідження впливу автомобільного транспорту на стан навколишнього природного середовища проведено в центральній частині м. Банська-Бистриця на вулиці Штефаніка, що розташована вздовж лівого берега річки Грон, яка протікає через центральну частину міста. Головний транспортний потік у напрямку від столиці Братислави на схід країни до міста Брезно проходить саме цією вулицею, і як наслідок, тут спостерігається висока інтенсивність руху транспорту. Слід вказати, що на вулиці Штефаніка і в безпосередній близькості від неї розташована значна кількість житлових будинків, готелі, торговий центр, автовокзал, а також міський парк.

В м. Кременчук дослідження проводилися в центральній частині міста на перехресті вулиць 60 річчя Жовтня та Київської, через які безпосередньо проходить транспортний потік міжнародного та державного значення. На цих вулицях розташована значна житлова забудова, велика кількість магазинів, дитячий майданчик для відпочинку.

Для визначення характеристик транспортних потоків на вибраних ділянках дослідження вулично – дорожньої мережі проводився підрахунок транспортних засобів, що проїхали через них. Весь зафіксований таким чином транспорт відповідно розділявся на чотири основних категорії: легкові автомобілі, вантажні

автомобілі, автобуси та мотоцикли. Дослідження проводилися щодня протягом десятих днів у літній період у години пік (6.00 – 7.00 год, 11.00 – 13.00 год, 16.00 – 18.00 год).

Використовуючи отримані результати, було обчислено середні значення інтенсивності руху автотранспорту через вибрані місця протягом доби та розраховано середню кількість транспортних засобів. Легковий автомобіль середнього класу має обсяг двигуна 1,3 – 1,6 л і витрати палива в умовах міського циклу 10 – 12 л на 100 км.

Отримані результати стосовно середньої кількості транспортних засобів, що рухалися за весь період спостережень вулицею Штефаніка в м. Банська-Бистриця, Словаччина та перехрестям вулиць 60 років Жовтня та Київської в м. Кременчузі, Україна наведено в таблицях 1, 2.

Розрахунок масового викиду шкідливих речовин від потоків автотранспорту було проведено з використанням

Таблиця 1

Інтенсивність руху транспортних засобів в літній період вулицею Штефаніка в центральній частині м. Банська-Бистриця

Час дослідження	Легкові автомобілі	Автобуси	Вантажні автомобілі	Мотоцикли	Загальна середня кількість авт/год
6.00 - 7.00 год	1786	136	71	26	1987
11.00 - 13.00 год	1689	127	69	22	
16.00 - 18.00 год	1793	139	79	25	
Середнє значення	1756	134	73	24	

Таблиця 2

Інтенсивність руху транспортних засобів в літній період в центральній частині м. Кременчук

Час дослідження	Легкові автомобілі	Автобуси	Вантажні автомобілі	Мотоцикли	Загальна середня кількість авт/год
6.00 - 7.00 год	1195	225	64	18	1330
11.00 - 13.00 год	874	146	38	21	
16.00 - 18.00 год	1102	204	71	29	
Середнє значення	1057	192	58	23	

методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів [4], при цьому основними забруднюючими речовинами повітря вважалися: оксид вуглецю, аміак, метан, оксид азоту, сажа, двооксид азоту, двооксид сірки, свинець, вуглекислий газ, неметанові леткі органічні сполуки, бенз(а)пірен.

Було використано дані державних постів спостереження у м. Банська-Бистриця та у м. Кременчук стосовно забруднення повітря сполуками двооксиду сірки, двооксиду азоту та оксиду вуглецю і проведено відповідне порівняння цих даних із результатами розрахунків масових викидів в повітря від транспортних засобів в районі спостережень. Виявилось, що перевищення ГДВ на вибраних ділянках спостерігається за

викидами діоксиду азоту, тому надалі розрахунки розсіювання проводилися за цією сполукою, що відноситься до речовин III класу небезпеки.

Розрахунок масового викиду шкідливих речовин від потоків автотранспорту визначали згідно формули:

$$M = P \cdot N \cdot V_{cp} \cdot l \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де P – щільність автомобільного потоку авт/км, яка визначається з графіку для середньої швидкості V_{cp} ; N – питомий викид г/км; V_{cp} – середня швидкість руху в місті км/год (згідно ОСТ 37.001.054-74 $V_{cp}=18,5$ км/год=0,005 км/с); l – довжина ділянки дороги, км, з інтенсивністю U ; K_1 – коефіцієнт, що враховує рівень технічного стану транспортного засобу з токсичності; K_2 – коефіці-

ент, що враховує відмінність середньотехнічної швидкості транспортного потоку в місті від прийнятої в ОСТ 37.001.054-74.

Використовуючи програму «ГАРАНТ-1», що реалізує методику розрахунку ОНД-86, було проведено розрахунок розсіювання викидів шкідливих речовин від транспортного потоку по двооксиду азоту без урахування фонових концентрацій та впливу житлової забудови. Виявилось, що максимальна приземна концентрація двооксиду азоту у вузлах розрахункової сітки складає 2,4 ГДК, в м. Банська-Бистриця та 2,6 ГДК в м. Кременчуці. Згідно даних [3], перевищення забруднення повітря двооксидом азоту призводить до зростання загальної захворюваності населення, яка зумовлена ураженням легеневої системи (пневмонія, бронхіальна астма) і серцево-судинної системи (гіпертонічна хвороба, інфаркт міокарда).

За допомогою оптимізації роботи світлофорів та інших засобів регулювання дорож-

нього руху можна забезпечити режими руху автотранспорту, відповідні їздовим циклам з найменшими негативними екологічними наслідками. Рівномірний рух автомобілів забезпечує зниження вуглеводнів у 1,7 – 1,9 рази порівняно з невстановленими режимами.

Раціональна організація транспортного потоку сприяє зменшенню тривалості роботи автомобіля на режимах прискорення та сповільнення, що забезпечує зниження викидів шкідливих речовин.

Вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря в центральній частині м. Банська-Бистриця та м. Кременчук пропонується у виведенні загального потоку автомобільного транспорту за межі міст та розробці альтернативних джерел переміщення в межах центру міста, що дозволить значно знизити завантаження вулиць автотранспортом.

ВИСНОВКИ

Раціональна організація транспортного потоку сприяє зменшенню тривалості роботи автомобіля на режимах прискорення та сповільнення, що забезпечує зниження викидів шкідливих речовин.

Визначено перевищення в 2,4 ГДК забруднення повітря за двооксидом азоту, в м. Банська-Бистриця та 2,6 ГДК в м. Кременчуці, що є небезпечним для здоров'я населення.

Запропоновано шляхи вирішення проблеми автомобільного транспорту: оптимі-

зація експлуатації автомобільного транспорту, виведення головних магістралей за межі міста; покращення конструкції та регулювання двигунів автомобілів.

Подальший науковий інтерес представляють дослідження з впливу забруднення повітря від пересувних джерел автотранспорту на окремі види рослин на вибраних ділянках спостережень і в безпосередній близькості від них.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вирський Д. «Україне місто»: Кременчук від заснування до року 1764-го. / Д. Вирський– К.: Видавничий дім "Києво-Могилянська Академія", 2011. – 681 с.
2. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник./ Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
3. Койлов В.Г. Транспорт и охрана природы. / В. Г. Койлов, А. П. Семенов, А. Е. Белан. – Днепропетровск: Промінь, 1984. – 187 с.
4. Наказ Держкомстату України 13.11.2008 N 452.
5. Степанчук О.В. Методи створення і ведення транспортно-екологічного моніторингу в крупних і найкрупніших містах на прикладі: Автореф. дис. канд. техн. наук. 05.23.20 / КНУБА. – К., 2004. – 16 с.

Надійшла до редколегії 03.11.2011 р

Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: «Екологія» є збірником наукових робіт, який включено до Переліку ВАК фахових видань, в яких можна публікувати основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора і кандидата географічних наук.

До публікації приймаються статті, які написані українською, російською або англійською мовами згідно з правилами для авторів і отримали позитивні рекомендації рецензентів.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Електронна версія оформляється у форматі Microsoft Word, шрифт Times New Roman, розмір 12, міжрядковий інтервал 1,5, всі поля по 2,5 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 – по ширині.

Відступ для абзацу – 0,63 см.

Для статей необхідно вказати УДК, ініціали та прізвище автора, науковий ступінь та звання (розмір 12), повну назву установи та її адреса, e-mail (розмір 11).

Подати прізвище, назву статті, анотацію та ключові слова українською, російською й англійською мовами: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0.

Література обов'язково оформляється за правилами, повинна містити джерела, що опубліковані не більше 5 років тому: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0.

Адреса редакції:

екологічний факультет, 4 поверх, к. 477,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

пл. Свободи, 6, Харків, Україна, 61022

тел. +38 /057/ 707-53-86

e-mail: lvbaska@mail

Наукове видання

ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені В. Н. КАРАЗІНА
№ 1004

Серія «Екологія»
Вип. 7

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Українською, російською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання
Баскакова Л. В.

Підписано до друку 29.05.12 Формат 60 x 84 ¹/₈ . Папір офсетний.
Друк ризографічний

Ум. друк. арк. 11,7. Обл.-вид. арк. 14,7. Тираж 100 пр.
Ціна договірна

61022 Харків, майдан Свободи, 6
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Надруковано ХНУ імені В. Н. Каразіна
61022, Харків, майдан Свободи, 4.
Тел. 705-24-32
Видавництво

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09