

ISSN 2306-9716

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

3-4 / 2017 (18-19)

КИЇВ – 2017

УДК 502+504
ББК 20.1

*Друкується за рішенням Вченої Ради Державної
екологічної академії післядипломної освіти та
управління (протокол № 8 від 16.10.2017)
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 15768–4240 р.*

Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор
О.І. Бондар. – К.: ДЕА, 2017.– № 18-19. – 188 с.

Головний редактор:

Бондар О.І., член-кореспондент НААНУ, д.б.н.,
проф.

Заступник головного редактора:

Нагорнева Н.А.

Науковий редактор:

Машков О.А., д.т.н., проф.

Відповідальний редактор:

Сікачина В.Г.

Відповідальний секретар:

Жук Ю.І.

Редакційна колегія:

Аверін Г.В., д.т.н.; Азаров С.І., д.т.н.;
Азасков В.М., д.т.н.; Байрак О.М., д.б.н.;
Барабаш О.В., д.т.н.; Барановська В.Є., к.е.н.;
Белецкий В.М., д.т.н. (Польща);
Білявський Г.О., д.г.-м.н.;
Богдасаров М.А., д.г.-м.н. (Республіка Білорусь)
Бондаренко О.А., д.б.н.; Будзяк О.С. д.е.н.;
Вашенко В.М., д.ф.-м.н.; Галушкіна Т.П., д.е.н.;
Гавриленко В.В., д.т.н.; Глушков О.В., д.ф.-м.н.;
Дутов О.І., д.с.-г.н.; Захматов В.Д., д.т.н.;

Зубова Л.Г., д.т.н.; Ільїн В.М., д.б.н.;
Ільїн О.Ю., д.т.н.; Івашенко Т.Г., к.т.н.;
Козелков С.В., д.т.н.; Коростіль Ю.С. (Польща), д.т.н.;
Костишин С.С., д.б.н.; Кравченко Ю.В., д.т.н.;
Крайнов І.П., д.т.н.; Кутлахмедов Ю.О., д.б.н.;
Лапшин Ю.С., д.т.н.; Левченко О.М., д.е.н.;
Леонєв В.О. к.е.н.; Мальований М.С., д.т.н.;
Машков В.А. (Чехія), д.т.н.;
Машков О.А., д.т.н.; Мокін В.Б., д.т.н.;
Москаленко А.М. к.е.н.; Моргун В.А., д.і.н.;
Неділько С.М., д.т.н.; Пашков Д.П., д.т.н.;
Пекло А.М., к.б.н.; Петриашвили Г., д.т.н. (Польща);
Петрук В.Г., д.т.н.; Рудько Г.І., д.т.н., д.г.-м.н., д.г.н.;
Саталкін Ю.М., к.т.н.; Соколов Ю.М., д.т.н.;
Тимошенко М.М., к.т.н.; Третяк А.М., д.е.н.;
Трофимчук О.М., д.т.н.; Тупкало В.М., д.т.н.;
Христо Атанасов Крагунов (Болгарія), PhD,
професор;
Чумаченко С.М., д.т.н.; Шматков Г.Г., д.б.н.;
Юрченко А.Д. к.е.н.,
Prof.Dr. Clemens Walther (Німеччина)
Prof.Dr. Jan-Willem Vahlbruch (Німеччина)
Prof.Dr. Stefan Bister (Німеччина)

Науково-практичний журнал «Екологічні науки» входить до переліку наукових фахових видань із двох галузей наук: Біологічні науки (Наказ Міносвіти України № 153 від 14.02.2014), Технічні науки (Наказ Міносвіти України № 642 від 16.05.2014).

Журнал публікує (після рецензування та редагування) статті, які містять нові теоретичні та практичні здобутки в галузі екологічних наук.

© Державна екологічна академія
післядипломної освіти та управління,
2017

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....	5
Бондарь А.И., Захматов В.Д., Довгопол А.И. Тушение штабелей ящиков с боеприпасами многоствольными модулями импульсного распыления огнетушащих агентов и природных материалов.....	5
Белих І.А., Самойленко С.І., Варанкіна О.О., Решетняк Н.В., Подпорінова О.С. Перспективи знезараження питної води за допомогою озону.....	14
Коцюба І.Г. Дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира.....	19
Шелудченко Л.С. Аналітичне оцінювання обсягів викидів диспергованої сажі автотранспортними потоками.....	24
Turcheniuk V. Formation of the ecological-meliorative state of the Danube rice irrigation systems and the ways of its improvement.....	28
ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО.....	35
Аблєєва І.Ю., Пляцук Л.Д. Фізико-хімічні закономірності забруднення ґрунту вуглеводневими фракціями нафти.....	35
Zatserklyany M. Improvement of the environmental protection system at enterprises of the bakery industry.....	43
Букатенко Н.А. Доочистка моющих растворов после мойки автомобилей методом электрокоагуляции.....	48
Красовський В.В., Панченко О.О. Перспективи інтродукції субтропічних плодів культур у лісостепу України в контексті глобальних та регіональних змін клімату.....	55
Гринишин О.Б., Нагурський А.О., Почапська І.Я., Хлібишин Ю.Я. Модифікування дорожніх бітумів гумовою крихтою відпрацьованих шин.....	64
Комариста Б.М., Бендюг В.І. Визначення рівня ресурсоощадності життєвого циклу продукту.....	71
ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ.....	77
Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Задунай О.С. Аналіз характеристик існуючих екосистем.....	77
ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ.....	86
Кузьмінський В.О., Кузьмінський В.В., Савчук Д.П. Про розроблення загальнодержавної національної програми екологічного оздоровлення басейнів малих річок України.....	86
Лапшин Ю.С., Клоченко П.Д., Кузьминский В.А., Закорчевна Н.Б., Дьяченко Т.Н. Борьба с эвтрофикацией днепровских водохранилищ и заболоченных пойм малых рек Украины.....	104

Лозовіцький П.С. Моніторинг мінералізації та хімічного складу води Дніпра у новій Каховці.....	108
Машков О.А., Теут В.М. Технологія використання функціонально-стійкої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для розв'язання конфліктних ситуацій при керуванні рухом судна екологічного моніторингу морських районів.....	133
РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....	145
Зайченко О.М. Системний підхід до екологічного аудиту рекреаційних зон.....	145
ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ.....	152
Резніченко Л.С., Грузіна Т.Г., Дибкова С.М. Мікробні біосенсорні аналізатори як спосіб експресного моніторингу параметрів екотоксичності в об'єктах навколишнього середовища.....	152
ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА.....	157
Tsyganenko A., Pershehuba J., Sklyarov N., Oksamytna L. Methodology of environmental education in higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine.....	157
Толочко С.В., Шкодин А.В. Формування екологічної компетентності студентів агротехнічних спеціальностей ВНЗ.....	165
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО.....	173
Біньковська О.В. Оцінка ризику техногенно-забруднених земель як індикатор екологічної безпеки.....	173
БІБЛЮГРАФІЯ.....	182
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	184

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 504:620:628.4

ТУШЕНИЕ ШТАБЕЛЕЙ ЯЩИКОВ С БОЕПРИПАСАМИ МНОГОСТВОЛЬНЫМИ МОДУЛЯМИ ИМПУЛЬСНОГО РАСПЫЛЕНИЯ ОГNETУШАЩИХ АГЕНТОВ И ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бондарь А.И.¹, Захматов В.Д.¹, Довгопол А.И.²

¹ Государственная экологическая академия
последипломного образования и управления
ул. Митрополита Василия Липковского, 35, 03035, г. Киев
dei2005@ukr.net;

² Украинский пожарный концерн Укрпожсервис, ЗАО
ул. Голосеевская, 13, 03039, Киев
ukrpzhservice@ukr.net

Предложена новая импульсная технология распыления выстрелом или залпом огнетушащих, защитных агентов и природных материалов, моделирующая вихри, смерчи, шквалы. Реализуется технология с помощью уникальных, мобильных, буксируемых и стационарных многоствольных модулей, подвесных и прицельно сбрасываемых бомб и ручных распылителей. *Ключевые слова:* импульсивная технология распыления, выстрел, защитные агенты, многоствольные модули, ручные распылители.

Гасіння штабелів ящиків з боєприпасами багатоствольними модулями імпульсного розпилення вогнегасних агентів і природних матеріалів. Захматов В.Д., Бондар О.І., Довгопол О.І. Запропоновано нову імпульсивну технологію розпилення пострілом чи залпом вогнегасних, захисних агентів і природних матеріалів, що моделює вихори, смерчі, шквали. Реалізується технологія за допомогою унікальних, мобільних, буксируваних і стаціонарних багатоствольних модулів, підвісних і прицільно скидаються бомб і ручних розпилювачів. *Ключові слова:* імпульсивна технологія розпилення, постріл, захисні агенти, багатоствольні модулі, ручні розпилювачі.

Extinguishing stacks boxes of ammunition by multi-barrels modules volley-shot (pulse) spray of extinguishing agents and natural materials. Zakhmatov V., Bondar O., Dovgopol O. A new pulsed sputtering technology with a shot or a gun of fire extinguishers, protective agents and natural materials that simulates whirlwinds, tornadoes, squalls is proposed. The technology is being implemented with the help of unique, mobile, towed and stationary multistage modules, hanging and aiming dump bombs and manual sprayers. *Keywords:* impulsive spray technology, shot, protective agents, multi-stroke modules, manual sprays.

С начала 80-х годов прошлого века инициативно, а потом в рамках государственных военных и народнохозяйственных программ впервые разрабатывался ряд распыляющих огнетушащих жидкостей, гелей, природного песка, пыли, грунта залпами многоствольных модулей (ММ) на двухосных лафетах и ползьях. ММ были созданы, опытно-промышленные образцы (до 100 шт.), которые были испытаны на полигонах и применены во время ликвидации различных последствий аварий и катастроф. В начале 1980 годов руководство МО СССР пришло к выводам о полной непригодности традиционной пожарной техники для защиты военных объектов, особенно складов, арсеналов, баз штабелированного хранения ящиков с боеприпасами. Общие недостатки традиционной пожарной техники: 1-для своевременного тушения пожара (диверсионного поджога с применением зажигательных составов), штабеля боеприпасов (предотвращения взрыва боеприпасов); современная техника тушения пожаров практически неприродная [1,2]; 2-в условиях военных действий, когда водопроводы не работают, необходима автономно работающая, независимо от подвоза огнетушащих составов, новая техника [2,3].

Исходя из специфики деятельности армейских объектов и войск (в мирное время угрозы диверсионных поджогов, в военное время – под угрозой применения противником зажигательного вооружения, создающего массовые пожары) военнослужащие должны быть обеспечены принципиально новой пожарной техникой с тактико-техническими характери-

стиками (ТТХ), близкими к вооружению: всепогодность, автономность, безотказность и стабильность работы после длительного хранения и нахождения в режиме ожидания, минимальное техническое обслуживание, не требующее высокой квалификации, высокая дальность до 100м, масштаб сотни м² – эффективное тушение, светотеплозащита для эвакуации [4]. Желательна универсальность армейской техники защиты: осаждение и дезактивация токсичных и радиоактивных выбросов, облаков, разливов нефти; постановка светотеплозащитных, маскировочных завес и т.д. [5].

Известны инициативные разработки бронированных пожарных машин на шасси танков (Т-34, БТ-7, САУ-152) для защиты складов, арсеналов, баз хранения боеприпасов. В конце 1960-годов на Львовском танкоремонтном заводе промышленно выпускался «ГПМ-54» на шасси Т-54 (55) разбронированный, несущий 10 т воды, насос и лафетный ствол 40 л/с дальностью тушения до 20м. Малая дальность тушения и невозможность одновременно двигаться и подавать воду неоднократно приводило к повреждениям машин и ожогам экипажей [6]. В 1983 г. при тушении горящего штабеля на арсенале в Йошкар-Оле сгорели две «ГПМ-54» с высококвалифицированными экипажами (командир ВПЧ, его заместитель, водители-ветераны). Это стало причиной выделения финансирования на разработку пожарной машины с ММ.

В 1982 г. был испытан одноствольный пневмо-импульсно-распылительный модуль на салазках (рис. 1а), который распыляет «выстрелом» 200 кг ОП с дульной скоростью 60м/с не

далее 15-20 м и способен тушить только низконапорные газовые фонтаны с дистанции до 10 м в труднодоступной зоне по тепловым потокам и языкам пламени. Её вывоз на позицию трудоёмен и опасен. Уровень откатного усилия превышал откат при залповом выбросе такой же массы из нескольких стволов на 20-35%. Вместе с ним также испытывался первый 4-ствольный модуль (ММ-4) с распылительными, холостыми пороховыми патронами [7].

В сентябре 1982 г. ММ-8 был успешно показан в ходе Всесозных учений Штаба ГО при тушении штабеля древесины на дистанции 50м, за 2с на полигоне Гражданской обороны в Конче-Заспа. ММ-8 на полозьях (рис.1б,в) был изготовлен в ремонтной мастерской Киевского полка ГО. Залп из 8-стволов распыляет 120 кг огнетушащего порошка-ОП (рис.1) с $V_0=90$ м/с, создавая газопороховый вихрь дальностью до 60 м, с ударным фронтом, шириной 1-8 м, высотой 0,5-3 м. Фронт вихря тушил по траектории своего распространения площадь до 350 м² в виде вытянутого овала [8]. В 1983 г. было налажено производство ММ-9 на шасси шахтных вагонеток, которые широко применялись на шахтах. Основное

преимущество ММ на вагонетках -дальность тушения в тоннеле шахты (200 м). Основная сложность тушения в шахтах – сильный встречный тепловой поток, не позволяющий подойти к пожару на дистанцию эффективного воздействия гидравлических установок – старые стволы просто лили воду в направлении пожара, не доставая до пламени, в результате чего расход воды для тушения в шахтах был громадный.

В мае-июле 1986 года на опытных заводах АНУССР были изготовлены ММ-9 и ММ-16 которые эффективно применялись в Чернобыльской зоне в составе быстро монтируемых АСП по пожарозащите трансформаторных подстанций, участков 3-4 блоков ЧАЭС и вокруг них – на наиболее высоко-радиоактивных участках. Модуль тушит 300-800 м²-открытой площадки или участок машинного зала, ангара, независимо от размещённого на ней технологического оборудования. Модули заряжались легкоразрушаемыми контейнерами из полиэтиленового пакета в картонном цилиндре, заполняемом огнетушащим порошком (быстро слеживаемым), чаще водой, пенообразователем, увлажнённым песком, пылью натуральной или промышленным отходом и др.

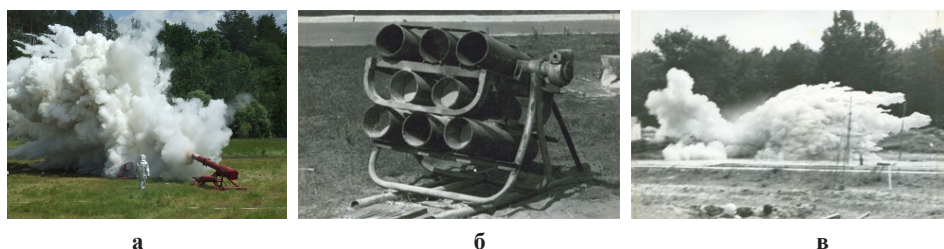


Рис. 1. а – пневмо-импульсный одноствольный модуль состоит на вооружении аварийных отрядов Газпрома по тушению газовых скважин;
б – первый 8-ствольный модуль на полозьях, распыляющий выстрелами и залпами;
в – залп 8 стволов-распыл 120 кг порошка до 60 м с площадью тушения до 350 м²

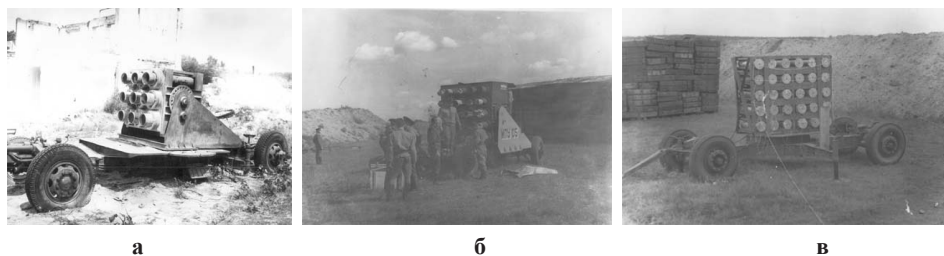


Рис. 2. а – откатный распылительный 9-ствольный модуль на двухосном лафете, залпом распыляет до 180 кг ОП на дальность до 90 м с площадью тушения до 600 м², в – безоткатный 30-ствольный модуль

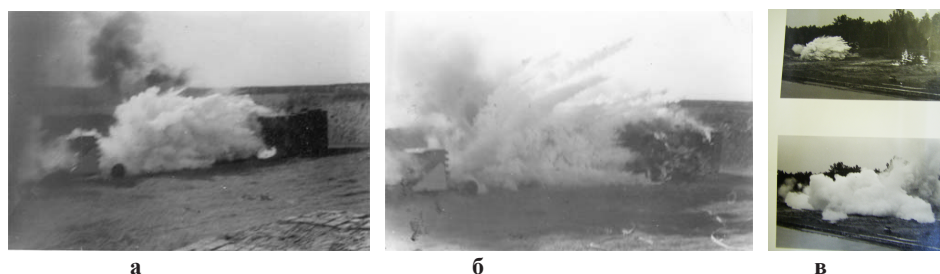


Рис. 3. а, б – Учения по тушению штабеля боеприпасов на арсенале в Балаклее, Харьковская обл, 1990г. Фрагмент штабеля 15х6,5х3,5м ящиков с боеприпасами тушится с дистанций 40м и 25м двумя-тремя залпами по 8стволов(160кг ОП или 96л воды) из 25-ствольного модуля на двухосном лафете; в – 9-ствольный залп распылил 180 кг порошка и создал газопорошковый вихрь, летящий до 90 м, тушащий штабель деревянных досок с дистанции 60 м. Ширина фронта вихря до 10 м, высота до 2,5 м. Общая площадь тушения вихря до 600 м² вдоль траектории

Для тушения штабелей боеприпасов выбран наиболее удачный конструктивный вариант – мощный и дальноточный 9-ствольный модуль на двухосном лафете зенитного орудия, станции аппаратуры (рис. 2а), который распыляет залпом из всех стволов до 180 кг ОП на дальность до 90 м с площадью тушения до 500 м². Разработаны ещё более мощные не по дальности распыления, а по количеству стволов и залпов, например, 25-ствольный ММ (рис. 2б), распыляющий тремя залпами 2х8 стволов и 1х9 стволов по 120-135 кг ОП на дальность до 60-70 м и тушащий до 350-

400 м² за залп. Три последовательных залпа тушили суммарную площадь до 1200 м² при залпах с большими интервалами и до 2500 м² при залпе с интервалами до 3-5 с. Эти дальноточные установки созданы для транспортирования к горящему штабелю штатными пожарными или транспортными машинами установки на транспортные въезд и выезд в обваловке. Мощный, огнетушащий вихрь, создаваемый одним залпом из одной установки (рис. 3а, б, в), обладает высокой проникающей способностью, обеспечиваемой большой кинетической энергией и мульти-вихревой

структурой уплотнённого фронта вихря. Фронт многократно отражался от поверхностей ящиков на поверхности штабеля и внутри штабеля от обваловки и успешно тушил очаги возгорания на поверхности штабеля, внутри штабеля и под штабелем.

Две установки, размещенные в проемах обваловки с выезда и въезда, создавали встречные мощные вихри, многократно увеличивающие до 3-4 раз вероятность тушения без повторных воспламенений. Тушение наиболее эффективно при распылении раствора пенообразователя и воды – достигается равномерное, проникающее смачивание внешней поверхности ящиков с поверхности штабеля и внутри его, упаковочной бумаги в прогоревшем, разломанном, как после длительного дождя, но без луж под штабелем, что практически гарантирует от повторного воспламенения. Меньше эффект смачивания, но более высока проникающая способность при распылении увлажнённого песка. Распыление сухих порошка, пыли эффективно сбивает пламя, но не гарантирует от повторного воспламенения. Целесообразно после сбивания пламени обработать штабель водой с малых дистанций из традиционных водо-пенных стволов, огнетушителей или ММ. Вполне безопасна разборка штабеля с регулярным смачиванием тлеющих поверхностей из огнетушителей, лучше дальноточных распылений выстрелом или ММ в дежурном режиме и ручном управлении.

Для стационарного размещения в нишах обваловки созданы узкие ММ – 30-ти ствольные, безоткатные, со съёмными стволами из 152 мм гильз. ММ распыляет залпами из

5-6стволов по 75-90 кг ОП на дальность до 30-40 м и тушит на площади до 150-200 м² и в объёме до 500-1000 м³ одним залпом (рис.2б). Залп из 30 стволов или серия залпов по 5-6 стволов практически тушит все очаги возгорания на поверхности штабеля, внутри штабеля, под штабелем и в объёме внутри обваловки.

Показан залп из 8 стволов 25-ствольного ММ с дистанции 25 м по фрагменту штабеля ящиков с боеприпасами (рис. 2) (на полигонах и базах боеприпасов проведены многочисленные испытания по тушению фрагментов штабелей боеприпасов на открытом пространстве и в обваловке). Отработаны варианты размещения стационарных 9 и 16-ствольных модулей на прицепах, подвозимых пожарными машинами в подъездные – транспортные проёмы в обваловке или размещении узких, стационарных модулей в нишах обваловки. В обоих вариантах отработаны варианты размещения ММ, позволяющие создать мощный, огнетушащий вихрь, заполняющий пространство на поверхности и внутри штабеля, под штабелем, во всём объёме между штабелем и обваловкой. Эта система с исполнительными ММ обеспечит эффективное и быстрое тушение в начальной стадии возникновения пожара и при свободном горении до 6-8 мин. Достигнута уникальная возможность держать в режиме ожидания до 10 лет без перезарядки стационарные ММ, заряженные всепогодными, незамерзающими (порошок, гель) огнетушащими составами, с ежегодным контролем целостности только электросистемы инициирования. Отсутствие трубопроводов, насосов, требующих дорогого регулярного

технического обслуживания, резервуаров с водой, позволяет впервые создать эффективные, автоматизированные системы защиты штабелей боеприпасов в различных погодных и климатических условиях.

На их основании были приняты резолюции о необходимости создания новых бронированных ГПМ. Это ММ-ГШБ на шасси танка Т-62, именуемая «Импульс-3», несущая башенную 50-ствольную установку, в каждом стволе которой размещены нестандартные гильзы с распылительными, пороховыми зарядами и электровоспламенителями, по 20-30 кг распыляемого ОС или ПМ, в зависимости от их плотности и влажности, в контейнерах – жидкие и вязкие ОС, а пороховые ОС и сыпучие ПИМ в канале ствола, зафиксированные с обеих сторон пыжами.

Первая машина «Импульс-1» была выпущена на Львовском танкоремонтном заводе в 1989 году и успешно испытана в Украине. В начале 1990 года проект был доработан в виде «Импульс-2», «Импульс-3» и в 1991 году выпущена партия из 32 машин «Импульс-3М» на Киевском танкоремонтном заводе.

«Импульс-3М» – первая пожарная машина с набором специальных огнетушащих и защитных, отдельно-гильзовых боеприпасов, смогла обеспечить гибко регулируемое по масштабам, дальности и виду тушение, распыляя последовательно различные огнетушащие и защитные составы: жидкие, вязкие, клейкие, гели, порошки и экологически чистые ПИМ: грунт, грязь, пыль, песок, снег и др. Дополнительно по желанию Заказчика шасси и установка оснащались светотеплозащитными экранами

и имели теплоотражающую, светлую окраску [4].

ММ-ГШБ «Импульс-3М» эксплуатируется с начала 1992 г.: 7 машин в объектовых военизированных пожарных частях (ВПЧ) Украины – Чернобыль, Полтава, Черкассы, Черниговская обл., Гнединцы, Симферополь; 15 машин в России, включая 4 машины в Башкортостане, 5 машин в Йемене. Но, как показала практика эксплуатации ГБПМ «Импульс-3», противоснарядная броня необходима только при прямых попаданиях снарядов и ракет, разлетающихся из горящих штабелей ящиков с боеприпасами, а гусеничное танковое шасси создает немалые трудности при эксплуатации в ВПЧ, малоприспособно для длительных маршей и требует частых, регулярных ремонтов. Поэтому целесообразно создать ММ-КШ на шасси стандартного автомобиля с налаженной системой ремонта и поставкой необходимых запчастей, что обеспечит широкое применение новой ПМ.

ММ-ГШБ «Импульс-3М» спроектирована для тушения горящих штабелей деревянных ящиков с боеприпасами. Но первое применение этой машины осуществлено при тушении газовых скважин и нефтяных фонтанов Полтавским отрядом по ликвидации аварий на газонефтяных промыслах. Тактика применения машины отрабатывалась на ряде полигонов и при практической эксплуатации ММ-ГШБ «Импульс-3». Залповое распыление более чем из двух стволов реализовано впервые в мире и реально позволяет моделировать природные газопылевые и газопесчаные вихри, бури, газоводяные шквалы и снежные метели. Впервые

достигнуто быстрое, гибкое регулирование параметров распыления от залпа к залпу за счёт количества и взаимного расположения стволов, участвующих в одном залпе. Регулируются следующие параметры распыления: скорость, плотность – кинетическая энергия, ширина и высота фронта шквала или вихря. Именно эти параметры, в экспериментально определённых диапазонах значений, позволяют осуществлять эффективное тушение сразу на большой площади с минимальными удельными расходами ОС и ПИМ, малое время подготовки и осуществления серий залпов масштабного, мощного тушения, комбинированного тушения с регулируемыми интервалами между подачей различных ОС; тушение поджогов

и масштабных пожаров, созданных при массовом применении зажигательных боеприпасов и огнемётов; предотвращение и локализация объёмных взрывов пыле-паро-капельно-газовых облаков; мгновенная постановка светотеплозащитных экранов и маскировочных завес; локализация и дезактивация токсичных выбросов, облаков, осадков; локализация и осаждение облаков радиоактивной пыли и осаждённой пыли на различных поверхностях; локализация и утилизация разливов нефти на воде и побережье (рис. 4). Залповое распыление многократно снижает отдачу по сравнению с распылением такой же массы из одного ствола, например при распылении 200 кг огнетушащего порошка (ОП) залпом из 10-стволов «Импульс-3М»



Рис. 4. 1 – гусеничная пожарная машина тяжело-бронированная ГПМ «Импульс-3М» с 50-ствольным модулем распыляющем залпами; 2 – гусеничная пожарная машина легко-бронированная «ГПМ-54» с лафетным стволом 40 л/с, тушит до 20 м, водная цистерна 10 т и 0,3 т пенообразователь, шасси Т-54. 3 – Чешская гусеничная пожарная машина легко-бронированная «SPOT-55» со спаренными, лафетными стволами по 2х60 л/с тушит до 40 м, телеуправление стволами, цистерна 12 т воды, 0,5 т пены. 4 – Германская гусеничная пожарная машина легко-бронированная с башней с «IFEX-3000»-спаренные пневмоимпульсные стволы по 2х20 л/с, компрессор высокого давления, дальность тушения до 40 м, цистерна 10 т воды, шасси "Leopard-1", стоимость 1,5 млн Е.

по сравнению с распылением 200 кг порошка из одного ствола пневмо-импульсного, одноствольного модуля на салазках внедренного ещё в 80-е годы в Газпроме и широко применяющихся до настоящего времени в ВПЧ по ликвидации горящих газовых скважин (рис. 4.1). Дальность распыления при залповом выбросе ОП в 5-6 раз

выше – до 100-120 м по сравнению с 20 м из одного ствола. По сравнению с 5-тонной порошковой машиной ОП-5 (рис. 4.2) залп из 10 стволов «Импульс-3М» тушит площадь до 1000 м². Следовательно, при залповой импульсной подаче коэффициент полезного использования ОП возрастает в 25 раз.

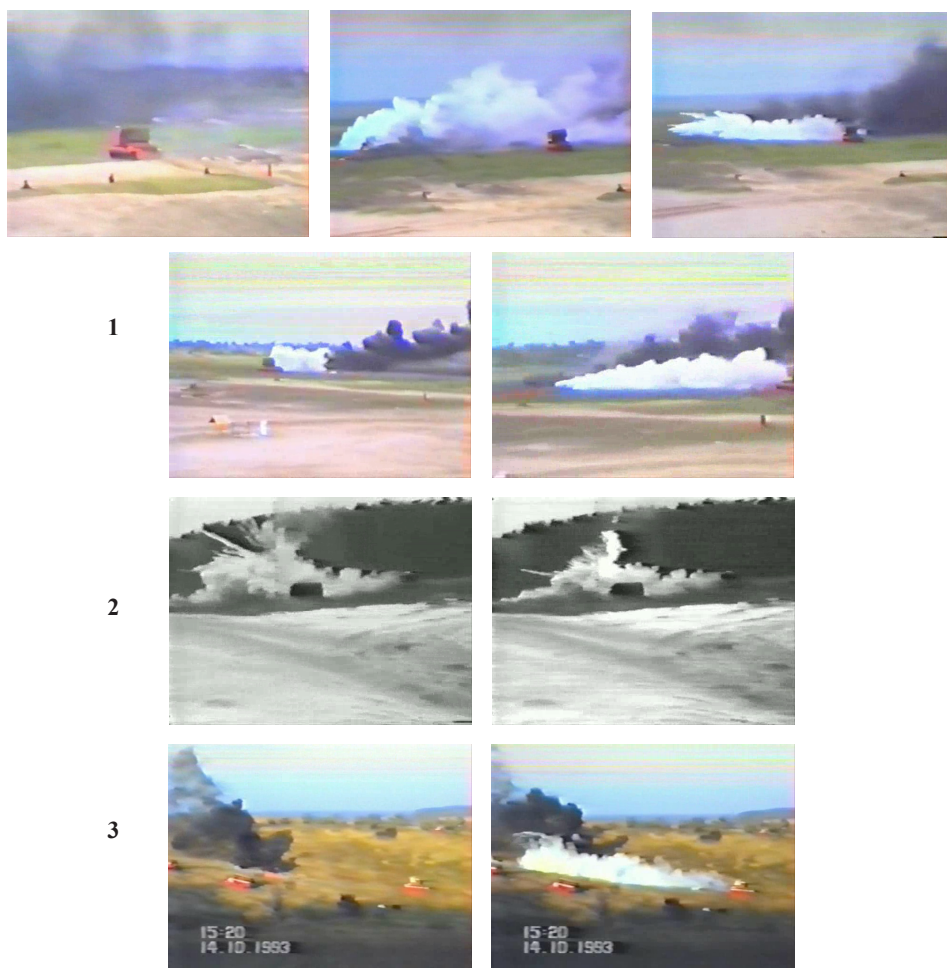


Рис. 5. 1 – тушение площади 2500 м² с множественными локальными очагами горящего напалма серией залпов по 3-5 стволов, без перезарядки; 2 – тушение распыленного газового фонтана с раскалёнными металлическими конструкциями разрушенной скважины; 3 – тушение 2х200 м² розливов смеси бензина и дизтоплива с дистанции 60 м за 1,5 с

Так, совместно с Китаем разработана (с учётом предыдущего опыта) новая конструкция ММ стационарного, предназначенного для монтажа на лафете двухосном, также впервые использованы герметичные контейнеры для воды, жидкости, гелей. Контейнеры достаточно прочные для транспортировки, перегрузки и зарядки, долго хранящиеся, быстро и удобно заряжаемые в канал ствола. Они легко разрушаются метательной волной пороховых газов на малые, легкие осколки, не обладающие поражающим воздействием и вылетающие за срез ствола не далее 10 м. Распылительные заряды изготавливаются в наиболее удобном и безопасном для заря-

жания варианте – металлические гильзы с электро-капсюльной втулкой, которые производятся в Китае. Испытания показали высокие возможности модулей ММ-9 (число стволов), ММ-20, ММ-30: тушение мощного модельного очага пожара с дистанции 120 м за 1 сек и распространение вихря далее 200 м, при площади воздействия до 1000-1200 м² при залпе из 10-стволов, распыляющих суммарно 200 кг ОП.

Таким образом ещё раз подтвердился тезис «всё новое – это хорошо забытое старое». Развитие пожарной техники – это веление времени в интересах пожарной и экологической безопасности Украины.

Литература

1. Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтюшкин Н.М. Пожарная тактика. М.: Стройиздат. – 1984. – 590 с.
2. «Пожарная техника». Каталог-справочник. – М.: ЦНИИТЭ. Строймаш. – 1988. – 250 с.
3. «Пожарная энциклопедия», издательство «Мир». – 2004. – 578 с.
4. Захматов В.Д., Шкарабура М.Г. «Нова техніка гасіння пожеж на вибухобезпечних, нафтогазових об'єктах». Нафтова і газова промисловість, Київ, № 1. – 1996. – С. 52-56.
5. «Пожарные танки боятся огня» // «Газета по Киевски» № 196 (1294) от 29.08.2008 г.
6. Захматов В.Д., Бондаренко И.И. «Штабеля боеприпасов. Как осуществить эффективное тушение пожаров на армейских арсеналах» // Российские вести, № 14–15 (2118–2119), с. 3, 13 июля 2013 г.
7. Щербак М., Захматов В., Пінчук О. // Аналіз сучасного забезпечення живучості арсеналів, баз, складів ракет та боеприпасів Збройних сил України. // Надзвичайна ситуація, №7. – 2008. – С. 38-42.
8. Захматов В.Д. Эффективное, быстрое и безопасное тушение пожаров на складах боеприпасов. // Зб. наук. праць Екологічна безпека та природокористування / М-во освіти і науки України, Київ. Нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобального інформаційного простору, К., 2008. – Вип. 2. – С. 199-217.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОЗОНУ

Белих І.А., Самойленко С.І.,
Варанкіна О.О., Решетняк Н.В., Подпоринова О.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
вул. Фрунзе, 21, 61002, м. Харків
ari74@meta.ua

Розглянуто механізм дії озону на мікроорганізми. Показано, що озон володіє деструктивною активністю відносно бактерій. Кінетика відмирання бактерій під дією озону залежить від концентрації озону в озono-повітряному середовищі, розчиненого озону, поглиненого озону бактеріями і часу контамінації з мікроорганізмами та їх видом. Передбачається, що дія озону зумовлена каталітичним окисненням бактеріальних протеїнів та їх деструкцією до амінокислот. *Ключові слова:* озон, озонування, мікроорганізми, бактеріальне забруднення, очищення води, контамінація.

Перспективы обеззараживания питьевой воды с помощью озона. Белых И.А., Самойленко С.И., Варанкина А.А., Решетняк Н.В., Подпоринова Е.С. Рассмотрен механизм действия озона на микроорганизмы. Показано, что озон обладает деструктивной активностью по отношению к бактериям. Кинетика отмирания бактерий под действием озона зависит от концентрации озона в озono-воздушной среде, растворенного озона, поглощенного озона бактериями и времени контаминации с микроорганизмами и их видом. Предполагается, что действие озона обусловлено каталитическим окислением бактериальных протеинов и их деструкции, вплоть до аминокислот. *Ключевые слова:* озон, озонирование, микроорганизмы, бактериальное загрязнение, очистка воды, контаминация.

The drinking water ozone disinfection prospects. Bielykh I., Samoilenko S., Varankina O., Reshetniak N., Podporinova O. The article deals with the mechanism of ozone effect on microorganisms. It is shown that ozone has a destructive activity against bacteria. The kinetics of bacteria dying under the ozone influence depends on the ozone concentration in the ozone-air medium, dissolved ozone, bacteria absorbed ozone and the contamination time with microorganisms and their species. From the biochemical point of view it is assumed that ozone action is due to the catalytic oxidation of bacterial proteins and their degradation up to amino acids. The influence of bacteria decay oxidized products on the kinetics of the dying of bacteria remaining in the water ozonation process is evaluated. *Keywords:* ozone, ozonation, microorganisms, bacterial contamination, water purification, contamination.

Найбільш небезпечними джерелами біологічного забруднення водних ресурсів є бактеріальне зараження від стічних вод комунальних господарств, медико-біологічної, фармацевтичної, мікробіологічної, м'ясо-молочної, хар-

чової, цукрової, паперово-целюлозної, шкіряної та інших галузей промисловості [1].

Значну небезпеку являє собою бактеріальне забруднення сміттєвих полігонів та звалищ. Стічні води,

потрапляючи в джерела питної води або води, що застосовуються для господарських потреб, роблять їх непридатними та санітарно-епідеміологічно небезпечними. Вода є основним фактором передачі і поширення не тільки бактеріальних, але й вірусних інфекцій. Останнім часом спостерігається надходження в навколишнє середовище організмів зі зміненою генетичною структурою [2, 3], які можуть викликати раніше невідомі захворювання.

Крім того, через зміни генетичної структури деякі бактерії стають стійкими до хлору. Хлорування води широко застосовується в системі водопідготовки питної води і в Україні є одним з основних дезінфектантів [2, 3].

Хлорування має ряд істотних недоліків [3]. Хлор пасивний відносно певних типів мікроорганізмів, вибірково впливає на отруєння життєвих центрів бактерій, причому досить повільно через тривалу дифузію в цитоплазму, не має особливо виражених вірулентних властивостей.

Досвід зарубіжних країн показав, що одним із найбільш реальних і високоефективних агентів стерилізації води є озон, який володіє найбільш вираженими бактерицидними і вірулентними властивостями та призводить до розкладання багатьох небезпечних органічних сполук до нешкідливого стану [4, 5].

Мета досліджень – вивчення дії озону на мікроорганізми різних таксономічних груп та продукти їх життєдіяльності.

Методи дослідження. Об'єктами дослідження були культури бактерій *E. coli* штам В і *St. aureus* штам 209 (одержані з колекції Харківського інституту імунології, вакцин і сирова-

ток АМН України), культура міксоміцетів *C. albicans* ATCC 885-653, спорова форма бактерій *B. Subtilis* (штами одержані з колекції ФК «Здоров'я»).

Комерційний стандартний препарат – бичачий сироватковий альбумін (БСА) фірми «SERVA», FractionV, мм 6700, концентрація білка в розчинах – 0,2-2 мг/мл.

Озон для дослідження одержували методом електросинтезу з кисню або з повітря за допомогою генератора озону, розробленого в Інституті проблем кріобіології і кріомедицини НАН України сумісно з Інститутом плазмової електроніки і нових методів прискорення національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут». В основу роботи покладено бар'єрний розряд. Концентрацію озону у водних середовищах вимірювали спектрофотометричним методом, визначали екстинкцію на смузі Хартлі при

255 нм на спектрофотометрі SPECORDUVVIS (Німеччина). Концентрація озону становила 6,8-7,0 мг/л за температури 20 °С.

Достовірність результатів дослідження дорівнювала 95 % [6].

Результати досліджень. Досліджено стерилізацію води, контамінованої мікроорганізмами різних таксономічних груп: бактерій *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus aureus* (*St. aureus*), дріжджоподібних грибів *Candida albicans* (*C. albicans*), спорової форми *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) шляхом барботування рідинних середовищ озono-повітряною сумішшю. У результаті нетривалого часу відбувалася повна інактивація бактерій. Бактерицидність озону визначалася його концентрацією, тривалістю контамінації з мікроорганізмами та

їх видом. Дослідження впливу озону на виживаємість бактерій, що знаходяться у водному середовищі (без органічних включень), у фізіологічному розчині NaCl, м'ясопептонному бульйоні (МПБ) та бульйоні Сабуро (для дріжджоподібних грибів) [7] показали: для малих доз озону його бактерицидність незначна (латентний період), але при концентрації критичній, відмирання бактерій стає різким до певного часу, далі інактивація бактерій відбувається більш повільно. Наприклад, інактивація *E. coli* під дією озону у дистильованій воді відбувається у дві фази: швидкого і повільного відмирання. Кінетика загибелі бактерій під дією озону взаємопов'язана з деякими параметрами озонування: дозою озону, що погли-

нався мікроорганізми, концентрацією розчиненого озону у воді та виду мікроорганізмів. Так, у фазі швидкого відмирання інактивація бактерій для *E. coli* залежала від концентрації озону. В повільній фазі швидкість загибелі *E. coli* незначно залежала від дози озону, що поглинався мікроорганізми. Наявність довгих «хвостових ефектів» у повільній фазі при інактивації озоном у воді різних мікроорганізмів можна пояснити захистом продуктами лізису живих бактерій від дії озону. Поглинання озону відмерлими бактеріями відбувається з великою швидкістю, що призводить до збільшення тривалості дезінфекції, і основна маса бактерій відмирає в період значного поглинання ними озону – рис. 1 [8].

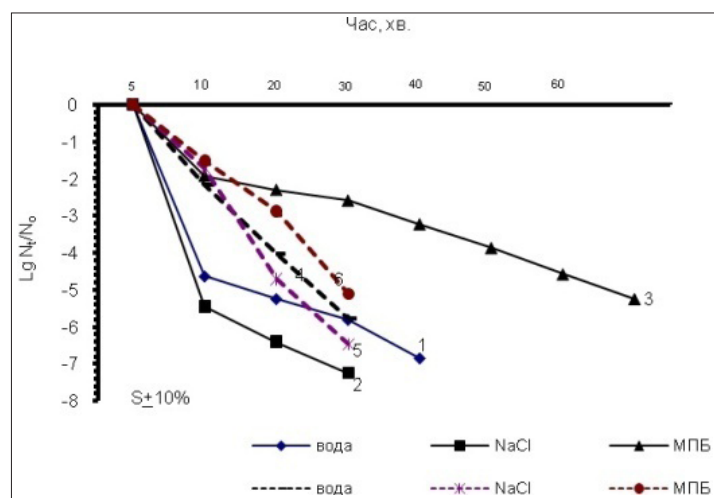


Рис. 1. Кінетичні криві загибелі бактерій *E. coli* при обробці озono-кисневою сумішшю: суцільні лінії – барботування озono-кисневою сумішшю з концентрацією озону 6,8 мг/л при температурі 20°C: 1 – в дистильованій воді, 2 – в 0,9 % розчині хлористого натрію і 3 – в МПБ.

Пунктир – інкубація мікроорганізмів, висіяних в ті ж середовища: 4 – дистильована вода, 5 – 0,9 % розчин хлористого натрію і 6 – МПБ, попередньо оброблені протягом 30 хв. Барботуванням озono-кисневою сумішшю з концентрацією озону 6,8 мг/л при температурі 20°C.

Аналогічні дослідження проведені також на мікроорганізмах *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* [9]. Повна загибель мікроорганізмів в рідинних середовищах наставала через 60 хв. При барботуванні середовищ озono-кисневою сумішшю з концентрацією озону 6,8 мг/л, на кінетичних кривих можна виділити дві фази загибелі популяції мікроорганізмів під дією озону. На початковій фазі обробки озonom інактивація мікроорганізмів не спостерігається. Цей період характеризується часом накопичення озону та його поглинання мікроорганізмами. Далі починається фаза швидкої загибелі за принципом «доза-ефект». При цьому нахил кінетичної кривої змінюється з часом. Швидкість загибелі мікроорганізмів залежить від виду суспензійного середовища. Найбільшу швидкість

інактивації мікроорганізмів протягом усього експерименту спостерігали при використанні для суспендування клітин фізіологічного розчину.

Для повного розуміння механізмів дії озону на біополімери був використаний білок бичачий сироватковий альбумін (БСА) [10]. На рис. 2. показані спектри власної флуоресценції БСА після барботування розчинів БСА озono-кисневою сумішшю протягом різного часу.

Після барботування розчину озono-кисневою сумішшю протягом 6 хвилин власна флуоресценція БСА не реєструється, що свідчить про те, що під дією високої дози озону відбувається глибока деструкція молекул цього білка, а механізмами взаємодії озону з органічними речовинами [11] деструкція біополімерів пов'язана з руйнуванням ароматичного кільця і

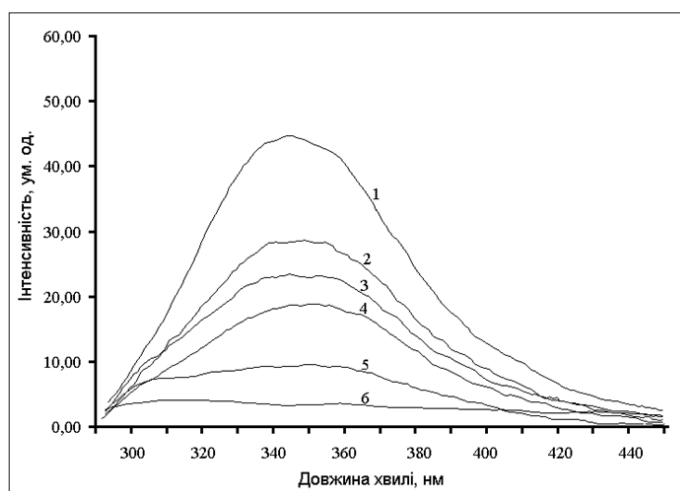


Рис. 2. Спектри власної флуоресценції БСА при барботуванні розчинів БСА озono-кисневою сумішшю з концентрацією озону 7,0 мг/л протягом різного часу. Час барботування у хвилинах: 1 – контроль; (без обробки озonom); 2-0,5; 3-1; 4-2; 5-4; 6-6 хвилин. Довжина хвилі збудження 280 нм.

подвійних С=С зв'язків. Така дія високих доз озону на біополімери може бути одним із механізмів його інактивуєчого впливу на мікроорганізми.

Висновки

Одним із найбільш реальних і високоефективних методів очищення

у сучасній екологічній обстановці, що дозволяє істотно поліпшити якість питної води є озонування, яке носить універсальний характер дії. З бактеріологічної точки зору – бактерії різних таксономічних груп, що зустрічаються у воді, знищуються озоном за рахунок майже миттєвої інактивації.

Література

1. Прокопов В.А. Пути решения проблемы очистки фильтрата свалки твердых бытовых отходов г. Киева / В.А. Прокопов, Г.В. Толстомятов, Э.Д. Мактаз // Химия и технология воды. – 1995. – № 1. – С. 43-45.
2. Гирин В.Н. Санитарно-бактериологическое и вирусологическое исследование воды / В.Н. Гирин, Л.В. Григорьева, Л.Ф. Ерусалимская. – К.: Здоров'я, 1981. – 176 с.
3. Григорьева Л.В. Гигиенические аспекты изменения свойств микробиоценозов окружающей среды при радиоактивном загрязнении / Л.В. Григорьева, Г.Н. Корчак, Т.В. Бей, М.Ю. Антонов // Химия и технология воды. – 1995. – № 1. – С. 88-91.
4. Гончарук В.В. Озонирование как метод подготовки питьевой воды: возможные побочные продукты и токсикологическая оценка. / В.В. Гончарук, Н.Г. Потапченко, В.Ф. Вакуленко // Химия и технология воды. – 1995. – № 1. – С. 3-33.
5. Кожин В.Ф. Озонирование воды / В.Ф. Кожин, И.В. Кожин. – М.: Стройиздат, 1973. – 160 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 234 с.
7. Иерусалимский Н.Д. Основы физиологии микробов / Н.Д. Иерусалимский. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 242 с.
8. Белых И. А. Токсическое действие озона на бактерии *Escherichia coli* / И.А. Белых, И.П. Высеканцев, А.М. Грек, А.В. Сакун, В.В. Марущенко // Современные проблемы токсикологии. – 2009. – № 1. – С. 49-53.
9. Белых И. А. Токсическое действие озона на микроорганизмы *Staphylococcus aureus*, дрожжеподобные грибы *Candida albicans* и споровые формы *Bacillus subtilis* / И.А. Белых, И.П. Высеканцев, А.М. Грек, А.В. Сакун, В.В. Марущенко // Современные проблемы токсикологии. – 2010. – № 2-3. – С. 45-49.
10. Белых И.А. Изучение влияния озона на сывороточный альбумин и холинэстеразу методами оптической спектроскопии / И.А. Белых, Т.С. Дюбко, В.Д. Зинченко // Вісник ХНУ «Біофізичний вісник». – 2 (13). – Харків, 2003. – С. 104-110.
11. Разумовский С.Д. Озон и его реакции с органическими соединениями / С.Д. Разумовский, Г.Е. Заиков. – М.: Наука, 1974. – 322 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МІСТА ЖИТОМИРА

Коцюба І.Г.

Житомирський державний технологічний університет
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир
kotsuba28@yandex.ua

Визначено обсяг накопичення твердих побутових відходів залежно від факторів впливу на них (кліматичні умови, чисельність населення, обсяг житлового фонду, обсяг роздрібної торгівлі, обсяг виробництва й грошові доходи громадян). Удосконалена методика оцінки морфологічного складу ТПВ залежно від сезонів року для проектування системи транспортування ТПВ міста. *Ключові слова:* тверді побутові відходи, звалище, полігон, сезонні зміни, морфологічний склад.

Исследования морфологического состава твердых бытовых отходов города Житомира. Коцюба И.Г. Определен объем накопления твердых бытовых отходов в зависимости от факторов воздействия на них (климатические условия, численность населения, объем жилищного фонда, объем розничной торговли, объем производства и денежные доходы граждан. Усовершенствованная методика оценки морфологического состава ТБО в зависимости от сезонов года для проектирования системы транспортировки ТБО города. *Ключевые слова:* твердые бытовые отходы, морфологический состав.

The study of the morphological composition of solid household waste in the city of Zhytomyr. Kotsuba I. Determine the volume of solid household wastes, depending on the factors affecting them (climatic conditions, population, housing Fund, the volume of retail trade, the volume of production and incomes of citizens). An improved method of assessment of the morphological composition of SDW depending on the seasons for the design of the system for transportation of solid waste in the city. *Keywords:* municipal solid waste, morphological composition.

Питання регіональної екологічної безпеки пов'язані зі збиранням, утилізацією й захороненням побутових відходів, що актуально практично для всіх областей України [1].

На сьогодні однією з основних причин екологічно небезпечної ситуації в ряді регіонів України є недосконалість системи збирання й транспортування твердих побутових відходів (ТПВ), яка потребує вдосконалення та постійної адаптації до зростання кількості та різноманіття побуто-

вих відходів внаслідок збільшення чисельності міського населення, підвищення добробуту, зміни обсягу житлового фонду, роздрібної торгівлі та виробництва.

Недосконалість технологічних схем транспортування ТПВ з узгодженням інтересів усіх учасників сфери поводження з ними та відсутність науково обґрунтованих залежностей обсягів утворення ТПВ від соціально-еколого-економічних чинників впливу на них (кліматичні умови, чисель-

ність населення, обсяг житлового фонду, обсяг роздрібної торгівлі, обсяг виробництва й грошові доходи громадян) вимагають прогнозування та прийняття управлінських рішень у галузі екологічної безпеки [5].

Мета дослідження – є визначення морфологічних властивостей твердих побутових відходів контейнерних майданчиків міста залежно від соціальних чинників, що дозволить суттєво зменшити антропогенне та техногенне навантаження на довкілля регіону.

Для досягнення поставленої мети визначено першочергові завдання:

- 1) провести аналіз основних проблем ефективного збирання та безпечного транспортування твердих побутових відходів;

- 2) визначити залежність обсягів накопичення ТПВ від впливу екологічних, соціально-економічних чинників та спрогнозувати обсяги утворення твердих побутових відходів на території міста;

- 3) оцінити морфологічний склад ТПВ залежно від сезонів року.

Аналіз різноманіття твердих побутових відходів (ТПВ) свідчить, що їх морфологічний склад ніколи не залишається натуральним і залежить від того, на якій конкретній території він збирається (регіон, місто, сільська місцевість тощо). Це зумовлює необхідність у пошуку методики для об'єктивної оцінки морфологічного складу ТПВ, які підлягають переробці.

Методи дослідження – аналіз процесів, які відбуваються на звалищах твердих побутових відходів; математичний апарат теорії планування дослідів; методи та засоби теорії ймовірності та прикладної статистики; графоаналітичний та числовий аналіз;

статистичне опрацювання результатів із використанням засобів обчислювальної техніки; лабораторні та експериментальні дослідження.

Дослідження сезонних змін морфологічного складу ТПВ базувалися на методах порівняльної екології та проводилися шляхом спостереження та відбору зразків з досліджуваних контейнерів.

Для визначення морфологічних властивостей ТПВ регіону на території міста відібрано 12 майданчиків з сміттевими контейнерами для уникнення несанкціонованого вилучення відходів. Визначали морфологічні властивості та щільність наповнення контейнерів за загальноприйнятими методами аналізу властивостей твердих побутових відходів [2-5].

Морфологічний склад ТПВ на Житомирському міському санкціонованому звалищі визначали в 4 сезони 2009 та 2013, 2015 років. Під час проведення вимірювання кількості твердих побутових відходів визначали: кількість контейнерів; об'єм кожного контейнера; ступінь заповнення контейнерів твердими побутовими відходами; масу контейнера порожнього та заповненого твердими побутовими відходами (у разі наявності ваг на 500 кг).

При проведенні досліджень вміст контейнерів був поділений за компонентами відходів: органічні – харчові відходи, опале листя, скошена трава; макулатура – папір та картон; пластмаса – всі полімери високої і низької щільності, тобто пластик, пластмаса, целофан тощо; метал – всі кольорові і чорні метали; текстиль – всі текстильні вироби, включаючи штучні; скло всі вироби, що складаються повністю зі скла; будівельні – відходи

після ремонту, знесення житлових будівель, за винятком пластмаси, скла, металу, макулатури; біологічні – трупи і частини тіл домашніх тварин; небезпечні – відходи, що містять токсичні речовини (лампи, термометри тощо); гума – гумові вироби; зміт вуличний – відходи, що утворилися при збиранні полотна дороги та публічних місць; дерево – дерев'яні вироби, які втрачали свої споживчі властивості.

Дослідження складу ТПВ проводили окремо для багатоповерхових житлових будинків, приватного сектора і соціально-адміністративних будівель. По кожному із показників визначали його фактичне значення в точках відбору проб та досліджували динаміку їх зміни за кліматичних умов, рівнем благоустрою насе-

лення та сезонними змінами. Точки вибиралися та щоб у дослідні ділянки потрапили різні типи житла; населення з різним рівнем доходу. Для об'єктивності проведених досліджень контейнери на сміттєзбиральних майданчиках вибиралися випадково, сортуванню піддавався лише один із низки інших.

Результати проведених досліджень наведені в табл. 1, рис. 1. Отже були обчислені загальна маса кожного контейнера, їх морфологічний склад за процентним співвідношенням, щільність відходів у кожному контейнері і середнє значення для 12 ділянок. При узагальненні даних морфологічного складу ТПВ з контейнерних майданчиків визначено, що склад відходів змінюється за сезонами року.

Таблиця 1

**Показники морфологічного складу ТПВ
контейнерних майданчиків міста, кг**

Відходи	лютий	липень	жовтень	травень
	2009			
Харчові відходи	31,4	33,1	32,4	33,7
Макулатура	20,5	18,6	19,4	18,2
Деревина, листя	7,2	9,6	11,7	9,5
Полімери	17,8	18,2	17,5	18
Текстиль	0,1	0,1	0,1	0,1
Склотара, склобій	9,3	7,1	5,2	7,2
Каміння, кераміка	11,3	11,3	11,4	11,2
Шкіра, кістки	0,5	0,3	0,5	0,3
Метал	1,9	1,7	1,8	1,8
	2013			
Харчові відходи	29,4	34,0	33,9	33,8
Макулатура	22	20,3	18,6	19,3
Деревина, листя	7,6	8,9	9,7	8,8
Полімери	18,5	19,1	19,4	20,1
Текстиль	0,1	0,1	0,1	0,1
Склотара, склобій	9,5	6,1	6,2	6,2
Каміння, кераміка	10,9	10,1	10,6	10,4

Шкіра, кістки	0,4	0,2	0,4	0,3
Метал	1,6	1,2	1,1	1,0
2015				
Харчові відходи	29,53	32,65	33,79	33,33
Макулатура	19,98	15,43	15,74	14,27
Деревина, листя	7,74	8,39	9,47	7,64
Полімери	22,69	22,90	20,91	22,99
Текстиль	0,27	0,14	0,20	0,34
Склотара, скlobій	8,19	6,90	7,90	7,44
Каміння, кераміка	9,35	10,95	8,86	10,62
Шкіра, кістки	0,64	0,28	0,48	0,47
Метал	1,61	2,35	2,66	2,91

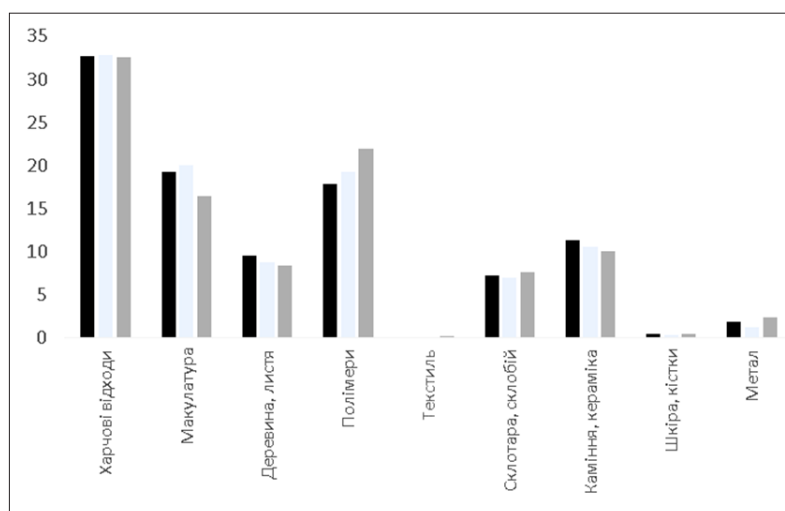


Рис. 1. Динаміка морфологічного складу твердих побутових відходів

З таблиці 1 видно, що на дослідних ділянках в холодний і теплий періоди 2009, 2013, 2015 років основну частину ТПВ за масою становлять органічні відходи 31,4-34,0 %; макулатура – 18,5-22 % у холодний період і 18,0-18,5 % – теплий; пластмаса становить 16,9-17,9 % у холодний період і 18,0-20,1 % – теплий. Такі відмінності пов'язані з настанням весни й літа, коли збільшується споживання про-

холодних напоїв у пластиковій тарі із зростанням попиту на поліетиленові відходи.

Кількість скла коливається від 7,2-7,3 % усієї маси ТПВ у теплий період до 8,5-9,3% – у холодний. Текстиль становить 0,1 % від усієї маси, його кількість мало схильна до зміни в теплий і холодний сезони року. Показник будівельних відходів (кераміка, каміння) змінювалася від 0,95 %

у теплий період до 5,74 % у холодний. Кількість вуличного сміття і його компонентів змінювалися від 10,2-11,3 % у холодний період до 11,1-11,7 % у теплий. Інші компоненти (шкіра, кістки, гума) становили менше 1 % усієї маси ТПВ.

Висновки

За результатами проведених досліджень можна констатувати, що морфологічний склад ТПВ зазнає значних змін у таких компонентах: збільшилася органічна частина відходів і пластмас; зменшилася кількість макулатури (папір, картон); усереднена щільність ТПВ зменшилася майже на 100 кг/м³. Сезонні зміни складу ТПВ характеризуються збільшенням умісту харчових відходів та пластику восени до 40 %,

що пов'язано з великим вживанням овочів і фруктів у раціоні харчування населення. Взимку і восени скоротилися відходи деревини та листя з 20 до 7 % у місті. Для вирішення цієї проблеми потрібно ліквідувати стихійні звалища, на їх місці розмістити великовантажні контейнери й контейнери для роздільного збирання вторинної сировини, обладнати місця попереджувальними табличками з вказівкою на призначення контейнерів та графіка їх вивезення. Фактор сезонності, тобто періоди пікового навантаження, треба враховувати при проектуванні системи вивезення ТПВ, коли потрібна додаткова робоча сила і обладнання, або періоди відносного затишшя, коли штати можуть бути скорочені, а техніка поставлена на ремонт.

Література

1. Бондар І.Л. Екологічні аспекти впливу твердих побутових відходів різного морфологічного складу на довкілля / І.Л. Бондар // Коммунальное хозяйство городов: науч. – техн. сб. – К.: Техніка, 2002. – Вып. 36. – С. 222–226. – (Серия «Архитектура и технические науки»). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.ksame.kharkov.ua/4401/>.
2. Ільченко А. В. Підвищення ефективності керування процесами перевезення твердих побутових відходів міста Житомира [Електронний ресурс] / А. В. Ільченко, І. Г. Коцюба // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 2. – С. 150–153. – Режим доступу : <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/150.pdf>.
3. Методика розроблення оцінки впливу на навколишнє природне середовище для об'єктів поводження з твердими побутовими відходами : Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10 січня 2006 року №8. – К.: Держбуд України, 2006. – 21 с. Режим доступу: <http://ua-info.biz/legal/basert/ua-dmpwje.htm>
4. Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів: наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України 07.06.2010 № 176. – К., 2010. – 18 с.
5. Мороз О.В. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів / О.В. Мороз, А.О. Свентух, О.Т.Свентух.– Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2003. – 110 с.

УДК 504.064:502.027:629.015:625.7(07)

АНАЛІТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ОБСЯГІВ ВИКИДІВ ДИСПЕРГОВАНОЇ САЖІ АВТОТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

Шелудченко Л.С.

Подільський державний аграрно-технічний університет
вул. Шевченка, 13, 32316, м. Кам'янець-Подільський
selucenkolesa@gmail.com

Наведено результати аналітичного оцінювання обсягів утворення сажі (технічного вуглецю) диспергованої в атмосферному повітрі, яка продукується автотранспортними потоками залежно від їх інтенсивності, частки транспортних засобів, обладнаних дизельними двигунами та категорії автомобільної дороги. *Ключові слова:* автодорога, сажа, твердий технічний вуглець, дизельний двигун, питомий викид, автотранспортний потік.

Аналитическая оценка объемов выбросов диспергированной сажи автотранспортными потоками. Шелудченко Л.С. Приведены результаты аналитической оценки объемов образования сажи (технического углерода) диспергированного в атмосферном воздухе, которая продуцирована автотранспортными потоками в зависимости от их интенсивности, доли транспортных средств, оборудованных дизельными двигателями, и категории автодороги. *Ключевые слова:* автодорога, сажа, твердый технический углерод, дизельный двигатель, удельный выброс, автотранспортный поток.

Analytical estimation of volumes of emissionsdispersed soot by motor flows. Sheludchenko L. The results of analytical estimation of the amounts of soot (carbon black) dispersed in the atmospheric air, which is produced by the motor flows depending on their intensity, the share of vehicles equipped with diesel engines and category of the road. *Keywords:* road, soot, hard carbon black, diesel engine, specific output transport stream.

Одним із найсуттєвіших чинників впливу на природно-техногенні геоекосистеми з щільною мережею автомобільних доріг є емісія забруднюючих речовин, які продукуються потоками автотранспортних засобів. Найнебезпечнішими забруднювачами придорожніх територій є Карбон(II)оксид, Нітроген оксиди, вуглеводні, альдегіди, мінеральний пил та сажа (технічний вуглець), важкі метали тощо [1, 2, 4]. При цьому нерозчинні викиди відпрацьованих палив двигунів внутрішнього згоряння становлять

до 70-75% загальної маси твердих викидів, які продукують автотранспортні потоки, що призводять до суттєвого впливу не лише на об'єкти навколишнього середовища, але й здоров'я людини.

Сажа (твердий технічний аморфний вуглець) є основним компонентом нерозчинних твердих викидів у відпрацьованих газах дизельних двигунів (рис. 1).

Сажа утворюється при об'ємному піролізі (термічному розкладанні вуглеводнів в газоподібній (паровій) фазі дизельних палив в умовах нестатку

кисню. Сажові частинки формують у збагаченій дизельним паливом камері згоряння двигуна (особливо при безпосередньому вприскуванні палива в камеру згоряння – рис. 2), де кількість кисню є недостатнім для здійснення вихідного вуглеводню в CO_2 та H_2O [1, 4]. Процес утворення сажі складається з стадій [2]:

- утворення зародків розміром до 5 нм, які містять кілька атомів вуглецю внаслідок піролізу вуглеводнів;
- збільшення (зростання) зародків до первинних частинок з майже сферичною (або ланцюговою) формою, які містять понад 3×10^5 атомів вуглецю;
- утворення сажових агломератів (кластерів), які містять іноді понад 500 первинних часток (сферул) діаметром до 100 нм;



Рис. 1. Викиди сажі дизельного двигуна автомобіля

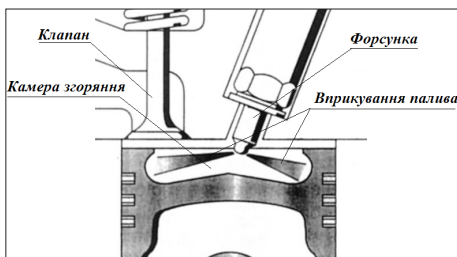


Рис. 2. Принципова схема безпосереднього вприскування палива в камеру згоряння дизельного двигуна

- коагуляція кластерів до складних утворень – конгломератів розміром від 10-20 нм до 300 нм з умістом вуглецю 95,6% та водню – 4,2%, що відповідає хімічній формулі C_8H_4 .

Методика оцінювання викидів сажі автотранспортними потоками

У камерах згоряння дизельних двигунів порівняно з двигунами іскрового запалювання локальні пере-насичені паливом зони утворюються значно частіше, а отже повною мірою реалізуються стадії сажоутворення. Утворення сажових викидів дизельних двигунів залежить від властивостей палива – чим більшим є співвідношення C/H у паливі, тим уміст сажі у відпрацьованих викидах більше. Маса кисню, який споживається з атмосфери, для повного згоряння палива $[\text{кг}/\text{кг}_{\text{палива}}]$ становитиме [1]:

$$m_{\text{O}_2} = 0,23 \cdot \alpha \cdot l_0, \quad (1)$$

де α – коефіцієнт надлишку повітря в паливо-повітряній суміші;

l_0 – стехіометричне число;

Коефіцієнт надлишку повітря є відношенням кількості повітря, яке міститься у паливо-повітряній суміші G_n , до його мінімальної кількості, яка теоретично потрібна для повного згоряння всього палива G_m суміші. Тобто:

$$\alpha = \frac{G_n}{G_m \cdot l_0}, \quad (2)$$

де G_m – годинна витрата палива $[\text{кг}/\text{год}]$;

$G_m \cdot l_0$ – мінімальна, теоретично необхідна для повного згоряння палива, кількість повітря $[\text{кг}/\text{год}]$.

Якщо $\alpha=1$, то паливо-повітряна суміш має стехіометричний (теоретичний) склад; якщо $\alpha>1$ – суміш є збідненою, за $\alpha<1$ суміш збагачена

паливом. Для дизельних двигунів номінальний режим роботи характеризується показником $\alpha=1,4-2,2$ [1].

У випадку, коли кількість кисню буде меншою за стехіометричну, окислення буде неповним: частина вуглецю окислиться лише до CO , а частка водню взагалі не згорить. Окислення вуглеводневої молекули C_xH_y у загальному випадку відбувається за рівнянням:

$$C_xH_y + \left[\frac{w}{2}x + (1-w)x + y \cdot \frac{(1-w_1)}{4} \right] O_2 = wxCO + (1-w)xCO_2 + \frac{y}{2}w_1H_2 + \frac{y}{2}(1-w_1)H_2O, \quad (3)$$

де w – масова частка вуглецю, окисленого до CO ;

w_1 – масова частка незгорівшого водню;

x – маса вуглецю в молекулі палива;

y – маса водню в молекулі палива.

Для дизельного палива (якщо знехтувати наявністю кисню) “умовна” молекула палива C_xH_y буде мати молярну масу M_n [1, 4]:

$$M_T = 12x + y. \quad (4)$$

Відповідно (4), у продуктах згорання дизельного палива з’являються незгорівший водень (N_{H_2}) та оксид вуглецю (N_{CO}). Тоді:

$$\begin{cases} N_{CO} + N_{CO_2} = x \\ N_{H_2} + N_{H_2O} = \frac{y}{2} \end{cases} \quad (5)$$

і, відповідно, на 1 кг палива (кмоль):

$$\begin{cases} N_{CO} + N_{CO_2} = \frac{w_c}{12} \\ N_{H_2} + N_{H_2O} = \frac{w_H}{2} \end{cases} \quad (6)$$

Із зменшенням кількості кисню в продуктах згорання палива буде збільшуватись вміст CO та H_2 і зменшуватись вміст H_2O та CO_2 . При $w_1=w=1$ у продуктах згорання буде міститись лише чадний газ CO та незгорівший водень H_2 . Відповідне рівняння окислення матиме вигляд [1]:

$$C_xH_y + \frac{x}{2}O_2 = xCO + \frac{y}{2}H_2. \quad (7)$$

Кількість кисню (кмоль) $N_{O_2} = \frac{x}{2}$ відповідає умові, за якої кількість атомів вуглецю дорівнює кількості атомів кисню, тобто $C/O = 1$. При подальшому зменшенні вмісту кисню в паливо-повітряній суміші $C/O > 1$ в продуктах згорання палива з’являється незгорівший вуглець (сажа).

Відповідно до “Методики проведення інвентаризації вибросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом)” обсяги викидів сажі автотранспортного засобу, обладнаного дизельним двигуном [кг/км], визначаються як [3]:

$$M_s = B_s \cdot J_s, \quad (8)$$

де M_s – валовий викид сажі фізичним автотранспортним засобом, кг/км;

B_s – питома кількість витраченого палива, кг/км;

$J_s = 0,015_s$ – питомий викид сажі, кг/кг.

Статистична усереднена питома кількість витрати дизельного палива фізичною автотранспортною одиницею, яка обладнана дизельним двигуном, становитиме $B_s = 0,5_s$ кг/км [1, 3]. Отже, з урахуванням інтенсивності N автотранспортного потоку отримуємо значення M_s [кг/год.×км]:

$$M_s = \frac{B_s \cdot J_s \cdot N \cdot S}{24} = 3,55 \cdot 10^{-4} \cdot N \cdot S, \quad (9)$$

Результати визначення викидів сажі автотранспортними потоками

Результати інвентаризації викидів сажі автотранспортними потоками залежно від їх швидкості та інтенсивності, категорії автомобільної дороги

і частки транспортних засобів у двигунами, визначені на підставі потоці, які обладнано дизельними виразу (табл. 1) [9].

Таблиця 1

Обсяги викидів сажі автотранспортними потоками, кг/год.×км

Категорія автомобільної дороги	Інтенсивність автотранспортного потоку, авт./добу	Частка автомобілів у автотранспортному потоці, які обладнано дизельними двигунами		
		S < 5%	5% < S < 25%	S ≥ 25%
I-а, I-б	> 10000	0,266	1,065	1,864
II	3000 – 10000	0,173	0,693	1,212
III	1000 – 3000	0,053	0,213	0,373
IV	150 – 1000	0,017	0,070	0,122
V	< 150	0,023	0,107	0,187

Висновки

Результатами аналітичного оцінювання обсягів викидів диспергованої сажі автотранспортними потоками встановлено, що за наявності в автотранспортних потоках частки тран-

спортних засобів, обладнаних дизельними двигунами, понад 25%, сажові викиди можуть сягати для автомобільних доріг категорій I-а та I-б – 1,864 кг/год.×км, категорії II – 1,212 кг/год.×км, категорії III – 0,373 кг/год.×км.

Література

1. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высш. шк., 2001. – 273 с.
2. Поповичева О.Б. Сажевые аэрозоли в верхней тропосфере: свойства и последствия эмиссии / Поповичева О.Б., Персианцева Н.М., Зубарева Н.А., Шония Н.К., Старик А.М., Савельев А.М. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова / Препринт НИИЯФ МГУ – 2005 – 17/783. – 83 с.
3. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів / Затверджено. Наказ Держкомстату України. – 13.11.2008 № 452. – <http://ukrstat.org/>.
4. Ямборак Р.С. Інженерна екологія. Хімічна екологія Навч. посібник / Р.С. Ямборак, Б.А. Шелудченко, І.А. Шелудченко. – Кам'янець-Подільський: В-во ФОП Сисин О.В., 2011. – 164 с.

FORMATION OF THE ECOLOGICAL-MELIORATIVE STATE OF THE DANUBE RICE IRRIGATION SYSTEMS AND THE WAYS OF ITS IMPROVEMENT

Turcheniuk V.

National University of Water and Environmental Engineering,
11, Soborna str., 33000, Rivne
fwg@ukr.net

Analysis of main reasons of unsatisfactory ecological-meliorative state of the rice irrigation system (RIS) has been carried out. Ways of improvement of water-air and salt condition of the soil by efficiency enhancement of the drainage system on the irrigated rice fields have been identified. *Keywords:* drainage, ecological-meliorative state, rice irrigation system.

Формування еколого-меліоративного стану придунайських рисових зрошувальних систем та шляхи його покращення. Турченко В.О. Проведено аналіз основних причин незадовільного еколого-меліоративного стану рисових зрошувальних систем (РЗС). Визначено напрями покращення водоповітряного, сольового режимів ґрунтів шляхом підвищення ефективності роботи дренажу на зрошуваних землях рисових систем. *Ключові слова:* дренаж, еколого-меліоративний стан, рисова зрошувальна система.

Формирование эколого-мелиоративного состояния придунайских рисовых оросительных систем и пути его улучшения. Турченко В.А. Проведен анализ основных причин неудовлетворительного эколого-мелиоративного состояния рисовых оросительных систем (РЗС). Определены направления улучшения водовоздушной, солевого режимов почв путем повышения эффективности работы дренажа на орошаемых землях рисовых систем. *Ключевые слова:* дренаж, эколого-мелиоративное состояние, рисовая оросительная система.

Ecological-meliorative state of the RIS is defined by several factors, being natural (climate) and technological (irrigation requirements, volume of the drained water, structure and parameters of the irrigation and drainage and water discharge network etc.). Most significant impact on the RIS ecological-meliorative state is exerted by the drainage and water discharge system, which is one of the most of important factors of the RIS. It is built for drainage of the surface waters from the rice fields and

regulation of the ground water level in various periods of rice vegetation as well as further cultivation of other agricultural crops on the same fields. The drainage and water discharge system is the main method of active and targeted interference into the water-salt regime of the meliorated area and ground water during the vegetation as well as irrigation period of rice and other crops and is a core condition of the soil fertility.

Analysis of the drainage effectiveness on rice fields of Danube river

delta [1,2,3,2] showed that the drainage, built in 1960 s as per then active standards, does not ensure acceptable drainage conditions of the rice fields, which is one of the main reasons of their unsatisfactory ecological-meliorative state and decrease of the rice and other crops' yields. Rice irrigation systems in Ukraine, including those in the Danube river delta, were built as per the well-known Krasnodar-type scheme of irrigation (KSI) and large checks of broad front of flooding and discharge of water (LCF) with one-side and two-side water control mainly open-air irrigation and drainage and water discharge canals with in-between distance of 200-500 meters and field drains of 1,5-1,7 meters in depth depending on the soil-and-hydrogeological conditions.

In the process of long-term usage the drainage and water discharge system was heavily distorted [1,2,2,5]. The canals stopped positively influencing the water-and-salt regime of the soil during the rice cultivation, and – most notably – during cultivation of other crops, when it is important to ensure a critical depth of the ground water at 1,3-1,5 meters for Danube delta soils.

Inability of the drainage system to ensure the required level of draining and, consequently, the sufficient aeration of the active soil layer during the irrigation interval and related efficiency and purpose of redox processes in soils and their percolation, stimulated by the water regime of the rice, has become the main reason of negative processes at RIS (clay-forming, consecutive clogging and swamping, etc.), decrease of soil fertility and, respectively, rice and other crops' yield.

The aim of the research is to define reasons of aggravation of the ecological-meliorative state of the rice irrigation systems and elaborate complex and systemic solutions for its improvement, based on the principles of systemic optimization of drainage parameters, justification of the need and ways of improvement of its composition and calculation methods, which would allow to support the positive ecological-meliorative state of the system.

Materials and methods of the research. The research was performed within 2003-2016 in the framework of the complex program for increase of the general effectiveness of the Danube RIS according to the common methodology, which included usage of the unified base of the long-term observations of the object; justification, as per the task given, of the efficiency criteria of the active Danube RIS; implementation of the water-salt balance method as generally accepted tool of estimation and forecasting of ecological-meliorative state of RIS.

Results of the research. Danube RIS operational experience showed that their ecological-meliorative state is defined by the stable work of all elements of the rice system and, first of all, drainage and water discharge system.

Long-term research identified that RIS salty soil drainage must comply with the following requirements:

- ensure unsalting of the top soil layer (1-1,5 meters) for 2-3 years to create favourable conditions for cultivation of rice and other crops;
- secure necessary level of the drainage for the beginning of new irrigation period at not less than the critical depth after water discharge from field drains (1,5-1,8 meters);

- exclude possibility of the consecutive salting of soil at fields, where other crops are cultivated;

- create and support optimal filtration speed at the rice field for removal of salt from the active soil layer.

Effective functioning of the drainage and water discharge network at the rice fields depends on the correct choice of its parameters, i.e. distance between drains and their depth. These parameters' values must be calculated for creation of the optimal conditions for cultivation of other agricultural crops and, first of all, prevention of the consecutive salting.

Diversified approach of the RIS drainage assumes application of the relevant theoretical dependencies, which help to set drainage parameters for water discharge as well as creation of sufficient intensity of the percolative water regime, evenly distributed over the field drain.

Various filtration speed across field drains leads to broad range of ground waters mineralization and salt content in the soil, which results in creation of dif-

ferent natural-meliorative conditions and, as a consequence, different crop yields.

Filtration speed observations from the surface of irrigation maps of the Danube delta rice systems [2,3] showed that highest value of the filtration speed (from 4 to 20 mm per day) is observed in by-drain areas of the rice field, within 50 meters from the field drains (fig. 1), under condition of absence of damming in drainage and water discharge canals and, consequently, maximal value of the pressure gradient. Up to the middle of the drain spacing the filtration speed, notwithstanding the composition of the irrigation maps and distance between the drainage canals, is between 1-2 mm/day, i.e. almost absent (fig. 2).

Therefore without improvement of work and finetuning of project parameters of the drainage and water drainage system to avoid these negative processes there is a real threat of rice systems' failure and irrecoverable loss of investments for their construction and maintenance.

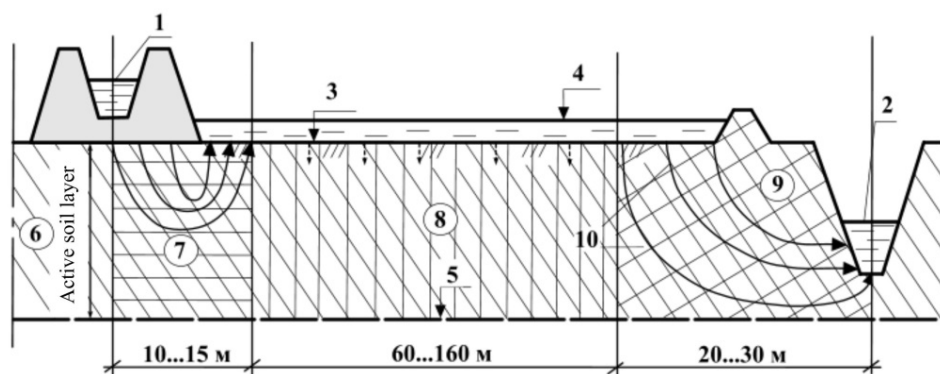


Fig. 1. Scheme of formation of distinctive areas of filtration by profile of rice field drain:
 1 – field irrigation drain; 2 – field drainage and escape drain; 3 – soil surface; 4 – water surface;
 5 – boundary of active soil layer; 6 – active soil layer; 7 – ground water evaporation zone;
 8 – dead water zone; 9 – active filtration zone; 10 – directions of filtration flows

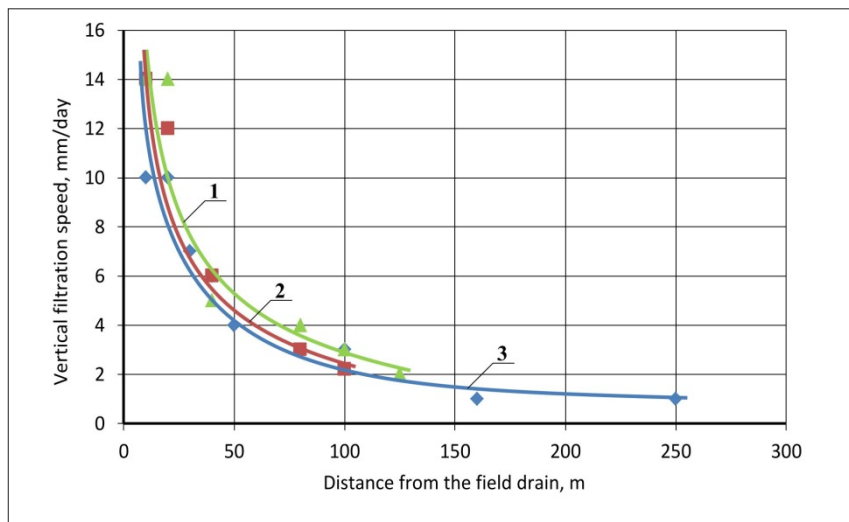


Fig. 2. Vertical filtration speed at field drains на каптах-чеках
by distance between drain canals: 1- $B=200\text{m}$; 2- $B=250\text{m}$; 3 – $B=500\text{m}$

According to the accepted practice and experience, a solution for such a complicated problem of the existing RIS, which are – in their essence – are complex natural-technical and ecological-economic systems with respective change of the entire methodology, technical and technological strategy of their creation and functioning, requires application of respective complex and systemic solutions, based on principles of systemic optimization of operational, technological and constructional solutions and their parameters. For the existing RIS systemic optimisation envisages ecological-economical optimisation of natural-meliorative regime parameters, technology of water management and constructional solutions for their application.

Optimization of project parameters of the RIS and, first of all, those of the drainage and water discharge network, given the necessity to create and

maintain a percolative water regime on irrigated salty soils as the main factor in ensuring their favorable ecological and land reclamation status, as well as increase of the overall rice system technical, technological, economic and the ecological efficiency can ultimately be limited to optimization of the filtration speed after surface irrigation of the leading rice crop owing to the respective correlation between water supply and discharge under appropriate irrigation mode. It is the filtration regime which is created on irrigation rice field drains during the presence of the water layer as well as further on in the rice post-vegetation period that determines their overall ecological and land reclamation status and allows to assess the technological efficiency of the drainage network during different periods of RIS functioning.

According to [6], as an economic criterion and condition for optimization of the project and parameters of the RIS

drainage during the project, we consider it expedient to consider the indicator of adjusted costs ZP_i taking into account the weather-climatic risk R_i and bearing in mind the deviation of the water regime of the rice field from the optimal in the post-vegetation, autumn-spring period as well as in the vegetation period of the system functioning to implement the appropriate variants of project solutions (PS) of the aggregate $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$

$$ZP_i = Z_i \cdot k_{Z_i}^V = [(C_i + E_n K_i) + R_i] / V_i, \quad i = \overline{1, n_i}, \quad (1)$$

where $k_{Z_i}^V$ – is a coefficient of expression of the adjusted costs by volume (value) V_i of the received products as per variants of operational, technological and technical solutions of the aggregate $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$, which is determined by the inverse relationship $1/V_i$;

C_i – current expenses for the production under options of the PS;

E_n – normative coefficient of economic efficiency of capital investments in the respective variants of the PS;

R_i – weather-climatic risk as per the respective PS.

Weather-climatic risk is the possibility of loss or decrease of profit as a result of the influence of adverse factors on the economic activity, or the probability of unforeseen losses due to the accidental change in the conditions of economic activity or due to impact of adverse circumstances, etc. It is determined by formula:

$$\overline{R_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (W_{ij} - \overline{W}_{nm})^2 \cdot \alpha_{pj}} = \sqrt{\sum_{j=1}^m R_{ij}^2 \cdot \alpha_{pj}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

where W_{ij} – the value of gross output by the actual yield of cultivated crops, obtained by i-variant of the PS, UAH/ha;

$\overline{W}_{nm}$ – value of gross output for potentially possible yield on the site, UAH/ha.

Determination of environmentally acceptable variants of project solutions for the rice field and the system as a whole in general can be presented as necessary conditions and restrictions for the determined, substantiated and accepted for consideration a number of physical indicators (criteria) for assessing the water, salt and general natural-meliorative regime of rice fields and systems: by the regime of groundwater level in the non-vegetation period (Hg); the duration of its standing below the critical depth (T); the intensity of the filtration processes under the flooded rice field (V), the degree of salting of the active soil layer (S); irrigation rate (M); mineralization of groundwater (G), etc.

$$Z_{jks} = (Hg_{ks}, T_{ks}, V_{ks}, S_{ks}, M_{ks}, G_{ks}), \quad j = \overline{1, n_j}, \quad k = \overline{1, n_k}, \quad s = \overline{1, n_s}. \quad (3)$$

By such indicators, namely by their limit values in accordance with the specific soil-meliorative conditions of the object, it is possible to predict the direction of the processes occurring in the rice field and the system as a whole and to assess the ecological effect of the implementation of meliorative measures.

An assessment of the environmental reliability of PS variants in respect of the parameters of vertical filtration speed on a rice field drain, which simultaneously reflects operational and technological aspects of water management of the RIS, is given in Table 1.

Optimization of drainage parameters included optimal parameters of vertical filtration speed on the rice field drain, which simultaneously reflects operational and technological aspects of water management of the RIS, as well

Table 1

**Assessment of the ecological reliability of PS variants depending
on vertical filtration speed at rice field drains**

Vertical filtration speed, V, mm/ day	Component Hz by Hg	Component Hz by T	Component Hz by S	Component Hz by G	Component Hz by M	Ecological reliability coefficient, kn
0,5	0,80	0,82	0,51	0,43	0,24	0,56
1,0	0,95	0,98	0,55	0,50	0,28	0,65
2,0	1,00	1,00	0,67	0,60	0,33	0,72
4,0	0,93	0,93	0,73	0,75	0,50	0,77
6,0	0,87	0,89	0,80	0,86	0,61	0,80
8,0	0,80	0,93	0,89	1,00	0,74	0,87
10,0	0,67	0,86	1,00	0,83	0,77	0,83
12,0	0,70	0,86	1,00	0,73	0,77	0,81
14,0	0,65	0,86	0,75	0,67	0,83	0,75
16,0	0,59	0,82	0,63	0,50	0,96	0,70
18,0	0,50	0,79	0,50	0,33	0,91	0,61

as the established optimal parameter of rice share of 50-60% in crop rotation cycle.

According to the results of the forecast-optimization calculations, the optimal and economically advantageous option of the project decision as per the estimated distance between the drainage and escape channels and projected closed drainage collectors projected for the Danube RIS conditions is the variant with a distance of 100 m. This drain spacing, unlike the existing one with 200-500 m, ensures the creation and existence of a percolative water regime on the rice field with an optimal speed of vertical filtration of 6-8 mm/day. The economic optimization criterion is $ZPo=0,74$.

Conclusion

In order to improve the ecological and meliorative state of the RIS lands,

increase the rice yield, create favorable conditions for redox processes and eliminate the prerequisites for secondary soil salting, it is necessary to increase infiltration under the rice field and ensure uniformity of its distribution along the entire surface of the rice field. The task of rice system drainage as a unified way of regulating their water and salt regimes is the soil unsalting during the rice cultivation period, creation of optimal water filtration speed in the soil throughout the vegetation season and ensuring the rapid drying of field drains in the post-irrigation period.

According to the received calculations of the distance between drainage and water discharge canals for the conditions of the Danube RIS, favorable water-and-air regime of the soil can be achieved by completing the drainage network in the form of open field drains by individual closed drain collectors,

which should be arranged along the field drains, maintaining the calculated distance.

Improvement of the project of the drainage and water discharge network makes it possible to extend the period with favourable level of ground waters during the irrigation interval by 30-100 days and bring its total duration to 200-220 days. This creates conditions for the complete oxidation of all recov-

erable toxic products before the start of the new irrigation season.

The proposed project of the irrigation field check enables reconstruction of existing rice systems with minor investments, since it does not require the installation of systematic drainage, will significantly increase the efficiency of the intra-field drainage network and will enable drainage process management in different phases of agricultural crops cultivation.

References

1. Гончаров С.М. О формировании режима грунтовых вод на рисовых оросительных системах центральной части дельты Дуная / С.М.Гончаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 1969. – №10. – С. 37–44.
2. Кропивко С.М. Исследование эффективности карт-чеков широкого фронта затопления с дренажем (на примере рисовых оросительных систем дельты Дуная): автореф. дис. на соискание учен.степени канд. техн. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / С.М. Кропивко. – Ровно, 1987. – 20 с.
3. Мендусь С.П. Оцінка меліоративного стану та ефективності рисових систем / С.П. Мендусь, П.І. Мендусь, А.М. Рокочинський // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво: зб. наук. праць. – Рівне, 2007. – Вип. 32. – С. 38–49.
4. Рис Придунав'я: [колективна монографія] / за ред. В.А.Сташука, А.М. Рокочинського, П.І. Мендуся, В.О. Турченюка. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 620 с.
5. Рис в Україні: [колективна монографія] / за ред. д.т.н., професора, член-кор. НААНУ В.А. Сташука, д.т.н., професора А.М. Рокочинського, д.е.н., професора Л.М. Грановської. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 976 с.
6. Рокочинський А.М. Підвищення ефективності функціонування Придунайських рисових зрошувальних систем / А.М. Рокочинський, В.О. Турченко, В.В. Засць, Н.В. Приходько // Вісник аграрної науки. – Київ, 2014. – № 4 (734). – С. 53-57.

ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО

УДК 504.5:665.7:502.521(477.52)

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВУГЛЕВОДНЕВИМИ ФРАКЦІЯМИ НАФТИ

Аблєєва І.Ю., Пляцук Л.Д.
Сумський державний університет
вул. Римського-Корсакова, 2, 40000, м. Суми
i.ableyeva@ecolog.sumdu.edu.ua

Розглянуто зміни властивостей абіотичної та біотичної складових ґрунтової екосистеми у результаті надходження нафти та нафтопродуктів. Визначено ступінь токсичності забруднюючих речовин для біоти залежно від кількості рухомих форм токсиканта. Проаналізовано основні фактори впливу на геофільтрацію нафти у ґрунті. *Ключові слова:* екологічна безпека, техногенне навантаження, нафтові вуглеводні, забруднення ґрунту, геофільтрація нафти, біо-хімічна трансформація.

Физико-химические закономерности загрязнения почвы углеводородными фракциями нефти. Аблєєва И.Ю., Пляцук Л.Д. Рассмотрены изменения свойств абиотической и биотической составляющих почвенной экосистемы в результате поступления нефти и нефтепродуктов. Определена степень токсичности загрязняющих веществ для биоты в зависимости от количества подвижных форм токсиканта. Проанализированы основные факторы влияния на геофильтрацию нефти в почве. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, техногенная нагрузка, нефтяные углеводороды, по-загрязнению почвы, геофильтрации нефти, биохимическая трансформация.

Physical and chemical regularities of soil pollution with hydrocarbon fractions of oil. Ablicieva I., Pliatsuk L. The problem of changing the properties of the abiotic and biotic components of the soil ecosystem as a result of oil and oil products receipt has been considered. It is determined that the degree of toxicity of pollutants for biota depends on the number of mobile forms of the toxicant. The main factors influencing the geofiltration of oil in the soil have been analyzed. *Keywords:* ecological safety, technogenic load, oil hydrocarbons, dirty soil, oil geophiltration, bio-chemical transformation.

Техногенне навантаження на довкілля нафтогазовим комплексом пов'язане з використанням недостатньо ефективних способів та технологій поводження з нафтовмісними відходами, внаслідок чого відбувається забруднення всіх компонентів навколишнього середовища. Особливої

актуальності щодо екологічної безпеки ґрунтів набуває проблема аварійних розливів сирової чи товарної нафти, яка відноситься до речовин 2–3 класу небезпеки.

Аналіз результатів одиничних експериментів, спрямованих на визначення залежності характеру і сили

впливу нафтового забруднення на фізичні, хімічні властивості і динаміку біохімічних процесів ґрунту показав, що концентрація нафтового забруднення уже на рівні 15% заповнює поровий простір, склеює ґрунтові агрегати і, відповідно, змінює механічну структуру і порушує водно-повітряний режим ґрунту. Вуглеводні нафти впливають і на водно-фізичні властивості ґрунту: зниження коефіцієнта фільтрації, сорбційної здатності і капілярної вологоємності, зменшення питомої поверхні твердої фази, звуження діапазону продуктивної води.

Наднормативні значення концентрації нафти у ґрунті призводять до зменшення вмісту рухомих форм калію, фосфору й нітрогену, обмінних катіонів і величини ємності катіонного обміну – ЕКО. Нафтові вуглеводні сприяють зміні фракційного складу гумусу – зниження кількості гумінових кислот, підвищення частки залишку, який не піддається гідролізу, у тому числі гуміну і гуміноподібних речовин, лігніну, терпенів, воско-смоли і бітумів.

Поряд з цим під час локалізації та ліквідації аварійних ситуацій прогнозуються розміри територій забруднених земельних ділянок та зони впливу нафти і нафтопродуктів на екосистеми. Для моделювання процесу геофільтрації нафти досліджуються фізико-хімічні та біохімічні закономірності розповсюдження речовин за множини визначальних факторів впливу.

Мета роботи – встановлення зв'язку між біохімічними, хімічними процесами та трансформацією нафтових вуглеводнів з динамікою їх фільтрації у ґрунтовій товщі.

Актуальність дослідження

За даними Державної екологічної інспекції у Сумській області, в Охтирському районі за період з січня по червень 2017 року трапилося п'ять аварій, спричинених розгерметизацією нафтогазозбірних колекторів з подальшим розливом нафтоводяної суміші, внаслідок чого були забруднені земельні ділянки загальною площею 9589,75 м², збитки за забруднення нафтопродуктами та хлоридами становили 269520,33 грн. Негативний вплив до вилучення з обігу на певний період родючих сільськогосподарських земель, дестабілізації ґрунтових комплексів, токсичної дії на місцеву біоту, залучення додаткових матеріальних і фінансових ресурсів для проведення рекультивації порушених ділянок.

Отже, дослідження фізичної природи механізму поширення нафти у ґрунті та хімізації процесів її трансформації є актуальною науково-практичною задачею.

Результати досліджень

Після забруднення ґрунту нафтою та нафтопродуктами відбувається нерівномірна динаміка збільшення кількості специфічних ферментів (каталази, пероксидази, поліфенолоксидази) і емісія вуглекислого газу на 3 доби за умови дози нафти на рівні не більше 5%, початкове інгібування ферментів при концентрації нафти, що перевищує 5%. Для чорнозему звичайного можливе самоочищення, про що свідчить підвищення цих параметрів через 3 місяці після забруднення незалежно від дози нафти та інтенсифікація процесу гуміфікації [2].

При забрудненні ґрунтів нафтопродуктами та супутніми домішками

реальну загрозу для біотичної складової ґрунтової екосистеми представляє кількість біодоступних сполук, тобто рухомих форм токсикантів, а не їх валовий вміст. Ступінь міцності зв'язку токсиканта у ґрунті і його рухливість залежать від ґрунтово-екологічних факторів (гумусовий стан ґрунтів, кислотність, гранулометричний і мінералогічний склад, окислювально-відновні умови тощо) [3].

При надходженні нафти і нафтопродуктів до ґрунту відбувається їх міграція у вертикальному або радіальному і латеральному напрямку. При латеральному розподілі вуглеводнів спостерігається стік по коридорах фільтрації від ядра ареала забруднення до периферії відповідно до нахилу місцевості. Усередині ґрунтової товщі має місце перерозподіл фракцій нафти у межах генетичних горизонтів залежно від питомої густини вуглеводнів і гранулометричного складу ґрунту, так званий «хроматографічний ефект» [4]. Закономірності радіальної міграції речовин у ґрунті висвітлені в роботах таких вчених: І. Р. Галінуров, А. М. Сафаров, Ф. Х. Кудашева, В. В. Володін, А. М. Русанов, Т. С. Воеводіна, А. В. Васильченко та інших [5].

Аналіз наукових праць з дослідження розподілу вуглеводнів у ґрунті показує, що при постановці як модельного, так і польового експерименту враховуються переважно такі фактори: тип ґрунту, фракційний склад сирової нафти або нафтошламу, глибина проникнення забруднення. У зв'язку з цим є певні результати для піщаних, торф'яних, глинистих і чорноземних ґрунтів. Визначено, що сорбційна здатність субстратів відносно до сирової нафти зменшується

у ряду глина – торф – пісок, а до нафтошламів – у ряду пісок – торф – глина [6].

Аналіз попередніх досліджень показав, що існують науково обґрунтовані дані по впливу нафтопродуктів на ґрунтові екосистеми за конкретних умов. У роботах з моделювання поширення нафти у ґрунті використовується класична теорія фільтрації рідини у пористому середовищі відповідно до закону Дарсі, однак не враховуються процеси біохімічної трансформації сполук та адсорбції вуглеводнів ґрунтовими агрегатами.

Нафтопродукти проявляють прямий вплив, пов'язаний з безпосередньою токсичністю для живих організмів і володіють опосередкованою дією на ґрунтову біоту, обумовленою зміною параметрів середовища проживання. Біоценози ґрунтів представлені переважно фіто-, зоо-, мікро- і мікоценозами. Екологічно важливою групою з перелічених угруповань є мікроорганізми, оскільки вони відіграють вирішальну роль у протіканні біохімічних процесів ґрунтів як редуценти у трофічних ланцюгах. Окремі штами бактерій і нижчі гриби сприяють мінералізації органічних речовин, залученню біогенних елементів у біогеохімічні цикли, використовуючи їх у власних метаболічних процесах.

Із збільшенням надходження вуглеводневих фракцій в екосистему внаслідок нафтового забруднення відбувається зміна структури біоценозу в бік поступового зростання популяцій вуглеводневоокислюючих мікроорганізмів, зокрема представників родів *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Mycobacterium*, *Bacillus* і *Rhodococcus*, які стають домінантними видами. Динаміка чисельності угруповань

визначається лімітуючими факторами, переважно вмістом вуглецю у середовищі, і описується за законом толерантності Шелфорда, що відповідає нормальному розподілу Гаусса.

Збільшення кількості вуглеводнів у ґрунті призводить до зменшення видового біорізноманіття та скорочення чисельності організмів, більш чутливих і менш стійких до токсичної дії органічних сполук. Встановлено, що навіть мінімальна концентрація нафти в ґрунті сприяє пригніченню процесів енергетичного і пластичного обміну нітрифікаторів. Флуктуації чисельності цієї групи мікроорганізмів ідентифікуються як тест-реакції у методиках біоіндикації нафтового забруднення. Одночасно зростають популяції бактерій, які спеціалізуються на деструкції нафти, що здійснюється за допомогою синтезованих ферментів. При надходженні нафти і нафтопродуктів до ґрунту відбувається стимулювання зростання азотфіксаторів, що сприяє застосуванню штамів *Azotobacter chroococcum* та ін. для очищення забрудненого середовища [8].

Мікроорганізми відіграють важливу роль у технологіях захисту об'єктів навколишнього середовища від забруднення нафтою і нафтопродуктами. Вони як деструктори з'єднань органічного походження є продуцентами високоефективних біогенних екзополімерів і поверхнево-активних речовин (ПАР), необхідних для окиснення нафти. Екзополімери забезпечують контакт цитоплазматичної мембрани клітин бактерій, що характеризуються вибірковою проникністю з гідрофобним субстратом і володіють протекторними властивостями відносно токсичних сполук.

У роботах І.Ф. Пунтуса, Н.А. Леньової та інших вчених [9] вивчені процеси мікробіологічної трансформації присутніх у нафті сполук, які належать до різних класів органічних речовин. Вченими досліджено закономірності і механізми протікання хімічних реакцій за участю штамів мікроорганізмів *R.opacus* 412, *R.rhodnii* 135, що належать до родів *Rhodococcus*, *Pseudomonas* і *Burkholderia*, визначені кінцеві і проміжні продукти окислення фенантрени і антрацену. Але не було проведено оцінку рівня екологічної безпеки для ґрунтових, водних екосистем і людини після здійсненої біоконверсії. Відкритим залишається питання про ступінь токсичності утворених біохімічним шляхом з'єднань залежно від складу нафти порівняно з вихідними речовинами.

Рівень забруднення земельних ділянок залежить від якісних і кількісних показників. До першої групи чинників слід віднести якісний хімічний склад нафти, клас небезпеки, ступінь токсичності для живих організмів і характер трансформації забруднюючих речовин, механічну структуру, тип, водний режим і генетичний профіль ґрунту, тип клімату. Другу групу показників доцільно розділити на два класи: кількісні характеристики нафтових вуглеводнів, переважно аренів, нафтенів і парафінів, та окремо показники ґрунту. Для оцінки екологічної ситуації необхідно враховувати концентрацію кожної сполуки в ґрунті, глибину проникнення і швидкість міграції. Ці параметри безпосередньо пов'язані з фізико-хімічними властивостями ґрунту та показниками зовнішнього середовища: водневий показник рН, окисно-відновний

потенціал Eh, температура, вологість, пористість ґрунту та кількість опадів.

Забруднення ґрунту нафтою

можна охарактеризувати ланцюжком причинно-наслідковими зв'язками (рис. 1).



Рис. 1. Схема причинно-наслідкових зв'язків при забрудненні ґрунту нафтопродуктами

Більш легкі вуглеводні з часом проникають на велику глибину, а важкі фракції сорбуються ґрунтовими агрегатами в приповерхневому шарі. Отже, на початкових стадіях міграції забруднюючих речовин більш активно відбуваються фотоокиснення і випаровування легких вуглеводнів. Біодеструкція порівняно відтягнута в часі, що пов'язано з поступовим розвитком специфічної аборигенної мікрофлори, яка володіє нафтоокислючими властивостями. Ці процеси сприяють комплексній деградації нафти в ґрунті, але не виключають вторинне забруднення навколишнього середовища агресивними політантами, утвореними за рахунок трансфор-

мації вихідних речовин під впливом зовнішніх факторів. Наприклад, продуктами фотохімічної реакції легких вуглеводнів з оксидами нітрогену в атмосферному повітрі є особливо токсична органічна сполука пероксиацетилнітрат (ПАН) — причина смогу Лос-Анджелеського (фотохімічного, літнього) типу.

При розгляді кінетичної закономірності геофільтрації нафтопродуктів у ґрунті доцільно виділити три групи факторів впливу: показники ґрунту, нафти та зовнішнього середовища. Деталізація кожного з них дещо модифікована, враховуючи процеси дифузії, адсорбції, фільтрації та трансформації речовин, ніж наведено у роботі (табл. 1) [11].

Таблиця 1

Формалізація груп факторів впливу на процес геофільтрації нафти

Показники ґрунту	Властивості нафти	Параметри зовнішнього середовища
Пористість, m Проникність, k Щільність, ρ_r Вологість, W Гранулометричний склад, q Розмір фракцій, r	В'язкість, μ Густина, ρ_n Концентрація, C Температура, T_n Тиск, P_n Вміст легких фракцій, θ_l Вміст важких фракцій, θ_b Вміст неорганічних сполук, χ	Температура, T_c Тиск, P_c Відносна вологість, ϕ Кількість опадів, w Нахил рельєфу місцевості, ψ
Інтегральні вектори параметрів		
$G(t) = f(m, k, \rho, W, q, r)$	$H(t) = f(\mu, \rho, C, T_n, P_n, \theta_l, \theta_b, \chi)$	$S(t) = f(T_c, P_c, \phi, w, \psi)$

Для цих процесів важливу роль відіграють параметри ґрунту, які сприяють або, навпаки, перешкоджають радіальній і латеральній міграції нафтопродуктів. Наприклад, у пористому малощільному зволоженому ґрунті з переважаючою часткою крупних фракцій, що класифікуються

як пісок крупний і гравій дрібний, адсорбція нафтопродуктів практично відсутня, проте створені всі необхідні умови для фільтрації у нижні горизонти.

У табл. 1 надано узагальнені вектори факторів, однак для окремих процесів, що протікають при над-

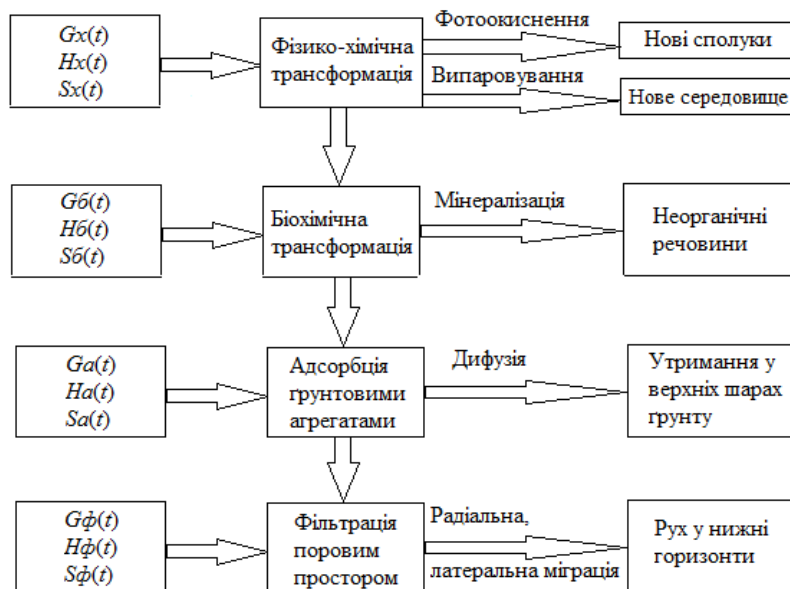


Рис. 2. Систематизація вхідних та вихідних потоків процесу геофільтрації нафти

ходженні нафтопродуктів до ґрунту, вони відрізняються, тому вводимо індексовані вектори. Графічне відображення вхідних та вихідних потоків на кожному етапі геофільтрації та супутніх фізико-хімічних процесів відображено на рис. 2.

Рисунок 2 є основою для подальшого математичного моделювання геофільтрації нафти.

Висновки

При надходженні у ґрунт у результаті аварійного розливу чи з іншої причини нафтопродукти призводять до дестабілізації всіх його компонентів, що проявляється у зміні властивостей органомінерального комплексу, едафічних умов та зниженні

біологічної активності. Виявлено, що родючі ґрунти здатні до самоочищення за три місяці, важливу роль при цьому відіграє аборигенний мікроценоз, утворений нафтоокислюючими штаммами бактерій. Для своєчасного застосування природоохоронних заходів щодо зниження рівня нафтового забруднення та зменшення негативного впливу на біотичну складову ґрунтових екосистем досліджено закономірності геофільтрації нафти.

Отже, кінетика поширення нафтопродуктів у ґрунті визначається параметрами нафти, ґрунту і зовнішнього середовища на етапах фізико-хімічної і біохімічної трансформації речовин, адсорбції ґрунтовими агрегатами та фільтрації у поровому просторі.

Література

1. Забелина О. Н. Оценка экологического состояния почвы городских рекреационных территорий на основании показателей биологической активности (на примере г. Владимира): 03.02.08 – экология (биология): дисс. на соискание ученой степени кандидата биологических наук / О.Н.Забелина. – Владимир, 2014. – 147 с.
2. Сулейманов Р. Р. Влияние нефтяного загрязнения на динамику биохимических процессов чернозема обыкновенного (Оренбургская область) / Р.Р. Сулейманов, Т.С. Шорина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1. – С. 240–243.
3. Меньших С. А. Исследование почвенных экосистем на содержание тяжелых металлов / С. А. Меньших // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства: материалы 6-й международной научно-технической конференции (Омск, 25-30 апреля 2016 г.). – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2016. – С. 229–230.
4. Мерициди И. А., Ивановский В. Н., Прохоров А. Н. Техника и технология локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Под ред. И. А. Мерициди. – СПб.: Профessional, 2008. – 824 с.
5. Миграция нефтяных углеводородов в профиле прирусловых пойменных почв / И. Р. Галинуров, А. М. Сафаров, Ф. Х. Кудашева и др. // Вестник Башкирского университета. – 2011. – Т. 16. – №1. – С. 47–52.
6. Особенности вертикального распределения углеводородов в почвенных субстратах / Е. М. Анчугова, М. Ю. Маркарова, Т. Н. Щемелинина, В. В. Володин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12. – №1(5). – С. 1203–1207.
7. Воеводина Т. С. Влияние нефти на химические свойства чернозема обыкновенного Южного Предуралья / Т. С. Воеводина, А. М. Русанов, А. В. Васильченко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – №10 (185). – С. 157–161.
8. Gradova N. B. Use of Bacteria of the Genus *Azotobacter* for Bioremediation of Oil-Contaminated Soils / N. B. Gradova, I. B. Gornova, R. Eddaudi // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2003. – Volume 39. – Issue 3. – P. 279–281.

9. Деградация фенантрена бактериями родов *Pseudomonas* и *Burkholderia* в модельных почвенных системах / И. Ф. Пунтус, А. Е. Филонов, Л. И. Ахметов и др. // Микробиология. – 2008. – № 1. – С. 11–20.
10. Ленёва Н. А. Деградация фенантрена и антрацена бактериями рода *Rhodococcus* / Н. А. Ленёва, М. П. Коломыцева, Б. П. Баскунов, Л. А. Головлёва // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – № 2. – С. 188–194.
11. Молокова Н. В. Использование комбинированных математических моделей при постановке задачи идентификации процесса нефтезагрязнения пористой среды / Н. В. Молокова, Т. В. Мальцева // Ашировские чтения: Сб. трудов Международной научно-практической конференции. Том II. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – С. 360–371.

IMPROVEMENT OF THE ENVIRONMENTAL PROTECTION SYSTEM AT ENTERPRISES OF THE BAKERY INDUSTRY

Zatserklyany M.

Odessa National Academy of Food Technologies
9/11, Tinista Str., 65009, Odessa
doczmm@ukr.net

The main factors of the influence of the production processes of enterprises of the bakery industry on the state of the environment are given. It is shown that the effect is on atmospheric air, water resources, lithosphere and human health. The ways of solving the problem of environmental protection and working areas of industrial premises of the enterprises of the branch are proposed. *Keywords:* branch of bakery products, atmospheric air, dust, environmental protection, apparatus.

Удосконалення системи охорони довкілля на підприємствах галузі хлібопродуктів. Зацеркляний М.М. Наведено основні фактори впливу виробничих процесів підприємств галузі хлібопродуктів на стан навколишнього середовища (атмосферне повітря, водні ресурси, літосфера і здоров'я людини). Запропоновано шляхи вирішення проблеми охорони навколишнього середовища і робочих зон виробничих приміщень підприємств галузі. *Ключові слова:* галузь хлібопродуктів, атмосферне повітря, пил, охорона довкілля, апарати.

Совершенствование системы охраны окружающей среды на предприятиях отрасли хлебопродуктов. Зацеркляний М.М. Приведены основные факторы влияния производственных процессов предприятий отрасли хлебопродуктов на состояние окружающей среды. Показано, что воздействие осуществляется на атмосферный воздух, водные ресурсы, литосферу и здоровье человека. Предложены пути решения проблемы охраны окружающей среды и рабочих зон производственных помещений предприятий отрасли. *Ключевые слова:* отрасль хлебопродуктов, атмосферный воздух, пыль, охрана окружающей среды, аппараты.

Grain is the most important product of agriculture, which is the main source of human nutrition, a forage base of live-stock, poultry, raw material for technical production, etc. In Ukraine, as one of the main producers of grain and a leading grain trader in the Eastern European and Asian markets, in 2016 more than 50 million tons of grain were grown and harvested.

All technological processes at the enterprises of the field of bakery products (reception, transportation, transfer, cleaning, drying, dry methods of preparation of

grain and its processing) are accompanied by intense dust formation with loss of production due to mechanical spraying.

The production processes of the bakery enterprises significantly affect the state of the environment: atmospheric air pollution by dust emissions, water during the wet method of preparing the grain for processing and the formation of various types of industrial waste entering the lithosphere.

The activity of enterprises can also lead to a deterioration of the ecological

condition of the adjacent territories and create explosive situations.

Therefore, ensuring effective air purification from dust at these enterprises is of paramount importance.

Among the scientists who studied the problems associated with the analysis of the current state of environmental safety at the objects of the bakery industry and the development of the design of air purification apparatus from dust, capable of capturing fine particles of dust in a high efficiency and with minimal energy and metal consumption, it should be noted B. Batluka [2], G. Bondareva [3], O. Gopanyuk [4], O. Dzyadio [5], Y. Dmitrukuk [6], V. Shmandia [9] from the Odessa National Academy of Food Technologies, Lviv State University of Life Safety, Kremenchuk National University named after Mikhail Ostrogradsky.

The objective of the work is to develop measures aimed at reducing the level of environmental hazard from the dust emissions of enterprises of the bakery industry through the improvement of dust treatment equipment.

To achieve the goal the following tasks are focused:

- study of characteristics of mineral and organic origin dust of enterprises of the industry depending on the production activity type;

- establishing the regularity of dust distribution in the middle of the production premises of enterprises and beyond;

- development of the design of devices for air purification from dust, capable of high-efficiency and with minimal energy and metal costs, to catch finely dispersed fractions of grain dust.

Results

Due to the lack of information on the dispersed dust composition of the bakery industry, five elevators were inspected (Odessa Port Elevator, Odessa Integrated Plant, Kulindorovsk Integrated Plant, Berezovsk and Izmail elevators in the Odessa region). Samples were taken at different points of dust removal technological schemes – from the receipt of grain to the enterprises before loading it into silos. For a wider examination of the results of the study and comparison, the indices of kaolin, quartz and flour dust, having different degrees of dispersion, median size, volume mass, ash content (Table 1) were also determined.

Table 1

Characteristics of dust

Investigated dust	Ash contents, Z, %	Humidity, W, %	Bulk mass, γ , kg/m ³	Median size, δ_{50} , μm	Degree of dispersion, $\sigma = \frac{\delta_{50}}{\delta_{16}}$
kaolin	98,5	0,5	2480	-	-
1- cereal	28,6	8,5	1660	8	2,00
2- cereal	28,5	8,5	1660	8	2,50
3- cereal	29,2	8,0	1670	10	2,50
4- cereal	28,4	8,5	1680	8	2,00
5- cereal	29,1	8,0	1660	8	2,50
quartz	99,0	0,5	2500	8	3,80
floury	0,5	13,4	1370	46	2,05

According to the dust samples used in experimental studies, the data of the sieve area of dust particles greater than 110 μm were obtained, which in the taken samples were from 50 to 95% and were described by the equation:

$$D=a+b\delta-ce^{-\kappa\delta},$$

where a , b , c , κ – coefficients that are determined experimentally, depending on the location of dust removal, the type, moisture and the nature of the pre-processing of grain. In the pidsitic area (particle sizes less than 110 μm), the dispersed composition of the dust samples obeys the log-normal distribution law. It was important to establish the laws of the distribution of dust in the middle of the production premises of enterprises and beyond.

In the air of the working area of industrial premises, the grain dust concentration should not be more than 4 mg/dm³, flour – 6 mg/dm³, since such a dust has a negative effect on the health of the attendants and causes the occurrence of fires and explosions in the grain receiving and grain processing enterprises and the inflow into the environment contaminates it.

Part of the grain dust is in a bound state, that is, in normal conditions, it does not separate from the grain surface, laying in, for example, in the grooves of the grain and shells. In the process of moving and purifying grains separation from the surface of grain of mineral and organic particles occurs. Particularly significant amounts of dust formation are observed when air is blown by a layer of grain (active ventilation) and when used for moving grain of pneumatic transport and aerosols). A dust cloud consisting of large particles (a straw, a shell of grain) is formed, a rapidly settling, much

more stable dust cloud formed by small, slowly depositing particles.

Gross emissions of dust in the atmospheric air from grain-processing enterprises and elevators consist of total amount of dust from technological and transport equipment.

The amount of dust coming from the transport and process equipment is equal to the total amount of dust from the dust collectors of the aspiration and pneumatic conveying units serving this equipment [4].

The concentration of dust in the air, which is deducted from the equipment of elevators, is given in Table 2.

Table 2

The average concentration of dust in the air, which coming from different types of elevator equipment

Aspirates equipment	Concentration of dust in air coming from equipment mg/dm ³
Acceptance of grain from railway transport	1,3
Elevator boot	2,0
Bulk trays of under-carriage conveyors	0,6
Bulk trays of over-bearing conveyors	1,5
Discharge boxes of under-carriage conveyors	2,0
Automatic scales, undercarriage and overhead bunkers, elevators heads	1,2
Swivel wheels, over-separator bins	0,6
Tire trucks	0,7
Chain ocnveyors	0,8
Pneumatic conveyor of waste	3,0
Air sieve separators	3,0

Air, which is removed by ventilation systems, before being released into the atmosphere should be purified from dust with the maximum possible techno-economic completeness. The degree of air purification from dust is determined by the permissible residual content of dust in the air after cleaning, as well as technical and economic considerations (in the case if the dust is of some value and can be used for useful purposes and fully or partially covers the cost of air purification).

Reducing the amount of pollutants releasing into the environment from the enterprises of the sector of grain products and determining their level of environmental impact is an urgent problem of the present, it has ecological, social and national economic significance. The development of new technologies for the processing of grain materials with advanced and new methods and means of dust purification will allow them to be designed with pre-forecasted parameters and is an actual scientific and practical task, the solution of which will help reduce the amount of man-caused pollution, increase the level of environmental safety of the objects, the region and the state.

The existing devices of aspiration systems are morally obsolete and technically worn out and are no longer able to provide an adequate degree of air purification from dust, which needs improvement. There was a contradiction: on the one hand – the potential of the purification systems should be substantially increased, and on the other hand, difficulties in implementing these opportunities have increased due to the operational capabilities of the equipment. Complicating the dust removal systems while simultaneously increasing the

requirements for the efficiency of their operation requires taking certain measures to develop high-efficiency dust-collecting apparatus [7, 8, 9].

According to the results of the analysis of information and the practical assessment of the conditions for the formation of environmental hazards during the implementation of technological processes on grain elevators, the need to purify the air of working areas from grain dust by creating new constructions of dust-collecting equipment has been proved.

Accordingly, a new improved device for separating impurities from the air environment has been developed in which, by introducing a cyclone device at the inlet of the airflow of the charging pocket of the cylindrical body, additionally provided with a bulk filtering granular backfill with a screw and a driving mechanism for moving it, almost complete separation of impurities from gases, increased reliability during operation and efficiency of cleaning gas emissions from pollutants [1].

Conclusions

The analysis of the dust of the bakery industry enterprises showed that its properties depend on the type of production activity, and the concentration – from aspiration equipment.

It is established that the dustiness of the air in industrial premises of the enterprises of the industry is affected by the sealing of transport and technological equipment, the design, the state and modes of operation of the equipment operating devices, the efficiency of aspiration systems and the production culture.

Research has allowed the development of devices for cleaning air from

dust, which are highly efficient and with minimal energy and metal consumption, trap small-grain fractions of grain dust.

Based on the results of the analysis of published sources and the practical evaluation of the conditions for the formation of an environmental hazard in the implementation of technological processes at grain elevators, it is proved necessary to carry out further studies of the cleaning of air in working areas from grain dust and the creation of new designs for new dust collection equipment.

Tasks for further research and development:

- definition of optimal parameters of the design of apparatus for catching pollutants from the air, which is deduced from transport and technological equip-

ment of the enterprises of the field of bakery products;

- development of new types of equipment and methods of engineering calculation of non-dusting systems for production premises of bread making and flour mills, which would allow to improve the systems of atmospheric air protection;

- search for more efficient means of combating atmospheric air pollution in industrial premises of the industry;

- substantiation of the scheme of analysis of aerodynamic processes within the proposed dust collectors, which will enable to determine the efficiency of separation of solid impurities;

- creation of a system for monitoring the parameters of the atmosphere in the zone of location of the enterprises of the sector of bakery products.

References

1. А. С. 1599044 СССР, МКИЗ В 01 D 21/00. Устройство для отделения примесей / М.М. Зацеркляный, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич и В.А. Квантидзе – №4603232/31-26; заявл. 09.11.88; опуб. 15.10. 90. Бюл. №38.
2. Батлук В.А. Наукові основи створення високоефективного пиловловлюючого обладнання / Дис. д-ра техн. наук: 05.05.02. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2001. – 370 с.
3. Бондарев Г.К. Исследование циклонов с целью улучшения обеспыливания воздуха на зерновых элеваторах / Автдис. канд. техн. наук: 05.02.14. – Одесса: "ОТИ", 1974. – 12 с.
4. Гопанюк О.І. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна / Є.А. Дмитрук, О.І. Гапонюк та інші. – Київ, Одеса: Друкарський дім, 1995. – 131 с.
5. Дзядзио А.М. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий. (Узд. 3-е, доп. и перераб.). Под ред. А.М. Дзядзио. – М.: Колос, 1974. – 400с. (А.В. Панченко, А.М. Дзядзио, А.С.Кеммер, Л.И. Котляр, Г.Ф. Костюк).
6. Дмитрук Е.А. Борьба с пылью на комбикормовых заводах – М.: Агропромиздат, 1987. – 85 с.
7. Желібо Є.П. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посібник / Є.П. Желібо, Д.В. Анопко, В.М. Буслик, М.А. Овраменко, Л.С. Петрик, В.П. Пирч – К.:Кондор, 2005. – С.415.
8. Шалугін В.С, Шмандій В.М. Процеси та апарати промислових технологій: Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.
9. Шмандій В.М., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищепа А.М., Бахарев В.С., Харламова О.В. Екологічна безпека: Підручник. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 366 с.

ДООЧИСТКА МОЮЩИХ РАСТВОРОВ ПОСЛЕ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ

Букатенко Н.А.

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
ул. Кирпичова, 2, 61002, г. Харьков
bukanya75@gmail.com

На поверхности автомобиля в условиях эксплуатации накапливаются мелкие частицы пыли, песка, сажи, солей, органических соединений. Многочисленными исследованиями доказано, что удалить эти загрязнения возможно лишь с помощью специальных моющих растворов. Отработанные моющие растворы после мойки автомобилей содержат взвешенные вещества, нефтепродукты и синтетические поверхностно-активные вещества. Проведены экспериментальные исследования по доочистке моющих растворов методом электрокоагуляции. *Ключевые слова:* моющие растворы, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества, метод электрокоагуляции.

Доочищення миючих розчинів після миття автомобілів методом електрокоагуляції. Букатенко Н.О. На поверхні автомобіля в умовах експлуатації накопичуються дрібні частки пилу, піску, сажі, солей, органічних сполук. Численними дослідженнями доведено, що видалити ці забруднення можливо лише за допомогою спеціальних миючих розчинів. Відпрацьовані миючі розчини після миття автомобілів містять зважені речовини, нафтопродукти та синтетичні поверхнево-активні речовини. Проведені експериментальні дослідження по доочищенню миючих розчинів методом електрокоагуляції. *Ключові слова:* миючі розчини, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини, метод електрокоагуляції.

The pre-purification of detergent solutions after wash of automobiles the method of electro coagulation. Bukatenko N. On automobile in the exploitation are accumulated the particles of dust, sand, carbon, salt, organic compound. These contaminations of automobile surface to remove of special detergent solutions are proved scientifically. Exhaust detergent solutions after wash of automobiles are contained of suspended substances, petroleum products and synthetic surface-active substances. The experiments on the pre-purification of detergent solutions the method of electro coagulation are given. *Keywords:* cleaning solutions, oil products, synthetic surface-active substances, electrocoagulation method.

В условиях возрастающих требований к экологической безопасности на многочисленных автомобильных мойках необходимо проведение целенаправленных работ по сокращению водопотребления и ресурсосбережению дефицитной пресной воды

хозяйственно-питьевого качества. На автомойках Украины ежедневно расходуется около 30 000 м³ питьевой воды, прошедшей дорогостоящую обработку на водопроводных станциях или подаваемой из артезианских скважин. За год расход воды на

городских мойках и автомойках предприятий достигает около 10 млн м³. Поэтому большое значение приобретает разработка и внедрение замкнутых систем водоснабжения, создание которых позволит снизить штрафы, защитить водные объекты от загрязнения, значительно сократить объемы забираемой из них питьевой воды, что приобретает особенно важное значение для регионов Украины, где испытывается дефицит в пресной воде.

Состав сточных вод после мойки автомобилей

Автотранспорт эксплуатируется в различных атмосферных, дорожных и климатических условиях, которые в основном определяют характер и степень загрязнения наружной поверхности автомобиля, которая покрывается мельчайшими частицами атмосферной и дорожной пыли с остатками горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей на нефтяной и синтетической основах, образуя масляно-грязевые загрязнения продуктов неполного сгорания горючего [1].

Исследованиями доказано, что удалить эти частицы можно лишь с помощью специальных моющих растворов (МР), отечественного и импортного производства (моющие средства и автошампуни), в составе синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ).

Таким образом, основными загрязняющими компонентами в МР после мойки автомобилей являются: взвешенные вещества (ВВ), к которым относятся углерод технический (сажа), глина, двуокись кремния, цемент глиноземистый и нефтепродукты (дизельное топливо, смазочное

масло, бензин, масло моторное автомобильное для карбюраторных двигателей) и СПАВ.

Для определения влияния изучаемых СПАВ на процессы очистки воды от примесей проведены лабораторные исследования на МР с имитацией процесса мойки автомобиля. Учитывали, что в такие растворы кроме СПАВ попадают частицы глины, песка, почвы, отработанное смазочное масло, бензин. Количество загрязняющих примесей может изменяться в широком диапазоне, однако из всего этого многообразия можно выделить группу веществ, которые являются доминирующими – ВВ, нефтепродукты (НП), СПАВ [2].

При проведении исследований моющих растворов ограничились средним количеством основных загрязняющих веществ в растворах, включающих пять различных типов СПАВ (НсрВсрСср_н) [3, 4].

В эксперименте использовались СПАВ, которые наиболее часто применяются для приготовления моющих средств технического назначения, и компоненты, входящие в состав этих моющих средств в наибольшем процентном соотношении. Использовались типы СПАВ: С₁ – натриевая соль вторичных С₁₀-С₁₈ алкилсульфатов; С₂ – Лабомид 101; С₃ – Синтаид-5; С₄ – натриевая соль вторичных С₁₀-С₁₈ алкилсульфатов + 12% моноэтаноламина; С₅ – соль триэтаноламина [2]. Таким образом, получилось пять разных МР: НсрВсрСср₁, НсрВсрСср₂, НсрВсрСср₃, НсрВсрСср₄, НсрВсрСср₅ со СПАВ и для сравнения исследовали один МР без СПАВ НсрВср.

Результаты доочистки моющих растворов после мойки автомобилей

Исследования эффективных способов доочистки сточных вод (СВ) автотранспортных предприятий показали, что наиболее рационально для этих целей применять электрохимические методы – электрокоагуляцию, электрофлотацию. При постоянном применении синтетических моющих средств, например, на моечных постах станций технического обслуживания и ремонтных автомобилей, электрохимический метод очистки следует применять в качестве основного [5].

Для доведения МР до уровня требований, позволяющих сбрасывать эти растворы в городскую канализацию, проведены исследования их доочистки методом электрокоагуляции [6].

Растворы подвергали электрокоагуляции в течение от 1 до 6 минут с интервалом времени 1 минута и плотностью тока 0,0285 А/см². По окончании электрокоагуляции растворы отстаивались в течение различных периодов времени.

Результаты полученных исследований приведены в табл. 1, 2 и 3. Из таблиц видно, что тенденция изменения содержания НП, ВВ и СПАВ с увеличением времени электрокоагуляционной обработки и времени отстаивания для всех изучаемых растворов аналогична: содержание этих веществ в растворах уменьшается. Причем, уменьшение особенно значительно происходит в начальные моменты электрокоагуляционной обработки, а затем, с увеличением времени электрокоагуляции, снижение растворенных примесей в растворах происходит плавно и после времени электрокоагуляции около 3–4-х минут и периода отстаивания 22 часа оно практически не изменяется. Однако, все изученные растворы после этого периода отстаивания не удовлетворяют требованиям к составу производственных СВ, сбрасываемых в городскую канализацию.

Таблица 1

Зависимость содержания НП, ВВ и СПАВ для растворов НсрВсрСср₁ и НсрВсрСср₂ от времени электрокоагуляции после периодов отстаивания 22 и 44 часа

Время электро-коагуляции, мин	Раствор НсрВсрСср ₁			Раствор НсрВсрСср ₂		
	Концентрация, мг/дм ³					
	НП	ВВ	СПАВ	НП	ВВ	СПАВ
	после 22 часов					
0	98,60	42,00	0,03	55,40	46,00	0,02
1	28,41	22,38	0,01	10,04	17,95	менее 0,01
2	19,82	18,61	менее 0,01	7,17	12,82	
3	18,73	18,22		6,28	11,22	
4	17,91	18,01		5,74	10,26	
5	17,06	17,93		4,66	8,33	
6	16,83	17,86		4,52	8,13	
	после 44 часов					
0	98,60	42,00	0,03	55,40	46,00	0,02

Окончание таблицы 1

1	14,48	13,64	менее 0,01	6,46	11,54	менее 0,01
2	5,66	5,81		6,09	7,35	
3	4,05	3,68		4,48	5,61	
4	2,52	2,34		1,64	2,88	
5	1,80	1,70		0,89	1,60	
6	0,92	1,05		0,82	1,55	

Сравнение растворов, содержащих в своем составе СПАВ показало, что снижение в них НП в процессе электрокоагуляции происходит не равномерно. Так, при начальной концентрации НП 55,40 мг/дм³ у раствора НсрВсрСср₂, содержащего в своем составе в качестве СПАВ Лабомид-101, снижение концентрации НП после электрокоагуляционной обработки в течении 6 мин происходит до 4,52 мг/дм³. В то же время у раствора НсрВсрСср₄, содержащего в качестве СПАВ натриевую соль вторичных C₁₀–C₁₈ алкилсульфатов + 12% моноэтаноламина при исходной концентрации НП 77,90 мг/дм³, сни-

жение концентрации этих веществ происходит при одинаковом времени электрокоагуляции и одинаковом периоде отстаивания – до 2,62 мг/дм³. Следовательно, натриевая соль вторичных C₁₀–C₁₈ алкилсульфатов + 12% моноэтаноламина оказывает более благоприятное воздействие на очистку МР от содержания в нем НП в процессе электрокоагуляции. Что касается других изучаемых растворов, то сравнительную оценку их по этому показателю трудно проводить, поскольку исходное содержание в растворах НсрВсрСср₁ и НсрВсрСср₅ НП значительно больше, чем у сравниваемых.

Таблица 2

**Зависимость содержания НП, ВВ и СПАВ для растворов
НсрВсрСср₃ и НсрВсрСср₄ от времени электрокоагуляции
после периодов отстаивания 22, 44 и 68 часов**

Время электро-коагуляции, мин	Раствор НсрВсрСср ₃			Раствор НсрВсрСср ₄		
	Концентрация, мг/дм ³					
	НП	ВВ	СПАВ	НП	ВВ	СПАВ
	после 22 часов					
0	77,70	36,00	0,03	77,90	31,00	0,13
1	7,56	10,43	менее 0,01	8,38	9,61	0,01
2	5,68	7,82		6,42	8,65	
3	3,78	5,21		5,26	7,74	
4	3,36	4,68		4,75	5,76	
5	3,15	4,52		3,98	4,88	
6	3,05	4,30		2,62	4,02	
	после 44 часов					
0	77,70	36,00	0,03	77,90	31,00	0,13

Окончание таблицы 2

1	2,73	3,76	не обнаружены	2,53	2,87	менее 0,01
2	2,52	3,47		2,13	2,68	
3	2,10	2,89		1,70	2,21	
4	1,89	2,61		1,49	2,01	
5	1,68	2,42		1,28	1,72	
6	1,60	2,32		1,28	1,72	
	после 68 часов					
0	77,70	36,00	0,03	77,90	31,00	0,13
1	1,47	2,03	не обнаружены	1,49	2,01	не обнаружены
2	1,26	1,74		1,26	1,63	
3	1,05	1,48		1,06	1,23	
4	1,05	1,45		1,06	1,05	
5	0,84	1,26		0,84	0,86	
6	0,80	1,16		0,64	0,86	

Сравнительная оценка изученных растворов, содержащих в своем составе СПАВ, показывает, что и снижение концентрации у них ВВ в процессе электрокоагуляции также происходит неравномерно. Так, при начальной концентрации 46,00 мг/дм³ этих веществ у раствора НсрВсрСср₂, содержащего в своем составе Лабо-мид-101, снижение концентрации ВВ после электрокоагуляционной обработки происходит до 8,13 мг/дм³. У растворов НсрВсрСср₃, содержащего Синтамид-5, и НсрВсрСср₄, содержащего в качестве СПАВ натриевую соль вторичных С10 – С18 алкил-сульфатов + 12% моноэтаноламина, при исходных концентрациях ВВ соответственно 36,00 и 31,00 мг/дм³, это снижение концентрации составляет 4,30 и 4,02 мг/дм³. Следовательно, присутствие в растворе в качестве СПАВ Лабомида-101, при электрокоагуляционной обработки МР, менее благоприятно сказывается на процесс очистки его как от содержания НП, так и от ВВ.

Численные значения табл. 1, 2 и 3 по содержанию НП и ВВ растворов,

содержащих изучаемые СПАВы, и раствора НсрВср без СПАВ показывают, что наличие в изучаемых растворах СПАВ в большинстве случаев не ухудшает процесс очистки растворов от растворимых примесей электрокоагуляцией. Исключением можно считать растворы НсрВсрСср₁, содержащий в своем составе в качестве СПАВ натриевую соль вторичных С₁₀–С₁₈ алкилсульфатов, и НсрВсрСср₅, содержащий соль триэтаноламина. Но у этих растворов начальное содержание растворимых НП гораздо больше, чем у раствора без СПАВ, соответственно, равными 98,60 и 180,40 у растворов со СПАВ против НП 31,50 мг/дм³ у раствора без СПАВ.

Зависимость всех изучаемых растворов от периодов отстаивания, приведенная в этих же таблицах, показывает, что с увеличением времениотстаивания концентрация растворимых примесей при одной и той же электрокоагуляционной обработки снижается. Для получения необходимой степени очистки оптимальное время отстаивания для

Таблица 3

**Зависимость содержания НП, ВВ и СПАВ для растворов
НсрВсрСср₅, НсрВср от времени электрокоагуляции
после периодов отстаивания 22 и 44 часов**

Время электроко- агуляции, мин	Раствор НсрВсрСср ₅			Раствор НсрВср	
	Концентрация, мг/дм ³				
	НП	ВВ	СПАВ	НП	ВВ
	после 22 часов				
0	180,40	36,00	0,02	31,50	36,00
1	39,83	22,66	менее 0,01	10,00	26,99
2	31,88	19,62		8,25	22,25
3	29,40	18,59		7,98	21,52
4	28,90	18,00		7,71	20,79
5	28,47	17,52		7,25	19,55
6	28,00	15,05		7,05	19,05
	после 44 часов				
0	180,40	36,0	0,02	31,50	36,00
1	14,55	8,95	не обнаружено	3,65	9,85
2	10,20	7,05		2,59	8,03
3	6,82	4,57		2,07	6,93
4	4,25	3,12		1,48	5,47
5	2,52	2,28		1,12	3,55
6	0,93	1,15		0,76	2,04

растворов НсрВсрСср₁, НсрВсрСср₂, НсрВсрСср₅, НсрВср составляет от 22 до 44-х часов, а для растворов НсрВсрСср₃ и НсрВсрСср₄ оно должно быть большим.

Приведенные в табл.2 значения для растворов НсрВсрСср₃ и НсрВсрСср₄ после электрокоагуляции в течении 6 мин и после отстаивания в течении 68 часов показывают, что с увеличением времени отстаивания концентрации всех растворенных примесей в очищаемых растворах, при одном и

том же времени электрокоагуляции, снижается примерно в два раза.

Выводы

Результаты экспериментальных исследований, свидетельствуют о том, что все типы моющих растворов после электрокоагуляционной доочистки удовлетворяют требованиям к составу производственных сточных вод, сбрасываемых в городскую канализацию с предприятий и организаций города Харькова.

Литература

1. Бедрик, Б. Г. Растворители и составы для очистки машин и механизмов / Бедрик Б. Г., Чулков П. В., Калашников С. И. – М.: Химия, 1989. – 176 с.
2. Букатенко, Н. А. Исследование отработанных моющих растворов после мойки автомобилей / Н. А. Букатенко // Науковий вісник будівництва. – Х., 2001. – Вип. 15. – С. 279–282.

3. Основы научных исследований [Текст] / [Глущенко И. М., Пинскер А. Е., Полянчиков О. И., Трикило А. И.]. – К.: Вища школа, 1983. – 158 с.
4. Бондарь А. Г. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры) / Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. – К.: Вища школа, 1980. – 264 с.
5. Молодов, П. В. Разработка и внедрение в производство оборотной системы водоснабжения автотранспортных предприятий: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.04 „Водоснабжение, канализация” / П. В. Молодов. – Л., 1984. – 16 с.
6. Букатенко, Н.А. Усовершенствование процессов мойки автомобилей с обеспечением экологической безопасности и рационального использования водных ресурсов: дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: 21.06.01 / Букатенко Н. А. – Х., 2009. – 164 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТРОДУКЦІЇ СУБТРОПІЧНИХ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ ТА РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Красовський В.В.¹, Панченко О.О.²

¹Хорольський ботанічний сад
вул. Кременчуцька 1/79, офіс 46, м. Хорол, Полтавська обл.
horolbotsad@gmail.com;

²Полтавський обласний центр з гідрометеорології
вул. Зигіна 1, м. Полтава
sinpoltava@meteo.gov.ua

Досліджено процеси інтродукції окремих видів субтропічних плодових культур у Лісостепову зону України, їх адаптаційну здатність, особливості агротехніки вирощування рослин у нових умовах середовища та кліматичних змін. *Ключові слова:* інтродукція, субтропічні культури, Лісостеп України, адаптація, потепління клімату.

Перспективы интродукции субтропических плодовых культур в лесостепи Украины в контексте глобальных и региональных изменений климата. Красовский В.В., Панченко Е.А. Исследованы процессы интродукции отдельных видов субтропических плодовых культур в Лесостепную зону Украины, их адаптационную способность, особенности агротехники выращивания растений в новых условиях среды и климатических изменений. *Ключевые слова:* интродукция, субтропические культуры, Лесостепь Украины, адаптация, потепление климата.

The perspectives of subtropical fruit crops in the forest-steppe zone in the context of global and regional changes of climate. Krasovsky V., Panchenko O. The processes of introduction of certain types of subtropical fruit crops in the Forest-steppe zone of Ukraine, their adaptive capacity, peculiarities of agricultural cultivation in new environmental conditions and climate change are investigated. *Keywords:* introduction, subtropical cultures, forest-steppe of Ukraine, adaptation, warming of the climate.

Інтродукція рослин – невід’ємна умова розвитку людського суспільства через процес залучення нових видів рослин у змінені умови середовища. Колекціонування, збереження та збагачення видів з корисними властивостями місцевої та світової флори здійснюються у ботанічних

садах як мережі науково-дослідних природоохоронних установ та інтродукційних центрів.

Хорольський ботанічний сад новостворена науково-дослідна природоохоронна установа (функціонує з 2011 р.), яка досліджує інтродукцію субтропічних плодових культур.

З цією метою на площі 0,26 га створено окрему ботанічну колекцію сад субтропічних плодових культур.

Постановка проблеми

Історію інтродукції деревних рослин в Україні умовно поділяють на два етапи: перший – з давніх часів до початку 19 ст.; другий – 19-20 ст. Перший етап, розпочався у доісторичні часи і включає освоєння рослин місцевої флори шляхом окультурення та їх інтродукції з інших районів, становлення культури. На другому етапі з 19 ст. з'явилися ботанічні сади й дендропарки, які інтенсифікували інтродукційний процес. Наслідком інтродукції в Україні є понад 760 іноземних видів плодових рослин, що майже утричі більше за кількість аборигенних видів з їстівними плодами [1].

У більшості країн субтропіків цитрусові культури, субтропічні та деякі тропічні види є основними продовольчими та експортними культурами. У той же час у деяких видів – азиміни трилопатевої (*Asimina triloba* (L.) Dunal) з родини Анонові (Annonaceae DC.), гранатника зернястого (*Punica granatum* L.) з родини Плакунові (Lythraceae J.St-Hil.), зизифуса справжнього (*Zizyphus jujuba* Mill.) з родини Жостерові (Rhamnaceae R. Br.), інжиру звичайного (*Ficus carica* L.) з родини Шовковицеві (Moraceae Link), мигдалю звичайного (*Amygdalus communis* L.) з родини Розові (Rosaceae Juss.), хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.) з родини Ебенові (Ebenaceae Guer.), не дивлячись на їх субтропічне чи тропічне походження, виробився глибокий зимовий спокій [8, 9]. Саме таку їх властивість використовують для доповнення видового складу плодових

культур помірного кліматичного поясу, в тому числі й Лісостепу України, де і здійснено дослідження [3].

Інтродукція рослин базується на фундаментальних дослідженнях різних напрямків природознавства і є складовою експериментальної ботаніки. Інтродукція рослин має багато власних теоретичних обґрунтувань, що сприяє оптимізації інтродукційного процесу [4-6, 9].

Одним з важливих етапів інтродукції рослин є дослідження біоекологічних властивостей виду, способів їх розмноження та вирощування. При інтродукції субтропічних видів заслуговує на увагу і факт застосування агротехнічних заходів захисту рослин у зимовий період. В останні роки виняткового значення в інтродукційному процесі набуває і фактор глобальних змін клімату, найчіткішим проявом яких є підвищення глобальної температури поверхні планети – одного з основних кліматоутворюючих чинників [2, 7].

Науковими дослідженнями встановлено, що клімат Землі протягом 20 ст. зазнав значних змін, найчіткішим проявом яких є підвищення глобальної температури поверхні планети – одного з основних кліматоутворюючих чинників. Особливо помітним є глобальне потепління наприкінці 20 і на початку 21 ст, яке зумовило збільшення кількості глобальних кліматичних змін на земній кулі і призвело до істотного перетворення регіональних кліматів. На основі дослідження змін клімату, що базуються на вивченні великомасштабної атмосферної циркуляції з року в рік протягом 100-річного періоду одержано дані про перетворення сучасного клімату України з усім комплексом погодних умов у

часі й просторі. Проявом цих змін є, передусім, переміщення центрів дії атмосфери на Сході у межах 20°. Таке зміщення призвело до того, що замість впливу сибірського антициклону взимку, на регіони України і взимку і влітку почав впливати субтропічний максимум. Внаслідок змін атмосферної циркуляції повітря на території України в усі сезони року погодні умови визначає переважно область високого тиску субтропічного походження. Під впливом сучасної циркуляції помітно підвищилась температура повітря, особливо взимку: холодне повітря Сибіру в останні два десятиріччя практично не досягає території України, тому й не створюються стійкі морозні погодні умови. Температурний режим став виразно нестійким, сильні похолодання не припинились, але стали короткочасними [2].

Відомо, що за успішної інтродукції будь-якого виду в умовах, що забезпечують виживання, істотно збільшується його формове різноманіття, яке має значення для практичної селекції. Науково доведено, що найбільш дієвим способом інтродукції рослин є вирощування їх з насіння та пересіву насіння в кількох поколіннях, адже за рахунок гібридизаційних процесів забезпечується найкраща адаптація до змінених умов середовища. Тому відбір нових форм культурних рослин перспективніший в інтродукційних популяціях. Іншим шляхом підвищення стійкості рослин може бути пошук фактів мутаційної клонованої мінливості при вегетативному розмноженні [9]. Це дозволяє повною мірою використовувати адаптаційний потенціал інтродуцентів, але адаптаційна здатність видів зумовлена генетично-детермінованими межами.

Тому слід брати до уваги що у сучасних умовах при перенесенні рослин з Півдня на Північ їх виживання певною мірою може забезпечувати зміни клімату, які більш помітно в останні десятиріччя проявляються як на глобальному так і регіональному рівнях. Отже при здійсненні інтродукції субтропічних видів актуальним є і дослідження температурного режиму клімату місцевості, де вони вводяться.

Методи досліджень

Матеріалом для роботи служили метеорологічні показники температурного режиму клімату Полтавської області (1961-2016 рр.) та дані інформаційних джерел щодо висвітлення сучасних понять глобальних та регіональних змін клімату.

Методи досліджень – збір та групування деяких експериментальних спостережень, узагальнення, літературний пошук.

Результати та їх обговорення

Відомо, що інтродукція рослин здійснюється на регіональному рівні і її успіх визначається як біоекологічними особливостями виду, так і природно-кліматичними умовами місцевості, де вводяться рослини. Останні являють собою сукупність усіх кліматичних та ґрунтових факторів регіону. Одним із основних лімітуючих факторів середовища виступає середня температура повітря та абсолютний мінімум. Якщо інтродукція здійснюється перенесенням рослин з Півдня на Північ, а у випадку інтродукції субтропічних видів у Лісостеп України саме таким шляхом, то в інтродукційному процесі слід враховувати як виклики теперішніх змін клімату, так і очікувані зміни.

Полтавська область розташована в центральній частині України між $50^{\circ}33'18''$ і $48^{\circ}44'36''$ пн.ш. та $32^{\circ}05'20''$ і $35^{\circ}29'33''$ сх.д. і за геоботанічним районуванням України (1977) майже вся її територія належить до Лівобережно-Придніпровської провінції, Східно-Європейської провінції, Європейсько-Сибірської Лісостепової області. Отже, природно-кліматичні умови території Полтавської області можна розглядати як типові для лісостепової зони України.

Протяжність території з півночі на південь 213,5 км, з північного заходу на південний схід – 259 км. Загальна площа області становить 28,8 тис.кв.км. На півночі межа проходить з Чернігівською та Сумською областями, на північному заході – з Київською, на заході – з Черкаською, на південному заході – з Кіровоградською, на півдні – з Дніпропетровською, на сході – з Харківською областями.

Клімат Полтавської області помірно-континентальний, м'який, достатньо вологий. Зима малосніжна, нестійка, порівняно тепла, літо тепле і помірно вологе. За даними Полтавського обласного центру з гідрометеорології (кліматичний період 1986-2005 рр.) середня температура повітря за рік по області становить $7,6-8,6^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус $3,6-4,4^{\circ}\text{C}$, середня температура липня (найтеплішого місяця) – $20,5-21,6^{\circ}\text{C}$ тепла.

Абсолютний мінімум температури повітря по області зафіксований у січні 1987 року і становив $30,2^{\circ}\text{C}$ морозу, (М В. Поділ), абсолютний максимум зафіксований у серпні 2010 р. – $39,6^{\circ}\text{C}$ тепла (М Гадяч).

Зимовий період на Полтавщині триває 96-104 дні з 21-25 листопада, коли відбувається стійкий перехід середньодобових температур повітря через 0° у бік зниження і починається зима до 1-5 березня, коли відбувається стійкий перехід середньодобової температури повітря через 0° у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5° тепла і вище) триває 207-213 днів, починається в середньому по області 31 березня – 2 квітня і закінчується 26-29 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 5°C за цей період коливається від 3125°C на півночі області до 3340°C на півдні.

Період активної вегетації сільськогосподарських культур (із середніми добовими температурами повітря 10°C і вище) триває 169-173 дні, змінючись в окремі роки від 148 до 190 днів, починається від 16-18 квітня і закінчується 4-6 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10°C за цей період змінюється від 2795°C на півночі області до 3045°C на півдні. В окремі роки ця сума коливається від 2390°C до 3435°C .

Літній період (із середніми добовими температурами повітря вище 15°C) триває в області 111-122 дні – з 15-19 травня до 8-14 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15°C за цей період коливається від 1995°C на півночі області до 2285°C на півдні.

Перші осінні заморозки в повітрі спостерігаються в другій декаді вересня, останні весняні – у другій декаді травня.

Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 13 травня 1999 р., а на ґрунті – 24 травня 1998 р.

Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі спостерігався 21 вересня 1993 р., а на ґрунті 8 вересня 1991 р.

Середня тривалість беззаморозкового періоду по області в повітрі становить 174-183 дні, на поверхні ґрунту – 145-160 днів.

У цілому температурний режим клімату Полтавської області придатний для ведення садівництва, включаючи і окремі види субтропічних плодових культур за умови виконання комплексу

агротехнічних заходів, спрямованих, насамперед, на захист субтропічних видів в осінньо-зимовий період від можливого пошкодження морозами.

Одним із найважливіших кліматичних показників регіону є середня місячна температура повітря. Її середньомісячний та середньорічний хід на Полтавщині, починаючи з 1931 року по 2016 рік (за даними Полтавського обласного центру з гідрометеорології), наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Середньомісячні та середньорічні температури повітря (°С)
на території Полтавської області**

Період спостережень (роки)	Місяці року												Середньорічні значення
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1931-1960	-7,0	-6,2	-1,1	7,9	15,0	18,4	20,5	19,6	14,3	7,4	0,9	-4,2	7,1
1961-1990	-6,5	-5,4	-0,1	8,8	15,4	18,6	20,1	19,4	14,3	7,5	1,6	-3,1	7,6
1991-2016	-4,2	-3,8	1,5	9,6	15,9	19,4	21,2	20,9	15,0	8,0	1,4	-3,2	9,0

Аналіз середньорічної температури повітря показує, що за період з 1961 по 1990 роки вона збільшилась на 0,5° С, за період з 1991 по 2016 рік – на 1,4° С, тобто зростання середньорічної тем-

ператури повітря за останні роки прискорилося майже втричі. Згідно даних табл. 2. видно, що швидке зростання температури повітря відбувається в зимовий, весняний та літній періоди.

Таблиця 2

**Зміни середньомісячних та середньорічних температур повітря
на території Полтавської області**

Період спостережень (роки)	Місяці року												Середньорічні значення
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1961-1990	+0,5	+0,6	+1,0	+0,9	+0,4	+0,2	-0,4	-0,2	0,0	+0,1	+0,7	+1,1	+0,5
1991-2016	+2,3	+1,6	+1,6	+0,8	+0,5	+0,8	+1,1	+1,5	+0,7	+0,5	-0,2	-0,1	+1,4

Восени тенденція до підвищення температури значно менша, проте загальною тенденцією зміни кліматоутворюючих факторів на Полтавщині є підвищення середньорічних темпера-

тур. У табл. 3 наведено середньорічну температуру повітря по м. Полтава за період з 1813 по 2016 р. (за даними Полтавського обласного центру з гідрометеорології).

Таблиця 3

Середньорічні температури повітря по м. Полтава за період 1813 по 2016 р.

Роки	Середньорічна температура (°C)	Роки	Середньорічна температура (°C)	Роки	Середньорічна температура (°C)
1813	7,5	1852	5,6	1891	6,9
1814	7,4	1853	7	1892	7,5
1815	6,4	1854	7,4	1893	5,6
1816	7,7	1855	7,4	1894	6,2
1817	8,2	1856	7	1895	7
1818	8	1857	7,4	1896	6,1
1819	8,6	1858	6,6	1897	7,5
1820	6,8	1859	8,7	1898	6,6
1821	7,8	1860	8,2	1899	7,4
1822	8	1861	6,5	1900	7,2
1823	6,9	1862	6,1	1901	8,2
1824	7,9	1863	7,6	1902	6,3
1825	5,8	1864	5,9	1903	8,4
1826	6,4	1865	6,2	1904	6,9
1827	7,1	1866	7,6	1905	7,6
1828	4,9	1867	6,2	1906	8,3
1829	4,4	1868	7,1	1907	6,2
1830	6	1869	8,2	1908	5,6
1831	5,4	1870	5,6	1909	7,2
1832	4,1	1871	5,5	1910	7,8
1833	5,9	1872	8,5	1911	5,7
1834	7,4	1873	7,8	1912	5,5
1835	5,6	1874	7,3	1913	7,6
1836	7,1	1875	5,1	1914	7,2
1837	6,2	1876	6,6	1915	7,1
1838	5,9	1877	6,6	1916	6,8
1839	6,6	1878	8,1	1917	5,9
1840	5,8	1879	7,2	1918	7,4
1841	7,7	1880	7,1	1919	6,3
1842	6,3	1881	5,8	1920	6,7
1843	7,8	1882	7,8	1921	6,9

Закінчення таблиця 3

1844	6,4	1883	6,9	1922	7
1845	6,7	1884	6,9	1923	7,9
1846	7,2	1885	7,4	1924	6,3
1847	10,2	1886	7,5	1925	8
1848	7,5	1887	7	1926	7,1
1849	7,1	1888	5,8	1927	6,7
1850	7,8	1889	6,6	1928	5,6
1851	8,1	1890	7,4	1929	5,7
1930	7,4	1959	7,2	1988	7,1
1931	6,1	1960	8,3	1989	9,4
1932	7,2	1961	8,1	1990	9
1933	5,1	1962	8,6	1991	8,1
1934	8	1963	6,6	1992	8,1
1935	7,1	1964	7,1	1993	6,8
1936	8,2	1965	7	1994	8
1937	8	1966	9,3	1995	8,5
1938	8,4	1967	7,7	1996	7,2
1939	8,2	1968	7,6	1997	7
1940	6,1	1969	6,4	1998	8,1
1941	7,1	1970	7,8	1999	9,4
1942	4,5	1971	7,9	2000	8,8
1943	7,2	1972	8	2001	8,6
1944	7,8	1973	7,2	2002	9,1
1945	5,7	1974	8	2003	8,2
1946	7,7	1975	9,4	2004	8,5
1947	7,3	1976	6	2005	8,8
1948	7,6	1977	7,3	2006	8
1949	7,8	1978	6,5	2007	9,9
1950	7,1	1979	7,9	2008	9,3
1951	7,6	1980	6,3	2009	9,2
1952	7,6	1981	8,7	2010	9,6
1953	7	1982	7,6	2011	8,4
1954	6,8	1983	8,9	2012	9,4
1955	7,8	1984	7,4	2013	9,5
1956	5,9	1985	6	2014	9,2
1957	8,4	1986	7,8	2015	9,8
1958	7,3	1987	5,3	2016	9

На рис. 1 зображено графік зміни середньорічної температури повітря по м. Полтава за період з 1813 по 2016 рр.

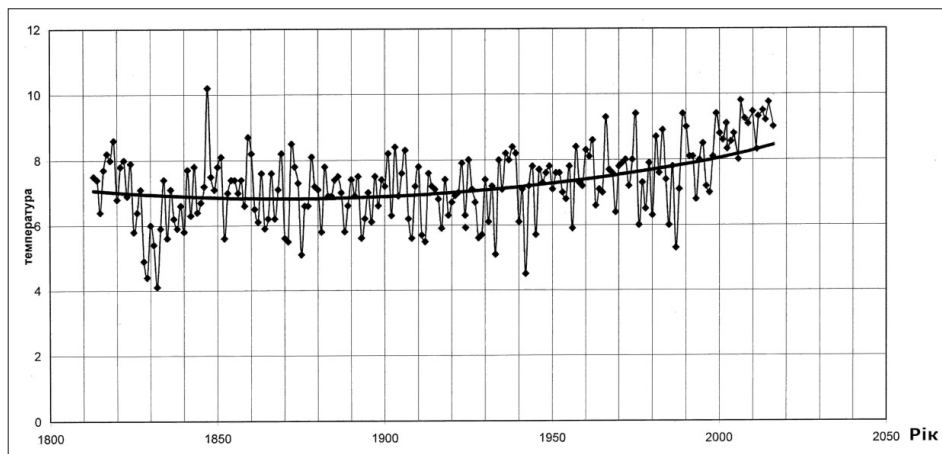


Рис. 1. Графік зміни середньорічної температури повітря по м. Полтава за період з 1813 по 2016 рр.

—●— - часовий ряд температурних показників по роках;
 ——— - середнє значення температури повітря (поліноміальний ряд)

Прогнозування на основі часового ряду температурних показників належить відноситися до одновимірного методу прогнозування, що базується на екстраполяції, адже продовження поліноміального ряду на майбутнє очевидно покаже тенденцію зростання середньорічної температури повітря, тобто й те що спостерігалось і в минулому.

Висновки

Клімат Землі протягом 20 ст. зазнавав значних змін, найчіткішим проявом яких є підвищення глобальної темпе-

ратури поверхні планети – одного з основних кліматоутворюючих чинників. Особливо помітним є глобальне потепління наприкінці 20 і на початку 21 ст., що призвело й до істотного перетворення регіональних кліматів, у тому числі і на Полтавщині. На тлі адаптаційної здатності субтропічних видів, особливостей агротехніки вирощування рослин у нових умовах середовища та достовірно встановлених кліматичних змін у сторону потепління, інтродукція *A. triloba*, *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica*, *A. communis*, *D. virginiana* у Лісостеп України є перспективною.

Література

1. Меженський В. М. До історії інтродукції плодових рослин в Україні / В. М. Меженський // Інтродукція рослин. – 2011. – № 1. – С. 87-93.
2. Екологічна енциклопедія: У 3 т. / Редколегія: А. В. Толстоухов (головний редактор) та ін. – К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2007. – Т. 1: А-Е. – 432 с.
3. Красовський В. В. Теоретичні основи створення колекції субтропічних плодових культур у Хорольському ботанічному саду. [Електронний ресурс] / В. В. Красовський // Електронний науковий фаховий журнал. «Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України». – 2014 р. – Київ № 46. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Npdntu_econ_2014_4_14.pdf

4. Булах П. Е. Информационно-энергетическая теория интродукции растений / П. Е. Булах // Інтродукція рослин. – 1999. – № 3-4. – С. 22-29.
5. Булах П. Е. Методологические аспекты интродукционного прогноза / П. Е. Булах // Інтродукція рослин. – 1999. № 1. – С. 30-35.
6. Кохно Н. А. О теоретических основах интродукции древесных растений на Украине / Н. А. Кохно // Інтродукція и акліматизація дерев'яних і кустарников, вирощування нових сортів. – К.: Наукова думка, 1989. – С. 50-56.
7. Ліпінський В. М. Глобальна зміна клімату та її відгук у динаміці клімату України / В. М. Ліпінський // Інвестиції та зміна клімату: можливості для України. – К., 2002. – С. 1-3.
8. Федоренко В. С. Субтропические и тропические плодовые культуры / В. С. Федоренко. – К.: Вища шк., 1990. – 239 с.
9. Черевченко Т. М. Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції, селекції та біотехнології. / Т. М. Черевченко. – К.: Фітосоціоцентр, 2012 – 432 с.

МОДИФІКУВАННЯ ДОРОЖНІХ БІТУМІВ ГУМОВОЮ КРИХТОЮ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ШИН

Гринишин О.Б., Нагурський А.О., Почапська І.Я., Хлібишин Ю.Я.
Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Степана Бандери, 12, 79000, м. Львів
iryna.y.pochapska@lpnu.ua

Досліджено набухання і процес розчинення гумової крихти в середовищі залишкової базової оливи. Вивчено вплив розміру зерна гумової крихти на процес розчинення і набухання. Встановлено механізм дії гумової крихти під час модифікування бітумів. *Ключові слова:* гумова крихта, базова олива, набухання, розчинення, бітум.

Модификация дорожных битумов резиновой крошки отработанных шин. Гринишин О.Б., Нагурский А.А., Почапская И.Я., Хлибишин Ю.Я. Исследовано набухание и процесс растворения резиновой крошки в среде остаточного базового масла. Изучено влияние размера зерна резиновой крошки на процесс растворения и набухания. Установлен механизм действия резиновой крошки при модификации битумов. *Ключевые слова:* резиновая крошка, базовое масло, набухание, растворение, битум.

Modification of road bitumen with rubber crumb exhaust tires. Grinishyn O., Nagursky A., Pochapskaya I., Khlibyshyn Y. The process of swelling and dissolution crumb rubber in the residual base oil is researched. The influence of grain size crumb rubber in the process of dissolving and swelling was established. The mechanism of influence crumb rubber by modification was investigated. *Keywords:* crumb rubber, base oil, swelling, dissolution, bitumen.

Відпрацьовані шини належать до відходів IV класу небезпеки і підлягають обов'язковій утилізації. В природних умовах шина розкладається майже 100 років в ґрунт в процесі розкладання переходять токсичні речовини. Отже, правильне використання відпрацьованих шин дасть змогу захистити довкілля і вирішити проблему покращення дорожніх покриттів.

Нафтові бітуми – це найважливіші інженерно-будівельні матеріали, які широко використовуються у дорожньому будівництві для виробництва покрівельних і гідроізоляційних матеріалів та при будівництві житлових

будинків, промислових підприємств і аеродромів. Сучасні проблеми стану доріг в країні вимагають виробництва таких будівельних матеріалів, які відповідали б вимогам сучасних міжнародних стандартів і забезпечували надійність і довговічність дорожніх покриттів

Нафтові бітуми через природні властивості не здатні створювати умови для довготривалої їх роботи під дією сучасних високих транспортних навантажень та несприятливих погодних умов. Тому для покращення властивостей бітумів їх модифікують. Одним із перспективних напрямків

підвищення якості бітумів з покращеними експлуатаційними характеристиками є їх модифікування полімерними матеріалами [1].

Один із полімерних модифікаторів для модифікування бітумів є гумова крихта, яку одержують дробленням зношених автомобільних шин [2]. Механізм дії гумової крихти приходить на зміну властивостей бітумів.

До складу бітумів входять оливи, смоли, асфальтени, асфальтогенові кислоти тощо. Набухання і розчинення гумової крихти відбувається в оливі оскільки в асфальтенах і смолах розчинності немає. Тому **метою роботи** було встановлення ймовірного механізму дії залишкової оливи, яка є аналогом вуглеводневої частини бітумів.

Використання відпрацьованих шин як модифікуючого агента є перспективним напрямком досліджень, однак різні автори пропонують різні варіанти вирішення цього питання [1-4], але механізм проходження цього процесу майже не описаний і

не встановлений. Тому досліджено особливості набухання, розчинення гумової крихти та її участь у модифікації бітуму.

Результати досліджень

Аналогом вуглеводневої частини бітумів є залишкова олія. Для проведення експериментальної частини роботи використовували залишкову оливу і гумову крихту (фракції діаметром 2,0 мм; 3,0 мм). Залишкову оливу нагрівали до робочої температури і завантажували гумовою крихтою.

На експериментальній установці досліджено процес набухання і розчинення гумової крихти в залишковій оливі залежно від температури процесу і гранулометричного складу гумової крихти.

Дослідження проводили на установці, яка складається з реактора, обладнаного нагрівачем, регулятором температури і перемішуючого пристрою. Процес вивчали в інтервалі температур 150-250°C упродовж 9 годин (рис. 1-2).

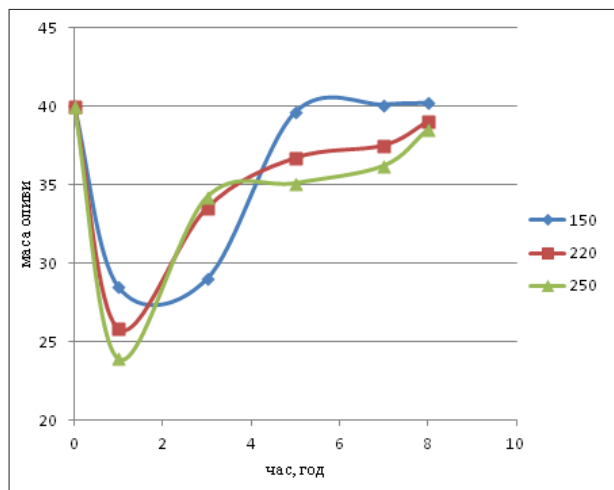


Рис. 1. Залежність зміни маси оливи від часу

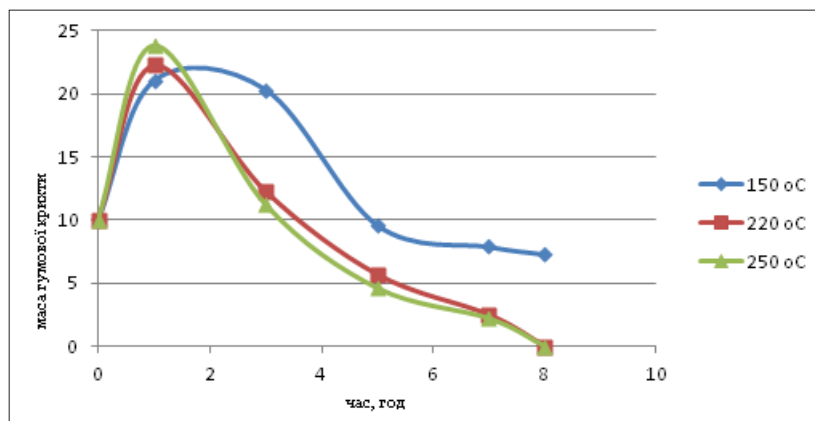


Рис. 2. Залежність зміни маси гумової крихти від часу

Вивчення залежності зміни маси оливи залежно від температури і часу розчинення показало, що протягом першої години відбувається набухання гумової крихти за рахунок оливи. Як видно з графіків 1 і 2, у першу годину відбувається різке збільшення маси гумової крихти і зменшення маси оливи. Найефективніше набухання відбувається при 250°C. Після 1 години

починається розчинення гумової крихти. Встановлено, що за температури 220°C і 250°C процес розчинення відбувається майже однаково, гумова крихта розчиняється повністю (рис. 2) і збільшується маса оливи (рис. 1).

Наступний етап досліджень — вивчення впливу гранулометричного складу гумової крихти на процес набухання і розчинення.

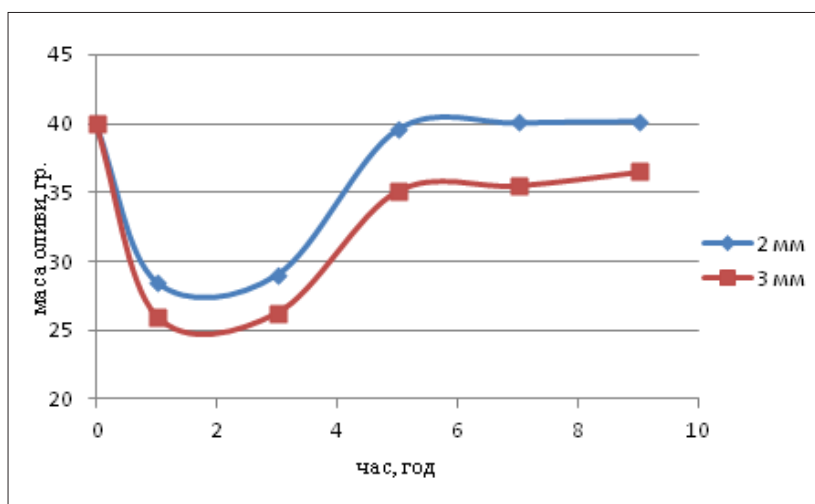


Рис. 3. Залежність зміни маси оливи від часу

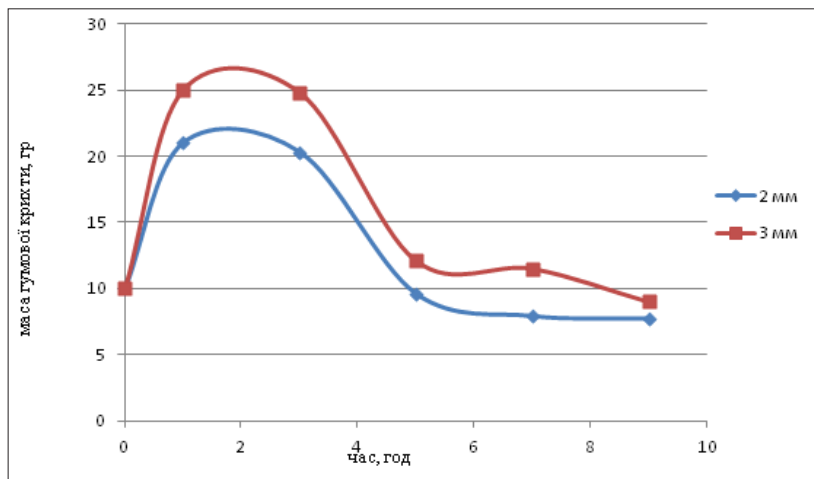


Рис. 4. Залежність зміни маси гумової крихти від часу

Результати досліджень (рис. 3-4) показали, що гумова крихта більшого діаметру поглинає в перші дві години більше оливи, ніж гумова крихта меншого діаметру, але розчинення її відбувається повільніше.

Отже, ефективніше в залишковій оливі розчиняється гумова крихта меншого гранулометричного складу. Також проведено золь-гель аналіз, результати якого показані на рис. 5-6.

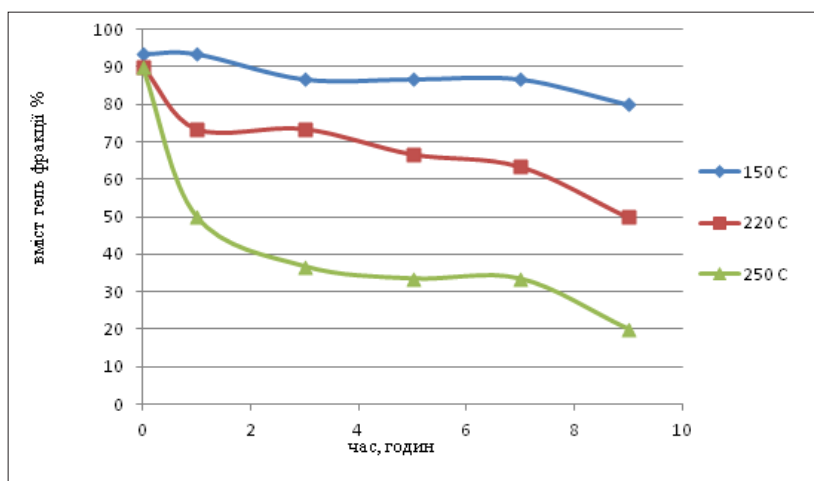


Рис. 5. Залежність вмісту гелю фракції від часу

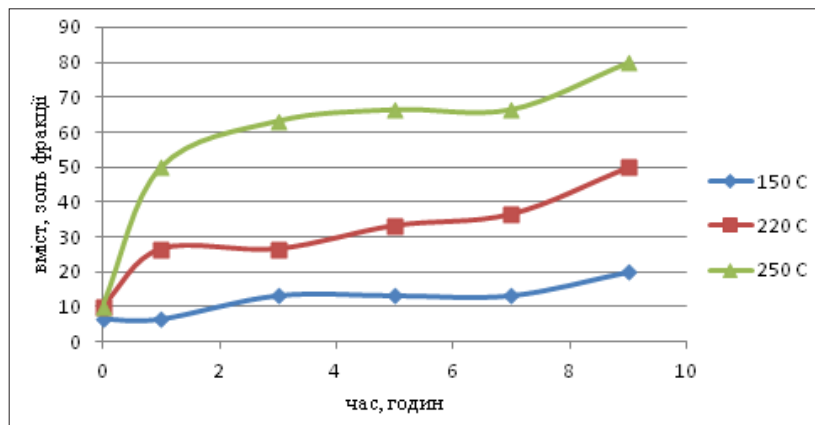


Рис. 6. Залежність вмісту золь фракції від часу

Виявлено, що із збільшенням часу розчинення кількість гель-фракції зменшується, а золь-фракції збільшується. Чим вища температура досліджу, тим швидше розчинюється крихта. При 150°C процес відбувається дуже повільно, а при 250°C через 9 годин вміст гель-фракції зменшується на 75 %. На основі одержаних результатів визначено оптимальні параметри реалізації процесу.

Для вивчення основних закономірностей модифікування використовували дорожній бітум БНД 60/90 і чотири типи каучуків. Процес проводили за температури 180°C протягом 8 год. при постійному перемішуванні. Для модифікованих бітумів визначали температуру розм'якшення, пенетрацію, дуктильність і еластичність за стандартизованими методиками. Результати модифікування бітуму БНД 60/90 різними типами каучуків зведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика нафтового бітуму модифікованого каучуками

Показник	Вихідний бітум БНД60/90	Бітум модифікований каучуками			
		СКИ-3	СКН-1855 Э	СКН-4065 Э	СКМС-30 АРКМ-15
Температура розм'якшення за «кільцем та кулею», °C	46	54	79	64	103
Дуктильність при 25 °C, см	58	15	3	6	3
Пенетрація при 25 °C, 0,1 мм	70	44	15	27	12
Еластичність, %	6	35	72	68	75

Отже, додавання до бітуму різних типів каучуків дає змогу збільшити температуру розм'якшення та

зменшити пенетрацію і дуктильність одержаного модифікованого бітуму. Встановлено, що швидше реагує на

температуру розм'якшення каучук СКМС-30. При додаванні 5% мас. цього каучука температура розм'якшення збільшується від 48°C до 103°C, але при використанні цього типу модифікатора дуктильність бітуму різко зменшується з 58 см до 3 см, а penetрація знижується від 70 од. до 12 од., що свідчить про значне підвищення твердості одержано бітуму. Важливим результатом, який досягається внаслідок модифікування бітуму каучуками, є підвищення його еластичності, коли модифіковані бітуми характеризуються більшою твердістю і вищою тугоплавкістю і підвищеною пластичністю порівняно з вихідним бітумом. Аналогічно проводили модифікацію бітуму гумовою крихтою.

Для підтвердження або спростування висунутих гіпотез щодо поведінки гумової крихти під час модифікування бітуму вивчали вплив температури на саму гумову крихту шляхом використання дериватографічного аналізу гумової крихти в різних середовищах.

Термічну стійкість зразків гумової крихти досліджували проведенням комплексного термогравіметричного та диференційного термічного аналізів з використанням дериватографа Q – 1500 D System: F. Paulik, J. Paulic, L. Erdey з реєстрацією аналітичного сигналу втрати маси та теплових ефектів за допомогою ПК. Зразки аналізували в динамічному режимі з швидкістю нагрівання до 10°C на хвилину в атмосфері повітря і аргону за описаною методикою. При виборі середовищ враховували, що середовище аргону (інертне середовище) моделює

процес термічних перетворень гумової крихти без доступу повітря (коли частинка гумової крихти знаходиться в об'ємі бітуму), а середовище повітря – процес термічних перетворень частинок гумової крихти, що знаходяться на поверхні і контактують з киснем повітря.

В результаті дериватографічних досліджень гуми встановлено, що процес термічної девулканізації гуми в середовищі повітря починається після нагрівання до температури 210°C, а в середовищі інертного газу – до 220°C. З високою швидкістю цей процес відбувається за температури 250-270°C.

Результати дериватографічних досліджень повністю підтверджують запропонований механізм дії гумової крихти як модифікатора нафтових бітумів

Висновки

Встановлено оптимальні параметри проведення процесу розчинення гумової крихти. Досліджено вплив гранулометричного складу гумової крихти на процес набухання і розчинення. Показано, як відбувається процес набухання і розчинення гумової крихти протягом усього процесу модифікування. Вивчено механізм дії гумової крихти під час модифікування бітумів. Доведено, що при модифікуванні дорожнього бітуму БНД 90/130 гумовою крихтою у кількості 5 % маси за температури 160°C протягом 4 год можна одержати модифікований бітум марки БМП-90/130-49, а при додаванні 10 % маси ГК і цих же умовах – модифікований бітум БМП-60/90-52.

Література

1. Житов Р. Г. Кижняев В. Н., Смирнов А. И. Полимеризация виниловых мономеров в битуме // Пластмассы со специальными свойствами : сб. науч. тр. / под. ред. Лаврова Н. А. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – С. 93-94.
2. Христофорова А.А. Перспективные направления создания композиционных материалов с применением резиновой крошки / Христофорова А.А., Соколова М.Д. // VII школа-семинар молодых ученых России: Материалы докладов. – Улан-Удэ, 2013. – С. 306-307.
3. Некрасов В.Г. Изношенные автомобильные шины как вторичный энергоресурс // Промышленная энергетика. – 1992. – №7. – С. 42-45.
4. Вяжущие и асфальтобетоны БИТРЕК. Опыт применения / ООО НПГ «ИНФОТЕХ». – М., 2014. – 20 с.

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ РЕСУРСООЩАДНОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКТУ

Комариста Б.М., Бендюг В.І.

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського
пр-т Перемоги, 37, 03056, м. Київ
angel2nika@gmail.com

Запропоновано в рамках оцінювання життєвого циклу продукту враховувати загальний рівень ефективності використання ресурсів, які були витрачені на виготовлення одиниці продукції, кількість сировинних ресурсів. Запропоновано застосувати індекс часу корисного використання продукту та індекс утворення відходів. *Ключові слова:* життєвий цикл, оцінка життєвого циклу продукту, ресурсоефективність, індексна оцінка.

Определение уровня ресурсосбережения жизненного цикла продукта. Комариста Б.М., Бендюг В.И. Предложено в рамках оценки жизненного цикла продукта учитывать общий уровень эффективности использования ресурсов, которые были потрачены на изготовление единицы продукции, количество сырьевых ресурсов. Предложено применить индекс времени полезного использования продукта и индекс образования отходов. *Ключевые слова:* жизненный цикл, оценка жизненного цикла продукта, ресурсоэффективность, индексная оценка.

Determining the resource-saving level of the product lifecycle. Komarysta B., Bendyug V. It is proposed to take into account the overall level of efficiency of the use of resources spent on the production of a unit of production, the amount of raw materials, in the framework of the product life cycle assessment. It is suggested to use the index of useful product use time and waste index. *Keywords:* lifecycle, product lifecycle assessment, resource efficiency, index estimation.

З розвитком виробництва і зростання масштабів господарської діяльності людина використовує дедалі більшу кількість природних ресурсів, що зумовлює посилення антропогенного тиску на довкілля та порушення рівноваги в навколишньому природному середовищі. Одночасно, це призводить до загострення соціально-економічних проблем, вичерпання запасів невідновлюваних сировинних та енергетичних ресурсів, посилення забруднення довкілля, особливо водних ресурсів та атмосферного повітря, зменшення площі лісів і родючих

земель, зникнення окремих видів рослин, тварин тощо [1]. Це впливає на природно-ресурсний потенціал сучасного виробництва і негативно позначається на здоров'ї людини.

Відповідно до концепції сталого розвитку (СР) підприємства повинні прагнути до впровадження стійко функціонуючих високотехнічних, екологічно безпечних технологій, здатних забезпечувати випуск продукції, яка задовольняє вимоги міжнародних стандартів шляхом врахування всіх стадій життєвого циклу (ЖЦ) продукції, в тому числі використання ресурсів, споживання продуктів та

їх утилізації. Актуальність проблеми охорони навколишнього середовища (НС) та вивчення можливих впливів, пов'язаних з виготовленням і споживанням продукції, зумовлює необхідність розробки методів, спрямованих на зниження цих впливів, одні з них є оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) [2].

Метод ОЖЦ перебуває на ранній стадії розробки, що вимагає вивчення практичного досвіду і важливо правильно інтерпретувати і відповідно застосовувати результати ОЖЦ. Актуальним є проведення досліджень різних стадій ЖЦ та методичного забезпечення оцінки впливу ЖЦ продукту на НС [3,4].

Індекс ресурсоефективності

Для оцінювання життєвого циклу продукту (ЖЦП) необхідно врахувати загальний рівень ефективності використання ресурсів, які були витрачені на виготовлення одиниці продукції [1], визначити відсоток задіяної сировини для перетворення її на кінцеву продукцію, час корисного використання одержаного продукту та способу його утилізації по завершенню часу свого корисного використання.

Для оцінки ресурсоефективності етапу виробництва продукту в рамках оцінки екологічної складової ЖЦ продукту пропонується враховувати кількість сировинних ресурсів, необхідних для виробництва одиниці продукції за допомогою розробленого індексу ресурсоефективності (1):

$$J_{REF} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{RWM_i}}{m_{PRD} \cdot n}, \quad (1)$$

де J_{REF} – індекс ресурсоефективності (resource efficiency index); m_{PRD} – маса одиниці продукції, кг;

M_{RWM_i} – маса сировини i -го виду, що була витрачена на виготовлення одиниці продукції, за одиницю часу, кг/доба; n – кількість одиниць продукції, які виготовлені за одиницю часу, доба⁻¹.

Більше значення J_{REF} відповідає гіршому рівню ефективності використання сировинних ресурсів при виготовленні продукту. Дуже високим рівнем ресурсоефективності пропонуємо вважати технологічну систему, в якій на одиницю виготовленої продукції припадає менше, ніж двократне перевищення за масою витрачених на виготовлення продукту сировинних ресурсів. Дуже низьким рівнем ресурсоефективності будемо вважати десятикратне та більше перевищення за масою витрачених сировинних ресурсів для одержання одиниці продукції. Для оцінки рівня ресурсоефективності з використанням індексу J_{REF} пропонуємо використати шкалу (табл. 1).

Таблиця 1
Залежність значення J_{REF}
від рівня ефективності
використання сировини

$J_{REF} < 2$	дуже високий
$2 \leq J_{REF} < 5$	високий
$5 \leq J_{REF} < 7$	середній
$7 \leq J_{REF} < 10$	низький
$J_{REF} \geq 10$	дуже низький

На основі індексу ресурсоефективності для приведення індексів до єдиної шкали оцінювання ЖЦП з межами від 0 до 1 пропонуємо використати унітарний індекс ресурсоефективності (unitary index resource efficiency) I_{RSE} , утворений за допомогою функції бажаності Харінгтону (2):

$$I_{RSE} = \exp(-\exp(\alpha - \beta \cdot J_{REF})), \quad (2)$$

де $\alpha = 1,266$ та $\beta = 3,952 \cdot 10^{-1}$ – емпіричні коефіцієнти.

Наближення унітарного індексу ресурсоефективності до 1 відповідає значному збільшенню витрати сировинних ресурсів для виготовлення одиниці продукції.

Індекс часу корисного використання

Для урахування часу розкладу в природі складових продукту та часу корисного використання продукту пропонуємо застосувати залежність (3):

$$J_{ULF} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{DCM_i}}{t_{LFT} \cdot n}, \quad (3)$$

де J_{ULF} – індекс часу корисного використання продукту (useful life index); t_{LFT} – час служби продукції, років; t_{DCM_i} – час повного розкладу в природі i -го складового компоненту продукту, років; n – кількість складових з тривалим часом розкладу в природі.

Дуже високим часом корисного використання продукту пропонуємо вважати ті випадки, коли середній час розкладу в природі складових продукту менше, ніж вдвічі перевищує термін корисного використання одиниці продукції. Дуже низьким часом корисного використання пропонуємо прийняти випадки, коли час розкладу складових продукту в природі вдесятеро та більше перевищує термін служби продукту. Згідно з цим побудовано шкалу оцінки часу корисного використання продукту на основі індексу J_{ULF} (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність значення J_{ULF} від часу розкладу продукту в природі

$J_{ULF} < 2$	дуже низький
$2 \leq J_{ULF} < 4$	низький
$4 \leq J_{ULF} < 8$	середній
$8 \leq J_{ULF} < 10$	високий
$J_{ULF} \geq 10$	дуже високий

З урахуванням індексу часу корисного використання продукту отримуємо унітарний індекс часу корисного використання продукту (unitary useful life index) I_{USF} шляхом переведення його до єдиної безрозмірної шкали оцінювання з інтервалом можливих значень індексу від 0 до 1 згідно залежності (4):

$$I_{USF} = \exp(-\exp(\delta - \gamma \cdot J_{ULF})), \quad (4)$$

де $\delta = 1,135$ та $\gamma = 3,293 \cdot 10^{-1}$ – емпіричні коефіцієнти.

Чим ближче значення унітарного індексу часу корисного використання продукту до 1, тим гірше співвідношення часу використання продукту до часу його розкладу у природі.

Індекс утворення відходів

Відходи, які утворюються під час виробництва одиниці продукції, а також сам продукт після завершення строку експлуатації можуть використовуватись як вторинна сировина для виробництва інших видів продукції або утилізуватись – захоронюватись на відповідних полігонах або спалюватись на сміттєспалювальних заводах.

Утворення відходів під час виробництва одиниці продукції потрібно враховувати при оцінці ЖЦП. По завершенню часу корисного викори-

стання необхідно врахувати утилізацію продукту, бо вона безпосередньо є останньою стадією ЖЦ продукту.

Відходи за одиницю часу (доба) на одиницю продукту (кількість одиниць продукту виготовлена за той самий час) оцінюємо з використанням коефіцієнту утворення відходів (5):

$$k_{wst} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{wst_i}}{m_{prd} \cdot l}, \quad (5)$$

де M_{wst_i} – маса i -го виду відходів, які утворюються при виробництві продукту за одиницю часу (доба), кг; m_{prd} – маса одиниці продукції, кг (при неможливості визначення маси продукту, m_{prd} приймається рівною 1); l – кількість одиниць продукту, які виготовляються за одиницю часу (доба); n – кількість видів відходів.

Для оцінки рівня утворення відходів на стадії ЖЦ як при виробництві продукту, так і на стадії його утилізації з урахуванням можливості вторинної переробки, повторного використання чи захоронення, пропонуємо застосувати індекс утворення відходів (6):

$$J_{wsg} = \frac{k_{wst} (2 + k_{rcl}) (k_{dsp} + 0,25[1 - k_{dsp}])}{0,5 + k_{rcl}}, \quad (6)$$

де J_{wsg} – індекс утворення відходів (waste generation index); k_{wst} – коефіцієнт (доля) утворення відходів; k_{rcl} – коефіцієнт вторинної переробки, доля продукту, яка підлягає вторинній переробці, використанню в якості вторинної сировини; k_{dsp} – коефіцієнт захоронення, доля відходів, утворених під час виробництва продукту, яка підлягає захороненню на відповідних полігонах або спалюванню на сміттєспалювальних заводах.

Рівень утворення відходів пропонуємо вважати дуже низьким у

випадку майже повної вторинної переробки утворених відходів, при цьому значення індексу J_{wsg} буде близьким 1. Необхідність захоронення утворених відходів та неможливість їх вторинного використання підвищують значення індексу J_{wsg} . В разі необхідності повного захоронення всіх утворених відходів та двократного перевищення маси утворених відходів над масою продукту значення індексу J_{wsg} прийме значення 8, цей рівень утворення відходів будемо вважати дуже високим. Згідно з цим пропонуємо використати шкалу для градації рівня відходів за одержаними значеннями індексу J_{wsg} (табл. 3).

Таблиця 3

Залежність значення J_{wsg}
від рівня утворення відходів

Величина індексу J_{wsg}	Рівень утворення відходів
$J_{wsg} < 0,5$	дуже низький
$0,5 \leq J_{wsg} < 2$	низький
$2 \leq J_{wsg} < 4$	середній
$4 \leq J_{wsg} < 8$	високий
$J_{wsg} \geq 8$	дуже високий

Більше значення індексу утворення відходів відповідає більшому рівню утворення відходів протягом ЖЦП.

Оцінка ступеня утворення відходів під час ЖЦ продукту за єдиною безрозмірною шкалою проводиться за допомогою унітарного індексу утворення відходів I_{wst} (unitary index of waste generation) (7):

$$I_{wst} = \exp(-\exp(\eta - \lambda \cdot J_{wsg})), \quad (7)$$

де $\eta = 6,077 \cdot 10^{-1}$ та $\lambda = 2,635 \cdot 10^{-1}$ – емпіричні коефіцієнти.

Значення унітарного індексу I_{WST} лежать в межах від 0 до 1. Наближення значення унітарного індексу утворення відходів до одиниці відповідає більшому рівню утворення відходів протягом ЖЦП.

Унітарний індекс ефективності використання природних ресурсів

Для оцінки загального рівня витрат на утилізацію та переробку продукту та відходів, які утворені на етапі його виробництва, і ефективності використання ресурсів на основі унітарних індексів пропонуємо застосовувати унітарний індекс ефективності використання природних ресурсів. Цей індекс утворений за допомогою узагальненої функції бажаності Харінгтону (8):

$$I_{ENR} = (I_{RSE} \cdot I_{USF} \cdot I_{WST})^{1/3}, \quad (8)$$

де I_{ENR} – унітарний індекс ефективності використання природних ресурсів (unitary index of efficient use of natural resources); I_{RSE} – унітарний індекс ресурсоефективності; I_{USF} – унітарний індекс часу корисного використання продукту; I_{WST} – унітарний індекс утворення відходів.

Таблиця 4

Залежність значення I_{ENR} від рівня ефективності використання природних ресурсів

Величина індексу I_{ENR}	Рівень ефективності використання природних ресурсів
$0 \leq I_{ENR} < 0,2$	дуже високий
$0,2 \leq I_{ENR} < 0,37$	високий
$0,37 \leq I_{ENR} < 0,63$	середній
$0,63 \leq I_{ENR} < 0,8$	низький
$0,8 \leq I_{ENR} < 1$	дуже низький

Рівень ефективності використання природних ресурсів у межах оцінювання ЖЦ продукту оцінюється залежно від значення індексу I_{ENR} за шкалою (табл. 4).

Чим ближче значення унітарного індексу ефективності використання природних ресурсів I_{ENR} до 1, тим більше витрат та ресурсів потрібно для утилізації одиниці продукції та відходів, які утворюються на етапі виробництва одиниці продукції та тим менш ефективно були використані ресурси у цьому ЖЦ продукті.

Висновки

Оцінювання ресурсоощадності є одним із екологічних критеріїв оцінки ЖЦ продукту. Оцінювання екологічності ЖЦ продукту необхідне при розробленні та впровадженні екологічних стандартів, які дозволять визначити переваги певної категорії продукції чи послуг відносно їх впливів на стан довкілля та здоров'я людини протягом ЖЦ. Екологічний стандарт на продукцію певної категорії є добровільним і встановлює додаткові екологічні вимоги - екологічні критерії до тих, що встановлені чинним законодавством. Відповідність екологічним критеріям є підтвердженням екологічної переваги продукції. Оцінка ресурсоефективності ЖЦ продукту може застосовуватись при екологічному маркуванні товарів. Основні положення та принципи розробки екологічних критеріїв визначені міжнародним стандартом ISO 14024 (ДСТУ ISO 14024) «Екологічні маркування та декларації – Екологічне маркування I типу – Принципи та методи» [5]. Згідно стандарту об'єктами стандартизації є харчові продукти, товари, вироби, матеріали та послуги, їх складники і

впливи на стан довкілля та здоров'я на усіх етапах життєвого циклу.

В Україні, як і в усьому світі, розроблення, розгляд та погодження міжнародних (регіональних), національних та інших стандартів покладаються на технічні комітети стандартизації за закріпленою сферою діяльності.

Розроблену нами методику можна застосовувати як для здійснення екологічного маркування продукту у сфері ресурсоефективності його життєвого циклу в рамках роботи комітетів з екологічної стандартизації, так і для пошуку можливостей підвищення рівня екологічності ЖЦ продукту.

Література

1. Маковецька Ю. М. Оцінювання життєвого циклу продукції як інструмент впливу на мінімізацію відходів [Електронний ресурс] / Ю. М. Маковецька // Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка", Дніпропетровськ, 2012, №11. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1529>
2. Бендюг В.І. Екологічний контроль у життєвому циклі продукту / В.І. Бендюг, Б.М. Комариста // V Міжнародна науково-практична конференція «Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей природной среды», 23-24 ,березня 2016 р., Харків. – С. 89-91.
3. Комариста Б.М. Виробниче забруднення в оцінці життєвого циклу продукту / Б.М. Комариста, В.І. Бендюг // Сталій розвиток – XXI століття: управління, технології, моделі. Дискусії 2017: колективна монографія. НТУУ – КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ін-т телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ; Вища економіко-гуманітарна школа. – Київ, 2017. – С. 238-246.
4. Комариста Б.М. Автоматизована система оцінки впливу життєвого циклу продукту на навколишнє середовище / Б.М. Комариста, В.І. Бендюг // Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції. Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конф. (м. Харків, 21 квітня 2017 р.). Том 1. – Київ: «Інтерсервіс», 2017. – С. 139-146.
5. ДСТУ ISO 14024:2002. Екологічні маркування та декларації. Екологічне маркування типу I. Принципи та методи (ISO 14024:1999, IDT) / В. Горопацький. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – IV, 10 с.– (Національний стандарт України).

ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ

УДК 502.504:574.4+574.5

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ІСНУЮЧИХ ЕКОСИСТЕМ

Азаров С.І.¹, Сидоренко В.Л.², Задунай О.С.³

¹Інститут ядерних досліджень НАН України
просп. Науки, 47, 03680, м. Київ
azarovsi@i.ua;

²Інституту державного управління у сфері цивільного захисту
вул. Вишгородська, 21, 04074, м. Київ
generals2007@i.ua;

³Державний науково-дослідний інститут спеціального зв'язку
та захисту інформації
вул. Максима Залізняка, 6, 03142, м. Київ
a.zadunaj@gmail.com

Розглянуто основні сучасні класифікації екосистем, стисло охарактеризовано недоліки та переваги деяких з них. Проаналізовано різноманітність екосистем і визначено проблеми, напрями й теми досліджень у сфері властивостей екосистем, що, певною мірою, гарантують сталий розвиток. *Ключові слова:* екосистема, рівні екосистеми, національна екомережа, структура екосистеми.

Анализ характеристик существующих экосистем. Азаров С.И., Сидоренко В.Л., Задунай А.С. Рассмотрены основные современные классификации экосистем, кратко охарактеризованы недостатки и преимущества некоторых из них. Проанализировано разнообразие экосистем и определены проблемы, направления и темы исследований в области экосистем, которые, в определенной мере, обеспечивают устойчивое развитие. *Ключевые слова:* экосистема, уровни экосистемы, национальная экосеть, структура экосистемы.

Analysis characteristics of the modern ecosystems. Azarov S., Sydorenko V., Zadunaj O. The basic modern classifications of the ecosystems are considered and briefly described the advantages and disadvantages of some of them. The ecosystems of the uniform and problems, areas and topics of research in the field of ecosystem which to some extent provides a sustainable development are identified. *Keywords:* ecosystem, ecosystem level, national ecological network, ecosystem structure.

"Якщо ми хочемо, щоб наше суспільство перейшло до цілісного вирішення проблем, які виникають на рівні біомів та біосфери, то повинні перш за все вивчати екосистемний рівень організації."
Ю. Одум [1, с. 24]

Одним із базових понять екології є поняття про екологічні системи. Екологічна система (далі – екосистема) – основна функціональна

одиниця екології, що поєднує живі організми (біоценоз) та середовище проживання (екотопи), необхідні для підтримки життєдіяльності, причому кожна із цих частин впливає одна на одну. Визначення проблем екосистем є важливим для раціонального зосередження інтелектуальних і матеріальних ресурсів з метою передбачення й усунення негативних наслідків антропогенного впливу на довкілля. Розуміння проблем дозволяє використати досвід минулого й сучасності на користь сталого розвитку природних екосистем у майбутньому.

Оскільки теоретичною основою природоохоронної діяльності є концепція екосистеми, то виникає гостра необхідність класифікації природних екосистем, що забезпечить рішення не тільки теоретичних і практичних проблем, але й забезпечить наукову базу моделювання для надійного і довгострокового прогнозування змін, стійкості, відновлення та оцінки оптимального використання природних екосистем, з якими пов'язана вся діяльність людини.

Результати досліджень

В основі екології лежить концепція екологічної системи. Вперше визначення екосистеми як сукупності живих організмів з їх місцем життя було дано англійським фітоценологом Тенслі в 1935 році.

Екологи використовують також термін «біогеоценоз», запропонований радянським ботаніком В.Н. Сукачовим [2]. Цим терміном позначається сукупність рослин, тварин, мікроорганізмів, ґрунту і атмосфери на однорідній ділянці суші. Біогеоценоз є синонімом екосистеми. Між екосистемами, як і між біогеоце-

нозами, зазвичай немає чітких меж, і одна екосистема поступово переходить в іншу. Великі екосистеми складаються з екосистем меншого розміру.

З 1935 року більшість дослідників розглядають екологічну систему як сукупність взаємовпливових компонентів живої та неживої природи, поєднаних на певній території загальною функціональністю [3]. Але у будь-якому варіанті в екологічній системі головними є зв'язки між складовими, їхній взаємовплив, процеси, що забезпечують функціонування сукупності як єдиного цілого. В зв'язку з цим Р. Ліндеман у 1942 році визначив екологічну систему як систему фізико-хіміко-біологічних процесів, що відбуваються в межах певної просторово-часової одиниці будь-якого рангу [4]. Новий напрям, який можна назвати екологією екосистем, виник і розвивався в зв'язку з розробкою загальної теорії систем і застосуванням системного аналізу. Засновниками цього напрямку вважаються Дж.Е. Хатчінсон, Р. Маргалефа, К. Уатт, В. Петтен, Г. Одум [5, 6].

З точки зору сучасної екології, екосистема – головна структурно-функціональна одиниця, єдиний природний комплекс, утворений живими організмами та середовищем існування, в якому живі та неживі компоненти пов'язані між собою обміном речовин, енергією та інформацією [7].

Поняття «екосистема» не має загальновизнаного тлумачення. Є визначення, що це сукупність різних організмів, які мешкають разом, а також фізичних і хімічних компонентів середовища, необхідних для їх існування або які є продуктами їх життєдіяльності [8]. В екосистемі відбувається повний обмін речовиною,

енергією і інформацією. Або: екосистема – просторово-визначена сукупність живих організмів і середовища їх існування, які об'єднані речовинно-енергетичними та інформаційними взаємодіями.

Загалом будь-яка екосистема для повного уявлення потребує відображення її структури, аранжованого представлення складових, діючих між компонентами зв'язків різної природи тощо. Тому певна конкретна екосистема, зазвичай, представляється значною кількістю графічних та аналітичних залежностей.

За Ю. Одумом [6], екосистеми – це досить великі одиниці: моря, естуарії та морські узбережжя, континентальні водойми, тундра, лісові екосистеми, пустелі і тому подібне. Залежно від масштабу і критеріїв деякі автори розрізняють такі групи екосистем [7, 8]:

- мікроекосистеми – наприклад, повалене дерево і пов'язані з ним рослини і тварини;
- мезоекосистеми – це екосистеми лісу, лук, болот та ін. За такого підходу розрізняють як самостійні екосистему тайги і екосистему широколистяних лісів;
- макроекосистеми – екосистеми суші, океану та інших великих фізико-географічних одиниць.

Першу класифікацію екосистем в Україні для формування національної екомережі створили Я.П. Дідух і Ю.Р. Шеляг-Сосонко [9, 10]. Відповідно до цієї класифікації виявлені природні (що не піддаються постійному і/або сильному антропогенному навантаженню), природно-антропогенні (природні екосистеми, що знаходяться під антропогенним впливом), антропогенно-природні (створені людиною,

але з перевагою природних процесів над антропогенними) і антропогенні (створені людиною і знаходяться під постійним впливом її діяльності) екосистеми. Така супідрядність чотирьох груп екосистем носить утилітарний характер і ґрунтується на ступені співвідношення процесів дигресії і демуатації в них. Автори виділяють екосистеми різного рангу: від мікроекосистеми (невелика водойма, стовбур дерева в стадії розкладання, акваріум і навіть калюжка або крапля води); мезоекосистеми (ліс, ставок, річка та ін.); макроекосистеми (океан, континент, природна зона та ін.) і глобальна екосистема – біосфера в цілому.

Фактично всі варіанти класифікації екосистем умовні й певною мірою є суб'єктивними. На земній кулі існує лише одна цілісна екосистема – біосфера. Її диференціація на окремі складові залежить від критеріїв, що приймаються.

На наш погляд екосистемою можна назвати будь-який об'єкт, де живі та неживі компоненти функцінують як єдине ціле завдяки колообігу речовин, що здійснюється з використанням зовнішнього джерела енергії і призводить до створення певної структури, або, іншими словами – це система, елементами якої є біотичні та абіотичні компоненти, пов'язані речовинно-енергетичними та інформаційними потоками, відмежована від аналогічних утворень колообігом речовин певного ступеня замкненості.

Поняття екосистеми не обмежується якимись ознаками рангу, розміру, складності та походження. Тому воно може бути застосовано як до відносно простих штучних (акваріум, теплиця, пшеничне поле), так і до складних природних комплексів орга-

нізмів і середовища їх проживання (наприклад, озеро). Поняття екологічної системи ієрархічне. Це означає, що будь-яка екосистема певного рівня включає низку екосистем попереднього рівня, менших за площею, і сама, в свою чергою є складовою частиною більшої екосистеми.

Екосистеми належать до класу складних систем. Їх особливість визначається низкою чинників:

- неможливість чіткого математичного опису;
- наявність багатьох ланок структурного складу;
- існування значної кількості зв'язків між окремими структурними ланками.

Поняття «складність системи» може бути оцінено на двох рівнях:

- складність на «структурному рівні», яка визначається кількістю елементів системи і зв'язків між ними (морфологічна складність);
- складність на «поведінковому рівні» – набір реакцій системи на зовнішні подразнення або ступінь еволюційної динаміки (функціональна складність).

Визначити, що таке «складна екосистема» на структурному рівні неможливо, але більшість екологів схилиються до думки, що всі екосистеми мають п'ять рівнів ускладнення поведінки.

Складність поведінки екосистем першого рівня визначається тільки законами збереження енергії в межах матеріально-енергетичного балансу (такі системи вивчає класична фізика).

Особливістю екосистем другого рівня є поява зворотних зв'язків; визначальним для них стає принцип гомеостазу, що і задає їм складнішу поведінку (функціонування таких екосистем вивчає кібернетика).

Найскладнішу поведінку мають екосистеми третього рівня, у яких з'являється здатність «приймати рішення», тобто здійснювати певний вибір з низки варіантів поведінки («стимул – реакція»).

Екосистеми четвертого рівня характеризуються наявністю досить потужної пам'яті (наприклад, генетичної) і здатністю здійснювати перспективну активність або проявляти випереджальну реакцію («реакція – стимул») на можливу зміну ситуації – ефект преадаптації.

Нарешті, п'ятий рівень складності об'єднує екосистеми, пов'язані поведінкою інтелектуальних партнерів, яка передбачає багатогодові можливі дії один одного. Цей тип поведінки стосується здебільшого соціальних аспектів взаємодії «людина – природа».

Отже, всі властивості складних екосистем поділяються на прості (адитивні; наприклад, біомаса деякого угруповання) і складні (неадитивні; наприклад, стійкість екосистеми).

Опис будь-якої складної екосистеми складається з трьох характеристик: морфологічної, функціональної та інформаційної.

Складна екосистема, зазвичай, багатофункціональна і її функції можна розподілити зростаючими рангами приблизно таким чином:

- пасивне існування (матеріал для інших систем);
- обслуговування системи вищого порядку;
- протистояння іншим системам або середовищу (виживання);
- поглинання інших систем і середовища (експансія);
- перетворення інших систем і середовища.

Вивчення багатьох явищ у екосистемах дало змогу сформулювати основні закони їх існування:

- в екосистемах реалізується замкнутий колообіг речовин;

- у природних екосистемах близько 90 % енергії використовується на розкладання і повернення речовин у біогеохімічний колообіг.

Екологічні компоненти ландшафту в екології розглядаються як основні матеріально-енергетичні складові екосистем. До них, за Н.Ф. Реймерсом, належать енергія, газовий склад (атмосфера), вода (рідка складова), ґрунтосубстрат, автотрофи-продуценти (рослини) та організми-гетеротрофи (консументи і редуценти) [11].

Екосистем, як таких, у природі не існує, а є лише конкретні предмети, об'єкти, процеси і явища. Екосистема – сукупність елементів, об'єднаних спільними ресурсами, зв'язками, функціональним середовищем і метою існування, яка має відсутні в окремих елементах властивості. Складові елементи екосистем – це будь-які умовно неподільні й самостійно функціонуючі її частини.

Нами пропонується один з можливих способів класифікації екосистем:

- 1) природа (генезис) об'єктів, що класифікують;
- 2) склад;
- 3) складність або організованість;
- 4) ступінь взаємодії з навколишнім середовищем;
- 5) мінливість у часі;
- 6) характер реакції на негативні впливи екологічних факторів.

За першою ознакою класифікації – природні (походження і доступність) – екосистеми бувають:

- фізичні (природні, матеріальні);
- абстрактні (штучні, ідеальні);

- гомогенні, що характеризуються однорідністю й слабкими зв'язками їх складових, зовні схожих, частин;

- гетерогенні, утворені ніби «спаюванням» різних своїх елементів.

За ступенем взаємодії з навколишнім середовищем (обмін потоками енергії, речовини та інформації) екосистеми можуть бути поділені на відкриті, закриті та ізолювані.

На відміну від двох останніх, відкриті екосистеми обмінюються з довкіллям усіма формами матерії, закриті – лише інформацією, а ізолювані – жодною з них. Що стосується четвертої ознаки – складності систем, то всі вони розділені на три групи: прості, складні й великі.

Відмінними властивостями двох останніх вважаються:

- а) унікальність – аналоги помітно відрізняються;

- б) багатоступеневий склад – ієрархічні підсистеми та компоненти;

- в) випадковий характер функціонування й реагування на вплив різних чинників;

- г) багатокритеріальність оцінки стану – необхідність у векторних показниках якості;

- д) слабка структурованість та різнорідність утворення їх частин.

Це означає, що основною відмінною ознакою великих екосистем є розміри, що не дозволяє провести їх дослідження без попередньої декомпозиції (розчленування на компоненти) з подальшим агрегуванням (укрупненням) їх елементів. Що стосується істотних ознак складної (тобто дослідження) і, звичайно ж, великої екосистеми, то до них необхідно підходити багатомодельно, тобто є необхідність у сукупності відповідних

моделей і методів та багаторівневий характер їх аналізу й синтезу.

Нарешті, завершальною, п'ятою ознакою, є мінливість екосистеми, тобто характер реакції щодо впливів різних екологічних чинників. Отже, екосистеми можна розділити на статичні й динамічні, а також на пасивні (детерміновані) та активні (стохастичні).

У деяких екосистемах, крім елементів, іноді доцільно виділяти компоненти (підсистеми), під якими розуміють сукупність однорідних елементів, об'єднаних спільними функціями та ресурсами.

Отже, до основних принципів загальної теорії та організації екосистем можна віднести твердження:

1) будь-яка екосистема виступає як триєдність мети, функції і структури; при цьому функція породжує систему, структура ж інтерпретує її функцію, а іноді й мету;

2) екосистеми (ціле) – більше, ніж сума складових її компонентів (частин), оскільки володіє емерджентною (неадитивною) інтегральною властивістю, відсутньою в її елементах або не виведених з їх властивостей без залишку;

3) екосистема не зводиться до суми компонентів і елементів, а будь-яке її механічне розчленовування на окремі частини призводить до втрати її істотних властивостей;

4) екосистема визначає природу її частин; поява в екосистемі сторонніх частин завершується їх переродженням, відторгненням або загибеллю;

5) усі компоненти та елементи екосистеми взаємопов'язані й взаємозалежні; вплив на одну частину екосистеми завжди супроводжується реакцією інших;

6) екосистема та її частини непізнавані поза свого оточення, яке доцільно ділити на близьке і далеке; зв'язки всередині екосистеми та між нею і ближнім оточенням завжди істотніше за всі інші;

7) поведінка екосистеми є наслідком взаємодії найсуттєвіших її елементів та зв'язків між екосистемою й навколишнім середовищем;

8) визначальний вплив на функціонування екосистеми чинять ланки її морфології, що включають у себе зворотні зв'язки;

9) стан і узагальнена структура екосистеми є причиною, а не результатом змін, що відбуваються;

10) проблеми створюються переважно всередині самої екосистеми, а не в її оточенні;

11) вивчити складну екосистему – це означає встановити найсуттєвіші відносини між її елементами й навколишнім середовищем; мета вивчення складної екосистеми – аналіз дієвості різних стратегій покращення і не завжди апіорна кількісна оцінка її інтегральних вихідних характеристик;

12) під час дослідження складної екосистеми важливіше розібратися з її узагальненою структурою, ніж намагатися кількісно оцінити й спрогнозувати всі істотні характеристики.

Суттєвою характеристикою будь-якої екосистеми є її склад. Склад екосистеми – це безліч елементів і компонентів, що утворюють екосистему.

Ознакою екосистеми є структурованість, взаємопов'язаність складових її частин, підпорядкованість організації всієї екосистеми до визначеної мети. Обов'язковим компонентом будь-якої екосистеми є складові елементи (підсистеми). Поняття «елемент» умовно й відносно, оскільки будь-який елемент

завжди можна розглядати як сукупність інших елементів. Під елементом мається на увазі підсистема, в середину якої морфологічний опис вже не проникає. Елементний склад може містити однотипні (гомогенні системи) та різнотипні (гетерогенні системи) елементи. Однотипність не означає повну ідентичність і визначає тільки близькість основних властивостей. Важливою ознакою морфології є природа елементів, де можна відзначити матеріальні, енергетичні та інформаційні елементи.

Оскільки всі підсистеми та елементи, з яких складається екосистема, певним чином взаєморозташовані та взаємопов'язані, утворюючи екосистему, можна говорити про структуру екосистеми.

Структура екосистеми – показник, що залишається незмінним у разі реалізації різних форм поведінки, при здійсненні системою різноманітних операцій та ін. Екосистема має, зазвичай, ієрархічну структуру, тобто може бути представлена у вигляді сукупності підсистем різного рівня, розташованих у порядку поступовості. Для аналізу тієї чи іншої конкретної екосистеми достатнім виявляється виділення певної кількості ступенів ієрархії.

Структура екосистеми – це безліч зв'язків та елементів, які мають найважливіше значення при забезпеченні енерго-, масо- та інформаційного обміну не тільки всередині самої екосистеми, але й між нею та навколишнім середовищем. У загальному вигляді під структурою екосистеми можна мати на увазі спосіб організації цілого з частин, якийсь вид упорядкування його окремих елементів і зв'язків.

З огляду на вирішальне значення зональних чинників на розвиток живої речовини Землі, правомірне уявити такий територіальний ряд супідрядних екосистем: елементарні, локальні, зональні та глобальні. Зрозуміло, що багатоклітинні організми являють собою багаторівневу ієрархічну структуру: клітина – субпопуляція клітин – тканина – орган – організм – популяція організмів – екосистема та ін. Для кожного рівня інтеграції характерні свої функції, а в радіобіології та радіоекології – свої критерії виживання.

Екосистема за своєю структурою є системою чітко ієрархічною, що відображається в її життєздатності. Кожний біологічний об'єкт в екосистемі займає визначене місце в ієрархії рівнів біологічної організації.

Екосистеми, як правило, функціонують у просторі й часі. У процесі функціонування екосистеми можуть змінюватися, переходити з одного стану в інший. Розглянемо категорії властивостей екосистеми, які можна розділити на статичні, динамічні та синтетичні.

Статична екосистема – це система з одним можливим станом. Серед статичних властивостей екосистеми можна виділити цілісність, відкритість, внутрішню неоднорідність системи та структурованість.

Під статичними властивостями екосистеми розуміють конкретні стани системи в будь-який, але фіксований період часу. Цілісність екосистеми, як одна зі статичних властивостей, означає, що екосистемі потрібно розуміти як єдине ціле, що відрізняється від інших систем, у тому числі й систем безпеки.

Під відкритістю екосистеми розуміють її взаємодію з іншими систе-

мами або навколишнім середовищем за допомогою входів і виходів.

Крім статичних властивостей екосистема має й динамічні властивості, тобто такі властивості, які змінюються в часі та через інші змінні обставини. До динамічних властивостей відносять функціональність, мінливість системи в часі та існування в мінливому середовищі.

Динамічна екосистема – система з безліччю станів, у якій з часом відбувається перехід з одного стану в інший.

Функціональність екосистеми спрямована на виходи екосистеми як функції часу. Стимульованість екосистеми визначає вплив на екосистему з боку входів ззовні так само, як функцію часу. Мінливість екосистеми в часі та швидкість змін визначають її динаміку. Причому можна й потрібно розглядати при цьому не тільки кількісні зміни, а й якісні показники.

Особливості властивостей екосистеми не обмежуються статичними

і динамічними властивостями. Так само існують і синтетичні властивості, до яких належать емерджентність, неподільність на частини, інгерентність (узгодженість моделі з оточуючим її культурним середовищем) та доцільність.

Екосистема, як складна сукупність взаємопов'язаних складових, з методологічних позицій може розглядатися по-різному, на різних принципах обмежень і умов. Це може бути просторове уявлення, коли, перш за все, враховуються географічні особливості, наприклад, рельєф місцевості, або особливості середовища існування життя – водне, ґрунтове.

Всі екосистеми (рис.) будемо поділяти на три групи:

- 1) природні – зберігають властиві їм природні особливості;
- 2) модифіковані – змінені внаслідок господарської діяльності людини;
- 3) антропогенні (штучні) – повністю створені людиною (посіви, сади та ін.).

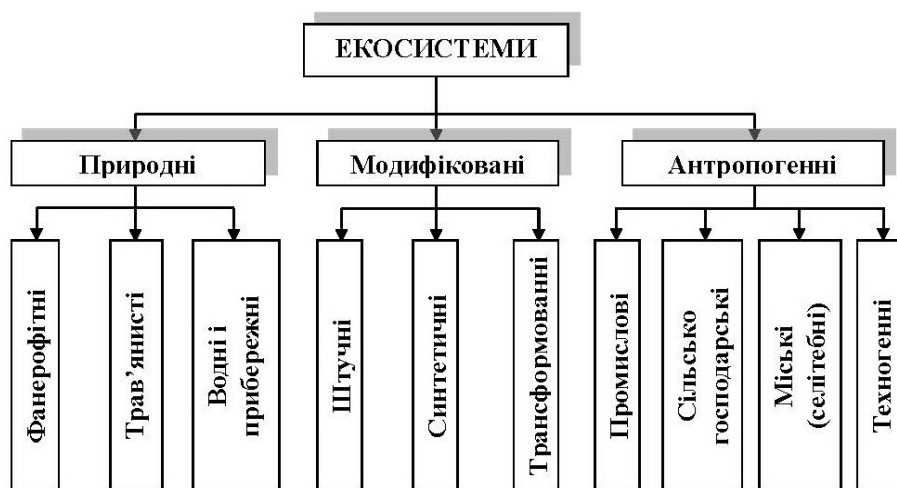


Рис. Класифікація екосистем за найбільш важливими факторами середовища

Природні екосистеми поділяємо на:

- 1) фанерофітні:
 - з домінуванням фанерофітів – лісові, рідколісні, чагарникові;
- 2) трав'янисті:
 - трав'янисті і чагарниково-трав'янисті мезофітного типу;
 - трав'янисті і чагарниково-трав'янисті ксерофітного типу;
 - розвиток яких викликаний геоморфологічними формами;
- 3) водні і прибережні екосистеми:
 - стоячих проточних континентальних водойм;
 - перезволожені.

Модифіковані екосистеми поділяємо на:

- 1) штучні, що зберігаються в недоторканості;
- 2) синтетичні, що змінюються від діяльності людини;
- 3) трансформовані, що перетворюються людиною.

Залежно від роду діяльності

людини антропогенні екосистеми будемо поділяти на:

- 1) промислові (екосистеми металургійного заводу, харчового виробництва та ін.);
- 2) сільськогосподарські (агроценози, птахофабрики, тваринницькі ферми та ін.);
- 3) міські – урбоекосистеми (екосистеми комунального господарства, житлового будинку та ін.);
- 4) техногенні (викопні канали, насипні, греблі та ін.).

Висновки

Отже, розробка і введення стрункої, зрозумілої для фахівців різних областей природокористування конкретних екологічних таксонів в практичну діяльність сільського, лісового, водного, рибного господарства, рекреації і оздоровлення, заповідної справи і багатьох інших суміжних галузей економіки України надає можливість оцінки, моделювання і прогнозу їх трансформації.

Література

1. Одум Ю. Экология / Ю. Одум; [пер. с англ.]. – М.: Мир, 1986. – Т. 1–2. – 704 с.
2. Сукачев В.Н. Построение классификации лесных биогеоценозов / Основы лесной биогеоценологии (под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса). – М.: Наука, 1964. – С. 487–500.
3. Добровольський В.В. Основи теорії екологічних систем: Навч. пос. – К.: Професіонал, 2005. – 272 с.
4. Быков Б.А. О классификации экосистем / Б.А. Быков // Экология. – 1985. – № 4. – С. 71–73.
5. Голубець М.А. Екосистемологія / М.А. Голубець. – Львів: ПОЛП, 2000. – 316 с.
6. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
7. Петлін В.М. Екологічні механізми організації природних територіальних систем / В.М. Петлін. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. – 304 с.
8. Архаров Л.М. Екологічні системи / Л.М. Архаров. – К.: Генеза, 1994. – 300 с.
9. Дылис Н.В. Развитие учения об экосистемах за рубежом / Н.В. Дылис // Лесоведение. – 1967. – Т. 3. – С. 66–75.
10. Дідух Я.П. Класифікація екосистем – імператив національної екомережі України / Я.П. Дідух, Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 2001. – № 4. – С. 393–403.
11. Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 366 с.

ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 332.2:332.3:502:504

ПРО РОЗРОБЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ЕКОЛОГІЧНОГО ОЗДОРОВЛЕННЯ БАСЕЙНІВ МАЛИХ РІЧОК УКРАЇНИ

Кузьмінський В.О.¹, Кузьмінський В.В.², Савчук Д.П.³

¹Державна екологічна академія
післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
kuzw@ukr.net;

²Президія Національна академія аграрних наук України
вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, 01010, Київ
e-mail: prezid@naas.gov.ua;

³Інституту водних проблем і меліорації
Національної академії аграрних наук України
вул. Васильківська, 37, 03022, м. Київ
iwpim.aan@gmail.com

У статті розглянуто проблеми і необхідність розроблення: 1. Концепції вирішення екологічних проблем малих річок України. 2. Загальнодержавної національної програми екологічного оздоровлення басейнів малих річок України. 3. Інтерактивної карти динаміки екологічного стану малих річок України і водних об'єктів у їх басейнах. *Ключові слова:* концепція, Загальнодержавна національна програма екологічного оздоровлення басейнів малих річок України, інтерактивна карта динаміки екологічного стану малих річок України, водні ресурси, басейновий принцип, якість води, забруднювачі вод малих річок, інтегроване управління.

О разработке общегосударственной национальной программы экологического оздоровления бассейнов малых рек Украины. Кузьминский В. А., Кузьминский В. В., Савчук Д. П. В статье рассмотрены проблемы и необходимость разработки: 1. Концепции решения экологических проблем малых рек Украины. 2. Общегосударственной национальной программы экологического оздоровления бассейнов малых рек Украины. 3. Интерактивной карты динамики экологического состояния малых рек Украины и водных объектов в их бассейнах. *Ключевые слова:* концепция, Общегосударственная национальная программа экологического оздоровления бассейнов малых рек Украины, интерактивная карта динамики экологического состояния малых рек Украины, водные ресурсы, бассейновый принцип, качество воды, загрязнители вод малых рек, интегрированное управление.

On development of all-state national program of ecological rehabilitation of small rivers of Ukraine water basins. Kuzminsky V., Kuzminsky V., Savchuk D. This paper considers problems and necessity of development of: 1. Concept of solution to ecological problems of

small rivers of Ukraine. 2. All-state national program on ecological rehabilitation of small rivers of Ukraine water basins. 3. Interactive map of small rivers of Ukraine and water bodies in their basins. *Keywords:* concept, national national program of ecological improvement of basins of small rivers of Ukraine, interactive map of dynamics of ecological state of small rivers of Ukraine, water resources, basin principle, water quality, pollutants of small rivers, integrated management.

Активне використання водних ресурсів малих річок обумовлює необхідність встановлення їх гідрологічних, соціальних, економічних, екологічних характеристик, взаємозв'язків водокористувачів та розробки інтегрованих підходів до управління водокористуванням в межах водних басейнів, що вимагає у свою чергу вдосконалення інституціональних структур та покращення виконавчої практики [1]. Наразі впровадження інтегрованого управління водними ресурсами є одним із пріоритетних напрямів державної екологічної політики України [2].

Мета статті:

1. Аналіз сучасного стану впровадження в Україні принципів інтегрованого управління якістю води на рівні річкових басейнів та обґрунтування перспектив екологічного оздоровлення басейнів малих річок України, раціонального використання як водних так і інших споживчих якостей ресурсів малих річок (гідроенергетичних, рибних запасів, продуктів евтрофікації, запасів мулу і сапропелю для відновлення родючості ґрунтів, розвитку спорту, рекреаційних можливостей та ін.)

2. Обґрунтування пропозицій щодо розроблення Концепції Загальнодержавної національної програми екологічного оздоровлення басейнів малих річок України, Загальнодержавної національної програми екологічного оздоровлення

басейнів малих річок України та Інтерактивної карти динаміки екологічного стану малих річок України.

Малі річки України мають екологічно катастрофічний стан антропогенного забруднення.

Відомо, що у річках з часом відбувається перерозподіл донних відкладень – одні ділянки замулюються, інші – розмиваються. Це природний процес.

Однак, протягом XX і XXI століть значно зросла інтенсивність антропогенного забруднення, використання води із річок на промислові і побутові потреби, сільське господарство, зрошення, перекидання води в інші річкові системи, регулювання річкового стоку шляхом будівництва штучних водойм та гідротехнічних споруд на них, що у свою чергу призвело до обміління, виснаження та істотного порушення природного режиму функціонування багатьох річок [3]. Для вирішення проблем зниження рівня забруднення вод малих річок та водних об'єктів у їх басейнах і управління водними відносинами необхідно мати важелі управління їх екологічним станом.

Щоб мати важелі управління екологічним станом малих річок та управляти водними об'єктами в їх басейнах, необхідно володіти відповідною детальною об'єктивною інформацією про екологічний стан таких об'єктів та оперативно впливати на цей стан шляхом застосування різноманітних

попереджувальних природоохоронних заходів. Отримання детальної об'єктивної інформації про стан водних об'єктів у басейнах річок, у т.ч. і малих річок, можливе лише на основі здійснення систематичного їх моніторингу з використанням електронної бази даних на основі Інтерактивної карти динаміки екологічного стану малих річок України та водних об'єктів у річкових басейнах. На сьогодні ми маємо розробки Держводагентства України, як перший крок в цьому напрямку. Держводагентство впроваджує європейську систему моніторингу водних ресурсів України та запускає сучасний геопортал «Водні ресурси України». Держводагентство відходить від пострадянської системи моніторингу водних ресурсів України та впроваджує сучасну систему, яка була розроблена з урахуванням вимог законодавства, прийнятого в рамках апроксимації норм ЄС.

Завдяки цим розробкам появилась можливість представляти будь-яку детальну інформацію в режимі online про водні об'єкти в басейнах малих річок та екологічний стан вод малих річок, які є джерельними судинами середніх та великих річок і водойм у їх басейнах.

З аналізу презентації, стало очевидним, що якщо на протязі всієї історії України, до сьогодні суспільству не вдалось встановити навіть точну цифру кількості річок в Україні (за різними джерелами – такі дані: 63129, 71000, 73000 і навіть 89763 річки), то тепер з'явилася методика і спосіб для уточнення не тільки їх фактичної кількості, а й можливість представляти будь-яку детальну інформацію в режимі online про кожну річку і всі водні об'єкти в її басейні та їх еколо-

гічний стан і фіксувати ці дані в електронній базі, візуалізуючи їх на електронних картах річкових басейнів. Це сучасна геоінформаційна система, яка міститиме актуальні: географічні, гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні, радіологічні та інші (за запитом користувачів) дані річкових басейнів України. А в майбутньому і дані по використанню ресурсів в басейнах річок: У програмах екологічного відродження малих річок на усіх рівнях – державному, регіональному, басейновому, галузевому та місцевому – передбачити раціональне використання ресурсів малих річок (гідроенергетичний потенціал, рибні запаси, продукти евтрофікації, запаси мулу і сапропелю для відновлення родючості ґрунтів, розвитку спорту, рекреаційних можливостей та ін.).

Застосування фонового моніторингу малих річок (використання загальноприйнятого еталону порівняння – кларку) є методично складним та проблематичним з огляду визначення його об'єктивних вихідних параметрів.

Більш прийнятним для спостереження за станом малих річок є застосування **загальнодержавного (стандартного) моніторингу**, а також спеціальних його видів: моніторинг антропогенного впливу на водні об'єкти, моніторинг водних об'єктів у місцях їх використання, кризовий моніторинг. Однак наявна на сьогодні система загальнодержавного моніторингу має певні недоліки.

Аналіз роботи басейнових управлінь водних ресурсів Держводагентства України за 2011-2016 рр. свідчить про недостатню мережу спостережень за станом водних ресурсів, і зокрема малих річок. Також є

вкрай обмеженим перелік показників, за якими здійснюється моніторинг і комплексна оцінка стану малих річок. Інтегральна оцінка стану малих річок майже не здійснюється (вона свого часу була запропонована вченими Українського науково-дослідного інституту водно-екологічних проблем – УНДІВЕП) [4, 5].

В останні 10-15 років викликає значне занепокоєння прогресуюче накопичення промислових і побутових відходів. Найбільшими забруднювачами навколишнього середовища (у тому числі і водних ресурсів) є хімічна, металургійна, вуглевидобувна промисловості, комунальні підприємства міст і селищ міського типу, сільське господарство. За заявою Міністра екології і природних ресурсів України Остапа Семерака (виступ у Верховній Раді України 10 листопада 2017 р.) кожного року на одного українця створюється майже десять тонн відходів. В Україні накопичилось понад 36 млрд тонн відходів, а це понад 50,0 тисяч тонн на 1 кв. км території. Таким чином, ситуація наразі із забрудненням навколишнього середовища, у тому числі водних ресурсів, в Україні просто катастрофічна.

В той же час слід зазначити, що більшість очисних споруд в усіх галузях держави побудовано в 70-80 роках ХХ століття за проектами 60-х років, тому вони морально застаріли і мають значний фізичний знос.

Самостійно вирішити питання з будівництва та реконструкції очисних споруд комунальні та промислові підприємства на районному рівні не в змозі. Обмежені також кошти місцевих та обласних бюджетів на такі цілі. У зв'язку з цим автори статті з високою імовірністю вбачають закономір-

ним те, що забруднення водних ресурсів за останні 10-20 років (і у першу чергу малих річок) змістилося у сторону більш рівномірного розміщення та розпорошення його джерел уздовж усієї території річкових басейнів, а не тільки у точкових місцях викидів стічних вод великими промисловими підприємствами у середні і великі річки.

Тому, з врахуванням вище згаданих факторів, які впливають на стан водних ресурсів, залишається вкрай актуальною, навіть гострою, потреба у вдосконаленні системи загальнодержавного моніторингу стану водних ресурсів, а також створенні на основі цього ефективної динамічно діючої моделі інтегрованого управління водними ресурсами. А щоб її мати, необхідно скоординувати і сконцентрувати зусилля вчених і різносторонніх фахівців на державному, управлінському, виконавчому, регіональному та місцевому рівнях з метою законодавчого, науково-методичного, організаційного забезпечення розробки Концепції Загальнодержавної національної програми вирішення екологічних проблем малих річок України, Загальнодержавної національної програми екологічного оздоровлення басейнів малих річок України, які є основним джерелом формування середніх та великих річок, водойм і водосховищ України, як судин живлення та формування водних ресурсів України. І вони мають бути захищеними і чистими.

Розробка такої програми, її належне фінансування та відповідна реалізація комплексних природоохоронних заходів будуть вагомою підтримкою зусиль суспільства на шляху до головної стратегічної мети – досягнення *прийнятної споживчої якості*

води для певного виду водокористування та водоспоживання і безпечного екологічного стану у басейнах річок, що відповідає зобов'язанням України в рамках дій «довкілля для Європи» та покращенню співпраці із країнами-членами ЄС.

Прийнятна споживча якість води – це допустимий рівень хімічного, біологічного, токсикологічного, органолептичного, радіаційного забруднення та відповідні фізичні властивості води водного об'єкта, які зумовлюють її придатність для певних видів використання (певних водокористувачів та водоспоживачів) або споживання з точки зору санітарних обмежень – для людей, тварин, біоти; технологічних показників – для промислового та сільськогосподарського виробництва; санітарно-токсикологічних показників – для харчової промисловості тощо. Якість води належить до найважливіших характеристик водних ресурсів, яка визначає можливість їх безпечного використання у різних галузях народного господарства країни.

Заглиблюючись у процеси дослідження несприятливих змін навколишнього природного середовища внаслідок деградації природних екосистем під впливом антропогенних чинників виявляємо, що надзвичайно важливим є не тільки вивчення закономірностей цих змін, а й ступеня впливу різних факторів (як природних так і антропогенних) на стан компонентів довкілля. Наприклад, важливим для оцінки екологічного стану малих річок є вивчення не тільки різновидів наявних забруднень і кількості їх складових на даний момент у воді (які потрапляють у малі річки), а також і систематизація та облік дже-

рел таких забруднень, характер динаміки їх територіального розподілу у басейнах річок. І тут вкотре приходимо до закономірного висновку, що ефективне інтегроване управління водними ресурсами неможливе без функціонування повно цінної системи моніторингу з використанням електронної бази даних на базі Інтерактивної карти динаміки екологічного стану малих річок України та водних об'єктів у річкових басейнах.

Для забезпечення зменшення забруднення річок вкрай важливим є розширення повноважень екологічних контролюючих інституцій, зокрема з питань контролю за екологічною модернізацією виробничих потужностей промислових підприємств та інших об'єктів-забруднювачів, тобто за дотриманням сучасних природоохоронних вимог (з врахуванням відповідних стандартів ЄС) при модернізації очисних споруд, замкнених систем водопостачання, водооборотних систем тощо. У зв'язку з цим необхідне також розширення повноважень та посилення функцій контролю з боку Держекоінспекції України за недопущенням скидів у водойми забруднень, які перевищують гранично допустимі норми.

Ще трохи і Україна може позбутися одного із своїх основних багатств – річок. До цього призводять, в основному, періодичне пересихання (виснаження) та катастрофічне забруднення річок.

На території України налічується близько 71 тисячі річок та струмків, 69 тисяч з яких мають довжину до 10 км. Тобто, 90 відсотків з них відноситься до категорії малих річок. У басейнах малих річок формується 60 % водних ресурсів України.

Внаслідок господарської діяльності природний стан малих річок істотно змінюється. Повсюди здійснюються скиди неочищених стічних вод та скиди поверхневого стоку в період злив та затяжних дощів. Внаслідок забруднення річок їх санітарний стан істотно погіршується, особливо влітку. У воді деяких річок все частіше виявляють високий вміст кишкової палички. Виникає необхідність заборони купання в річках. Влітку 2017 року на водоймах Дніпропетровщини було введено таку заборону. На протязі багатьох років на півдні України в річки стали надходити зворотні води із зрошувальних систем, в тому числі із рисових полів, що сприяло підвищенню мінералізації річкової води.

Відомо, що у результаті антропогенної діяльності річка та її басейн зазнають істотних впливів та трансформацій, які призводять до зміни русла, берегів, гідрологічного та гідрохімічного режимів, як значного збільшення, а потім і уповільнення течії води, формування застійних зон, підпорів і підйому рівнів води, затоплення і підтоплення територій та інших негативних процесів, що призводить в результаті до замулювання річок.

До негативних наслідків багаторічного антропогенного впливу на річки відносять, у першу чергу, характер і результати проходження паводків і повеней на річках, особливо повеней чи паводків катастрофічно-історичних. Необхідно зазначити, що крім основної причини – гідрометеорологічної ситуації, на масштаби наслідків проходження паводків істотно впливає ряд антропогенних факторів, а саме: суцільна, часто незаконна забу-

дова в межах прибережних захисних смуг, їх засмічення, захаращеність кюветів, підмостових отворів, водовипускних труб. Усе це створює загрозу розмиву ґрунтів, заторів, підйомів рівнів води, збільшення швидкостей течії, і як наслідок – руйнування гідротехнічних споруд, берегів тощо. Виконання лише протипаводкових та водоохоронних заходів, без дотримання належного режиму господарювання на водозборах річок, не дасть очікуваних результатів із покращення екологічної ситуації в басейнах малих річок.

Найбільші за масштабами затоплення та підтоплення територій виникають у періоди інтенсивного випадання атмосферних опадів, бурхливого сніготанення, високої та аномально високої водності. За різними джерелами встановлено, що інтенсивні затоплення та підтоплення у басейнах річок України повторюються майже через кожні чотири роки, а іноді і частіше. Надзвичайні підтоплення на заході України мали місце в 1998, 2003, 2005, 2008, 2010 рр.

До одного із основних негативних факторів, які останнім часом формують несприятливий екологічний стан у басейнах малих річок, слід віднести і господарську діяльність в прибережних захисних смугах з грубим порушенням вимог чинного законодавства, а саме: захаращеність, засміченість русел малих річок та прибережних захисних смуг, надмірна розораність прибережних захисних смуг, безсистемна вирубка лісів, замуленість каналів та кюветів, меліоративних каналів внутрішньогосподарської мережі тощо.

Майже повна відсутність регіональних програм по оздоровленню

малих річок, коштів на ці цілі з місцевих бюджетів та природоохоронних фондів призводять до погіршення гідрологічної, екологічної ситуації на річках. Невиконання заходів з встановлення прибережних захисних смуг на місцевості, особливо на територіях міст та населених пунктів істотно погіршує екологічну ситуацію на річках. За останні роки спостерігається прогресуюча деградація річкових екосистем.

Таким чином, у зв'язку зі значним систематичним антропогенним навантаженням на річкові басейни русла більшості малих річок замулились, заросли жорсткою рослинністю та втратили дренажну здатність. Створено недостатньо прибережних захисних смуг уздовж річок і навколо водойм (винесення в природу на місцевості), майже відсутнє законодавчо-нормативне забезпечення дієвого контролю господарської діяльності в зоні дії прибережних захисних смуг.

Значно впливають на малі річки стоки (очищені і неочищені): комунальні, промислові, сільськогосподарські, а також побутові відходи, в тих випадках, для невеликих річкових екосистем, коли об'єм цих стоків може бути таким самим або й більшим, ніж об'єм стоку малої річки.

Варто проаналізувати лише такі фактори, які впливають на виснаження або забруднення водних ресурсів, як стає очевидним наскільки складним постає процес інтегрованого управління водними ресурсами, у першу чергу управління процесами забруднення та його недопущення. А така ситуація виникає переважно на півдні України, коли витрати води на споживання або на безповоротне водокористування перевищують мож-

ливості водного джерела у межевий період.

Загальний об'єм безповоротного споживання річкового стоку в басейнах малих річок України складає 1,64 куб. км, що становить 14 % сумарного об'єму річкового стоку України. Вважається, що стресовий стан водних ресурсів настає тоді, коли об'єм річкового стоку не забезпечує принаймні 10 – кратного розбавлення забруднених вод.

Запаси водних ресурсів (річкового стоку) в Україні на одну людину становлять близько 1,0 тис. куб. м на рік, що є одним з найменших показників у Європі (для прикладу: Норвегія – 96,9; Росія – 25,4; Швеція – 24,1; Фінляндія – 22,5; Франція – 2,9; Італія – 3,9; Білорусь – 3,3; Англія – 2,7; Польща – 1,4; ФРН – 1,3; Угорщина – 0,8 тис. куб. м на рік).

Головним постачальником води для України є Дніпро. Інші річки, що забезпечують потреби у воді, це Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води й повноводдя цих водних артерій залежать головним чином від стану їх приток – малих річок, яких налічується в Україні близько 71 тис., вони мають величезне значення (варто згадати, що 90% населених пунктів розташовані саме в долинах малих річок та користуються їхньою водою). Проте стан малих річок України на сьогодні є надто складним: понад 20 тис. їх вже зникло, пересохло. Це, звичайно, зумовлює деградацію і великих річок, тому проблема їх збереження й оздоровлення – одна з найгостріших для України [6].

Таким чином, станом на 2017 р. екологічний стан малих річок країни є не просто незадовільним, а три-

можно катастрофічним. Нечисленні безсистемні спроби розчищення русел річок (які ще наразі у незначних обсягах проводять водогосподарські організації, які підпорядковані басейновим управлінням водних ресурсів Держводагентства України) не досягають бажаних результатів. Тому на сьогодні постають питання комплексного екологічного відродження та оздоровлення малих річок з урахуванням ландшафтно-природних умов і обов'язкового аналізу інтенсивності господарської діяльності в межах кожного річкового басейну на основі здійснення систематичного загальнодержавного моніторингу.

Свого часу (1998-2001 рр.) фахівцями Українського науково-дослідного інституту ту водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП) було виконано аналіз антропогенного навантаження та оцінку екологічного стану малих річок України, кожна з яких характеризувала певну територію і була для неї репрезентативною [7]. Усього для оцінки було відібрано 62 малі річки. За фізико-географічними регіонами вони були розподілені так: Карпати – 4, Полісся – 17, Правобережний Лісостеп – 12, Лівобережний Лісостеп – 9, Правобережний Степ – 3, Лівобережний Степ – 12, Посушливий Степ і Степовий Крим – 3 та Гірський Крим – 2.

На підставі оцінки використання земельних і водних ресурсів у басейнах річок, якості їх води і ступеня хімічного і радіоактивного забруднення (окремі із оціночних показників мають від 4 до 20 складників) здійснювалася інтегральна оцінка екологічного стану басейну річки в цілому.

Оцінка (клас), одержана внаслідок розрахунків на основі логіко-ма-

тематичної моделі, є інтегральним відображенням антропогенного навантаження на басейн річки. За результатами здійсненої оцінки із 62 басейнів екологічний стан лише одного класифікувався як «зміни незначні». Як «задовільний» оцінено стан басейнів шести річок (близько 10 % всієї їх кількості, взятої для оцінки), як «поганий» – 25 (40 %), «дуже поганий» – 19 (31 %), «катастрофічний» – 11 басейнів (18 % всіх досліджених). Таким чином, майже 89 % опорних для усіх фізико-географічних регіонів країни басейнів річок мали екологічний стан «поганий», «дуже поганий» і «катастрофічний». Автори дослідження (УНДІВЕП) вважають, що отримані оцінки певною мірою можна поширити на всі малі річки України [7].

Показовим прикладом комплексного розв'язання задач з відновлення та оздоровлення малих річок на сучасному етапі можна, без сумніву, вважати наукове обґрунтування та практичне застосування комплексу заходів із екологічного оздоровлення та захисту територій сільськогосподарських угідь і сільських населених пунктів від затоплення та підтоплення у басейні річки Каланчак у Херсонській області (колектив вчех них Інституту водних проблем і меліорації НААН – ІВПіМ). Було застосовано басейновий підхід для поглибленого вивчення стану русла та басейну річки, причин, чинників і джерел затоплення та підтоплення, наукового обґрунтування та розроблення ефективних заходів з оздоровлення річки, раціонального управління водними і земельними ресурсами в межах річкового басейну [8].

Слід зауважити, що співпраця управлінських структур та водогосподарських організацій Держводагентства України із місцевими громадами щодо запобігання забрудненню водних ресурсів промисловими підприємствами та іншими водокористувачами поки що не дає належних результатів. Не останню роль тут відіграє майже повна відсутність відповідних механізмів фінансування природоохоронних заходів із місцевих бюджетів. Тому у цьому контексті має бути посилена спрямованість дій як місцевих органів самоуправління, так і державних, регіональних, басейнових органів управління на законодавчо-нормативне, організаційне, фінансове забезпечення такого співробітництва в межах певного басейну. І тут важливе місце повинна посідати спільна активна громадянська позиція небайдужих фахівців водогосподарської галузі і громадян щодо вирішення питань охорони та відновлення басейнів малих річок на місцях.

9 листопада 2017 року при Державному агентстві водних ресурсів України відбулося засідання Громадської ради, яке було приурочене питанню покращення екологічного стану малих річок України. Зокрема, члени громадської ради вирішили звернутись до місцевих органів влади з пропозицією щодо розробки регіональних програм оздоровлення малих річок з урахуванням результатів інвентаризації гідротехнічних споруд і штучних водойм на малих річках. Також у зверненні вкотре відзначалося, що заходи з розчищення русел річок без запровадження комплексного підходу до відновлення природного стану річок не дадуть очікуваних результатів. Однак, на думку

авторів статті, такі звернення і співпраця на місцевому рівні є необхідною, але вкрай недостатньою умовою для комплексного вирішення усіх проблемних питань, які накопичились за останні десятиріччя в результаті неконтрольованого (а у багатьох випадках і хижацького) використання водних ресурсів України [9, 10, 11].

Виходячи із усього вище викладеного стає очевидним, що станом на 2017 та наступні роки назріла гостра об'єктивна необхідність розробки Концепції вирішення екологічних проблем малих річок України, зокрема оздоровлення стану їх басейнів. На основі такої концепції необхідне розроблення та затвердження відповідної комплексної Загальнодержавної національної програми екологічного оздоровлення басейнів малих річок України, яка передбачала б поетапність комплексних природоохоронних заходів, а також механізми та джерела фінансування таких заходів для усіх регіонів України, а не тільки для басейну р. Дніпро (на 2018 рік з державного бюджету на виконання природоохоронних та протипаводкових заходів за «Загальнодержавною цільовою програмою розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» передбачено виділення коштів лише у обсягах 0,03 % від потреби).

На глибоке переконання авторів статті, окрім коштів із екологічного податку (майже 80 % якого спрямовується саме до місцевого бюджету) для фінансування природоохоронних заходів з відновлення басейнів малих річок необхідно передбачати формування інших механізмів та джерел фінансування.

На глибоке переконання авторів, Загальнодержавна національна програма екологічного оздоровлення малих річок і річкових басейнів України повинна обов'язково

включати окремий розділ із спеціалізованого комплексу заходів, специфічних правил і норм їх застосування у міських межах та межах інших населених пунктів з урахуванням особливостей цих територій (щільна їх забудова, переважно промисловими об'єктами та житловими масивами; надмірний рівень надходження забруднюючих речовин; широкий спектр видів забруднюючих речовин тощо) [12].

У кожному конкретному випадку базовий перелік заходів у такому комплексі може змінюватись (доповнюватись) з урахуванням конкретних характеристик річки та річкового басейну, результатів вивчення і аналізу природних, господарських і соціально-економічних умов водокористування в його межах з доповненням блоків: законодавчого, контрольного, інвестиційного та фінансового забезпечення тощо.

У загальному вигляді в основу вище означеної загальнодержавної програми з метою її практичної реалізації може бути покладений багатofункціональний комплекс заходів із екологічного оздоровлення малих річок і річкових басейнів, який повинен включати природоохоронні, санітарно-гігієнічні, гідротехнічні, агротехнічні, лісомеліоративні, організаційно-господарські та інші заходи (рисунок 1).

При цьому, розробка і формування означеного комплексу заходів повинні здійснюватись строго за басейновим принципом управління і враховувати

відповідні нор ми нещодавно прийнятого Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом»: до Водного кодексу України внесено зміни у частині гідрографічного і водогосподарського районування території України та нове поняття «план управління річковим басейном» з характеристикою основних елементів такого плану (прийнято Верховною Радою України 4 жовтня 2017 р.).

Нарешті, на вищому законодавчому рівні (Закон України) прийнято конкретне рішення щодо імплементації основних положень законодавства ЄС з охорони водних ресурсів [13]. Директивою Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу від 23 жовтня 2000 року (статті 6, 8, 9, 13) передбачено, зокрема, **створення реєстру водоохоронних зон** у межах кожного району річкового басейну, **програм моніторингу стану поверхневих вод**, стану підземних вод та їх охоронних зон, покриття витрат за водні послуги, **складання планів управління річковими басейнами**. Будемо сподіватися, що згадане законодавче підґрунтя дасть вагомий поштовх і стимул для подальших логічних і послідовних кроків органів державної законодавчої і виконавчої влади на шляху охорони водних ресурсів країни, і зокрема їх базового елементу – басейнів малих річок.

У складі комплексного захисту прируслових територій та територій населених пунктів важливе значення також мають організаційні заходи з раціонального використання водних ресурсів басейну кожної

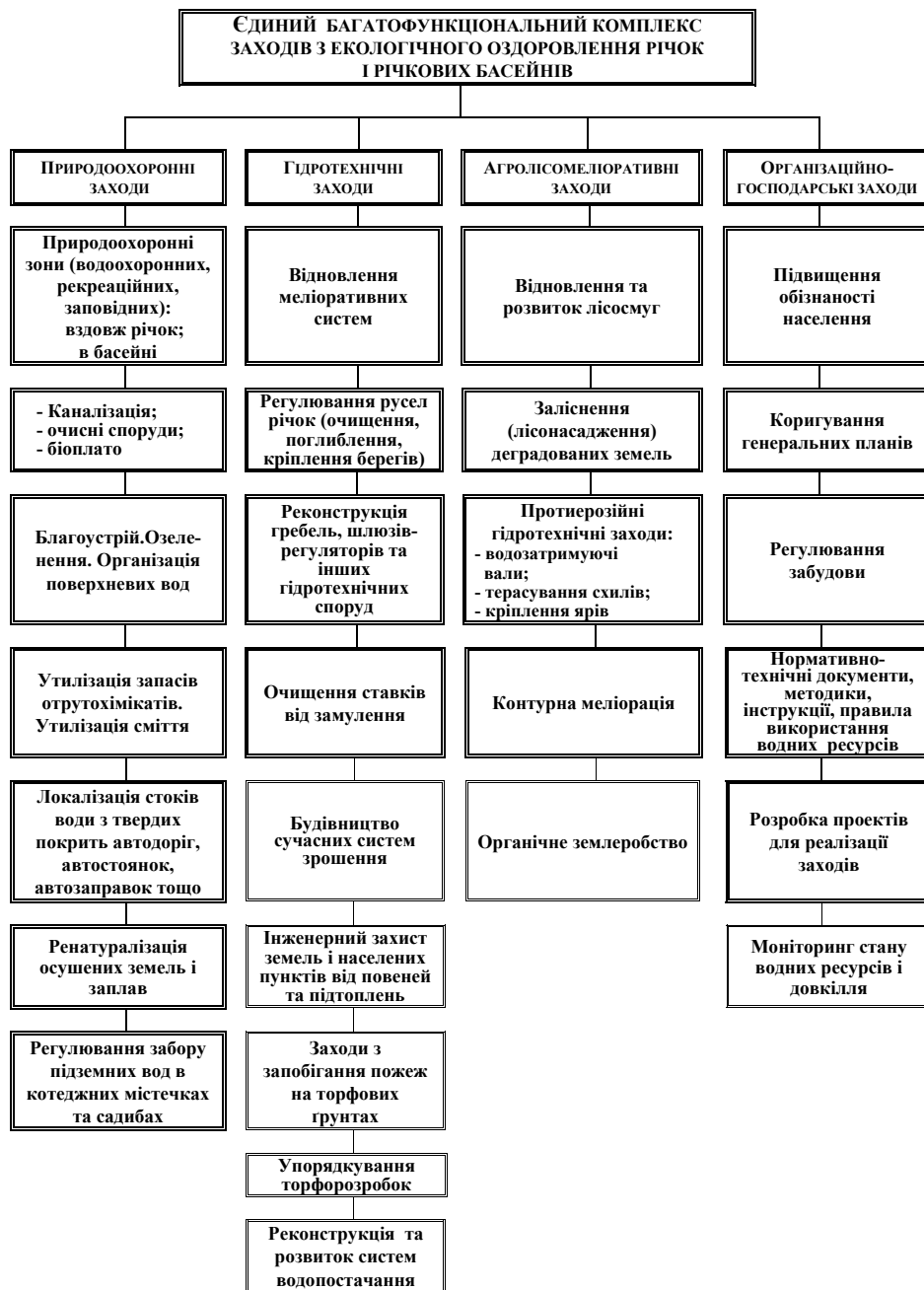


Рис. 1. Схема комплексу заходів з екологічного оздоровлення річок і річкових басейнів (автор Д. П. Савчук) [9]

річки, у південних районах України заходи з постійної економії поливної і водопровідної води, збільшення площ краплинного зрошення овочевих культур, садів і виноградників, оптимізації плодозмін та структури використання земельних ресурсів, збільшення площ лісосмуг та інших захисних насаджень, зменшення розорюваності земель, заходи з ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунтів, застосування протиерозійних гідротехнічних споруд, заходи щодо залуження еродованих, дефляційно небезпечних та деградованих земель, заходи щодо контурно-меліоративної організації землекористування територій на еколого-ландшафтній основі.

Особливо важливе значення має меліорація річок, яка зазвичай включає регулювання русла (поглиблення, розчищення, виправлення з урахуванням допустимих швидкостей течії води), регулювання річкового стоку (влаштування ставків, водойм), забезпечення оптимального співвідношення між лісом, ріллею та іншими угіддями в межах річкового басейну, встановлення водоохоронних зон та прибережних захисних смуг, раціональне використання і охорону водних ресурсів річки [14, 15].

Зважаючи на велику протяжність, швидке заростання та замулення русла, доцільно для його розчищення придбати спеціальну техніку (типу амфібії), за допомогою якої експлуатаційні меліоративні роботи проводились би практично постійно [16, 17]. Збільшення водності малих річок та поліпшення якості води на півдні країни можуть бути досягнуті також за рахунок використання прісної води і подачі її в річку з великих магістральних каналів, які перетина-

ють її долину (наприклад в зоні розташування Північно-Кримського каналу та каналу Дніпро-Інгулець).

Реалізація комплексу зазначених заходів дозволить відновити первісний стан малих річок, дасть змогу знизити ризики затоплення і підтоплення територій природного та техногенного характеру, створити екологічно чисті водні об'єкти, водоохоронні зони, прибережні захисні смуги та місця відпочинку, поліпшити водно-екологічну ситуацію і мікроклімат в басейнах річок, покращити умови життєдіяльності населення на берегах річок та в їх басейнах, забезпечить раціональне управління водними ресурсами.

Таким чином, розробка науково обґрунтованого підходу до ефективної експлуатації водних ресурсів малих річок повинна містити окрім аналізу стану їх зарегульованості та характеру господарської діяльності і розробку комплексу природоохоронних заходів, які включали б раціональні методи відновлення природного стану річок, як проточних екосистем, захисту територій і населених пунктів від шкідливої дії вод в зонах ризиків затоплення і підтоплення, встановлення для малих річок граничних величин емісії забруднюючих речовин тощо.

Прийняті в тому чи іншому регіоні стратегії оздоровлення річок повинні ґрунтуватися на чіткому розумінні природних процесів, які потрібно відновити і зберегти, визнанні суспільних цінностей і відповідальності, кількісному аналізу екологічних умов, визначенні вимог до якості інформації, що використовується.

Розробка та впровадження заходів з поліпшення стану русел малих річок повинні носити комплексний

характер. Регулювання, виконані поза комплексом заходів і без врахування фізико-географічних умов та характеру господарської діяльності, при ведуть тільки до погіршення умов формування в річній системі твердого та рідкого стоку. А це, в свою чергу, може викликати небажаний розвиток процесів на приуслівих територіях. Наприклад, розчищення русел малих річок з метою збільшення їх дренажної спроможності, або пропуску об'ємів повеневих вод може призвести до суттєвого зниження рівня ґрунтових вод у меженний період на приуслівих територіях, що сильно пересушує заплави. Тобто, знову ж таки порушуються природні умови, втрачається встановлена рівновага, а розчищені русла – канали знову швидко замулюються. Більше того, нерідко спостерігається інтенсифікація процесів замулення. Тому регулювання русел малих річок повинно супроводжуватись детальним науковим дослідженням гідрологічних, гідрогеологічних, геологічних та ландшафтних особливостей кожної конкретної річки. Позитивні наслідки від розчищення русел річок без впровадження водоохоронних заходів, з не урахуванням зазначеного комплексного підходу на усій площі водозбору, будуть носити тільки тимчасовий характер.

Таким чином, на переконання авторів статті, для створення у перспективі сприятливого режиму використання водних ресурсів малих річок, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, необхідно виконати першочергові заходи: розробка басейнових природоохоронних програм, в яких передбачити будівництво та реконструкцію систем водопостачання, каналізації,

очисних споруд, обладнаних полігонів твердих відходів, заводів по переробці відходів для забезпечення зменшення і з часом повного припинення скидів забруднених зворотних вод у водні об'єкти; вдосконалення економічного механізму водокористування і реалізації водоохоронних заходів, спрямування їх не тільки на будівництво очисних споруд, а й на впровадження водозберігаючих технологій у суспільному та приватному виробництві; облаштування та винос в природу прибережних захисних смуг та їх передача під постійний контроль і користування спеціалізованим організаціям, як це передбачено Водним і Земельним кодексами України; визначення та винесення в природу зон затоплення паводками різної забезпеченості; організація роботи по встановленню водоохоронних зон; удосконалення системи державного моніторингу якості води; виконання заходів щодо покращення стану річок, а також захисту територій та населених пунктів від шкідливої дії вод; посилення контролю з питань охорони водних ресурсів від забруднення та засмічення, нормування економічного та раціонального використання води, дотримання режиму господарської діяльності на землях водного фонду та правил експлуатації водосховищ; посилення роботи із паспортизації малих річок; проведення за рахунок коштів державного і місцевих бюджетів профілактичних доглядових заходів на передгірських ділянках річок, у першу чергу на ділянках у зоні існуючих протипаводкових споруд, та заходів з відродження малих річок до стану еталонних; залучення додаткових коштів місцевих бюджетів і коштів

підприємств і відомств та з інших джерел фінансування на проведення протипаводкових і природоохоронних заходів; для покращення роботи лабораторій моніторингу за станом басейнів річок не обхідно поновити і доукомплектувати їх сучасним обладнанням та устаткуванням.

На найближчі роки першочерговими заходами для забезпечення ефективних управлінських рішень у галузі використання та охорони водних ресурсів є: вдосконалення моніторингу стану водних ресурсів на основі використання басейнового принципу управління, складання планів управління річковими басейнами, застосування науково-обґрунтованого підходу до розробки і формування багатофункціональних комплексних заходів із екологічного оздоровлення малих річок і річкових басейнів, створення ефективного механізму фінансування водоохоронних заходів, залучення закордонних та вітчизняних інвестицій, подальше впровадження геоінформаційної системи моніторингу стану водних об'єктів та водокористування в басейнах малих річок з метою забезпечення прийняття ефективних управлінських рішень, створення у рамках реалізації Загальнодержавної національної програми екологічного оздоровлення басейнів малих річок України та Інтерактивної карти динаміки екологічного стану малих річок України.

І на завершення, хотілось би навести приклад застосування європейських стандартів до раціонального використання водних ресурсів. За результатами аналізу і оцінки інтенсивності водокористування в європейських країнах Комітетом з екологічної політики Європейської економічної

комісії ООН було визначено – коли споживається менше 10 % річкового стоку, тоді водокористування вважається задовільним. При використанні до 20 % стоку виникає необхідність обмеження водокористування і виконання заходів з регулювання стоку та впровадження технологій з ощадливого водокористування. Якщо використання перевищує 20 % стоку, водний об'єкт не спроможний забезпечити збалансований соціально-економічний розвиток даного регіону.

Ці рекомендації Комітету з екологічної політики повинні бути прийнятними як гранично допустимі і для малих річок України, тому що при більшому безповоротному споживанні водного стоку помітно зменшується здатність водотоку до саморегуляції і істотно порушуються природні взаємозв'язки екосистеми малої річки в цілому.

Причини, які призвели до екологічно критичного стану малих річок наступні:

- безсистемне вирубування лісів, що призводить до змиву ґрунту по територіях басейнів річок і безперешкодне потрапляння його до русла, що сприяє формуванню максимальних повеней та паводків;
 - порушення агротехнічних вимог до обробітку ґрунтів на схилах;
 - проведення меліорації заплав без регулювання стоку з вирубуванням лісів, що призводить до висушування ґрунту в прибережній смузі річок;
 - незавершення паспортизації усіх малих річок та тимчасових потічків;
 - незавершення процесу інвентаризації усіх забруднювачів вод в басейнах малих річок;

- незавершення процесу упорядкування водоохоронних зон та прибережних захисних смуг річок України, особливо в містах та населених пунктах;

- недотримання землекористувачами обмежень щодо використання земель у водоохоронних зонах та прибережних захисних смугах;

- послаблення догляду за грелями-загатами, які регулюють стік, що сприяє швидкому виносу весняних вод у більш великі річки;

- розорювання заплав, що обумовлює, як правило, обміління і пересихання річок;

- недовірливий контроль за скидами усіх видів забруднень у водні об'єкти;

- неналежний експлуатаційний догляд за водосховищами і ставками;

- продовження будівництва ставків в басейні без відповідного водогосподарського і екологічного обґрунтування;

- замість упорядкування джерел щодо підтримання водності основних річок утворено низку замулених, евтрофікованих штучних водних об'єктів з порушеними екосистемами;

- евтрофікація водойм, що є наслідком забруднення вод; під її впливом масово гине риба та інші гідробіоти, що наносить значну шкоду державі;

- частота переструктуризації інспекційних органів є частішою, ніж адаптація новостворених інспекційних органів до змін екологічного стану довкілля (владні структури замість розширення повноважень та підсилення контролюючих функцій Держекоінспекції України пропагують під виглядом «мудрих рішень» реструктуризацію інспекційних органів, а то і ліквідацію, що наводить

на риторичні запитання, а що краще: контролюваність екологічного стану довкілля чи безконтрольність господарювання в галузі природокористування і кому це вигідно; а чи не шкодить (загрожує) це суверенітету України, якщо екологічна ситуація в Україні у всіх відношеннях щодо забруднення річок буде безконтрольно погіршуватись, то висновки зрозумілі навіть школярам.

ПРОПОНУЄМО

1. Міністерству екології та природних ресурсів України, Держводагентству України

1.1. Розробити Концепцію вирішення екологічних проблем малих річок України на основі басейнових програм БУВР – як необхідність обґрунтування комплексу водоохоронних заходів на державному, регіональному, басейновому, галузевому та місцевому рівнях.

1.2. Розробити Загальнодержавну національну програму екологічного оздоровлення басейнів малих річок України на основі басейнових програм БУВР, як базовий напрям розв'язання усього спектру наявних водно-екологічних проблем.

1.3. У програмах екологічного відродження малих річок на усіх рівнях – державному, регіональному, басейновому, галузевому та місцевому – передбачити раціональне використання ресурсів малих річок (гідроенергетичний потенціал, рибні запаси, продукти евтрофікації, запаси мулу і сапропелю для відновлення родючості ґрунтів, розвиток спорту, рекреаційні можливості та ін.).

1.4. Розширити повноваження та підсилити контрольні функції Державної екологічної інспекції України під час її реорганізації, яка

наразі здійснюється Міністерством екології та природних ресурсів України (листопад-грудень 2017 р.) з реальними та прозорими функціями в частині контролю за порушниками законодавства – забруднювачами як поверхневих і підземних так і мінеральних вод. Якщо цього не зробити терміново, то матимемо катастрофічну ситуацію щодо забруднення малих річок і вод них об'єктів у їх басейнах, що може призвести до повної втрати придатних джерел питної води в країні.

1.5. Підвищити ефективність системи стандартного моніторингу щодо кількісного та якісного стану вод малих річок та водних об'єктів у їх басейнах, від якого залежить ефективність всіх інших заходів щодо екологічного відродження річок.

Враховуючи масштаби негативних змін екологічного стану малих річок та вод них об'єктів у їх басейнах, необхідно на державному рівні ініціювати проведення наукових досліджень, спрямованих на комплексне вирішення міжрегіональних, регіональних та басейнових екологічних проблем.

2. Держводагентству України:

Розробити **Інтерактивну карту динаміки екологічного стану малих річок України** та водних об'єктів у їх басейнах на основі сучасної геоінформаційної системи, яка міститиме актуальні уніфіковані дані усіх річкових басейнів України.

3. Басейновим управлінням водних ресурсів Держводагентства України:

3.1. Комплекси басейнів малих річок з їх водними об'єктами та гідротехнічними спорудами (ГТС), на них мають створюватись на єдиній топографо-геодезичній основі, що

забезпечить можливість інтеграції та гармонізації даних та впровадження автоматизованих систем управління з використанням геоінформаційних систем на державному, регіональному, басейновому та місцевому рівнях.

3.2. Пропонується впроваджувати комплексний підхід до створення оперативної електронної бази документації з екологічно-безпечного управління водними ресурсами малих річок в Україні: технічні завдання, створення каталогів річок, паспортизації їх та водних об'єктів у їх басейнах, інтерактивних баз даних з уніфікації стандартів кількісних та якісних показників моніторингу поверхневих і підземних вод тощо.

3.3. Широкомасштабну роботу з підготовки планів управління річковими басейнами слід проводити з врахуванням вимог Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення.

3.4. При розробці ефективного комплексу природоохоронних заходів на зарегульованих малих річках необхідно здійснювати вибір такого варіанту, який би базувався як на територіальному так і басейновому принципах.

3.5. Прогноз ступеня антропогенного впливу на довкілля здійснювати для кожної ділянки кожної річки з різною інтенсивністю течії (меншою, ніж швидкість замулювання) і з високою швидкістю течії (вищою, ніж допустима на розмив ґрунтів), а також прогноз впливу на довкілля побудованих гідротехнічних споруд та тих, що будуються.

4. Мінприроди, Держводагентству України:

Внести доповнення та зміни у Водний та Земельний кодекси

України, Закон України «Про Державний земельний кадастр»:

Для усунення причин погіршення екологічного стану малих річок необхідно у водоохоронних зонах (ВЗ) та прибережних захисних смугах (ПЗС) суттєво змінити в сторону оптимізації структуру і технології землекористування, структуру плодозмін в басейнах річок, а водоспоживачам та водокористувачам модернізувати методи очистки стічних вод тощо. Очевидно, що ці завдання доволі затратні і потребують значного часу на їх здійснення. Тим не менш, це єдиний та реальний шлях до забезпечення ефективного рівня використання водних та інших ресурсів річок і попередження несприятливих екологічних змін від різноманітних антропогенних впливів.

5. Пропозиції Мінприроди, Мінрегіонбуду та Держгеокадастру України:

5.1. На сьогоднішній день серйозної уваги державних виконавчих органів влади Мінприроди, Мінагрополітики, Держводагентства, Держгеокадастру, Мінрегіонбуду та Санепідемслужби України вимагає врегулювання розбіжності у тлумаченні чинного законодавства стосовно ієрархії містобудівної та землепорядної документації у встановленні меж водоохоронних зон та прибережних захисних смуг у населених пунктах.

Позиція Мінприроди полягає в тому, що межі прибережних захисних смуг та водоохоронних зон мають встановлюватись у матеріалах містобудівної документації згідно чинного законодавства Земельного та Водного кодексів України і мають бути не порушними, в тому числі у містах та населених пунктах.

5.2. З метою узгодження дій щодо розроблення проектів землеустрою зі встановлення меж водоохоронних зон та прибережних захисних смуг і врахування зазначених проектів у містобудівній документації учасники круглого столу від 07.07.2017 року на тему «Проблеми екологічного відновлення малих річок України» (проведеного Державною екологічною академією післядипломної освіти та управління Мін природи) запропонували звернутися з пропозицією до Мінприроди, Мінагрополітики, Держводагентства, Держгеокадастру, Мінрегіонбуду та Санепідемслужби України провести спільний Круглий стіл із залученням відповідальних представників зазначених державних органів, визначити відповідального (відповідальних) з них для внесення узгоджених пропозицій з урегулювання зазначених проблем на законодавчому рівні у Водний і Земельний кодекси та ДБН і СанПін України.

(Примітка. Розроблення проектів землеустрою зі встановлення меж водоохоронних зон та прибережних захисних смуг уздовж річок та навкруги водних об'єктів у межах міст та населених пунктів мають бути пріоритетними перед планами забудови самих міст та населених пунктів, враховуючи існуючий розподіл форм власності земельних ділянок та існуючих на час розроблення проектів конкретних об'єктів забудови, тому що чиста вода для населення – це пріоритет над усіма пропозиціями містобудівної документації (тому що чиста вода – це здоров'я нації). Екологічний пріоритет – понад усе, а не економічний, комунальний, бізнесовий, меркантильний чи приватний. У протилежному випадку, коли пріо-

ритетними будуть пропозиції інші, наприклад, містобудівної документації, ми завжди у результаті будемо отримувати ката строфічне забруднення як річок так і водойм, тому що будівлі наближаються до урізу води).

Без сумніву, у подальшому, при забезпеченні раціонального використання водних ресурсів України має бути організоване повне впровадження та **юридичний примус** до виконання чинного екологічного

законодавства з питань охорони вод. Необхідно забезпечити відповідне застосування положень Директиви 2000/60/ЄС (пункт 53), які регулюють виконання основних вимог щодо регулювання забруднення небезпечними речовинами водних ресурсів через відповідні покарання, які визначені у законодавстві держав-членів ЄС. Такі покарання мають бути з точки зору екології, ефективними, помірними та переконливими [13].

Література

1. Гребінь В. В. Гідрографічне районування території України як передумова розробки планів інтегрованого управління річковими басейнами / В. В. Гребінь, М. В. Яцюк, О. В. Чунарьов // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2012. – Т. 2. – С. 8-16.
2. Сташук В. А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами: монографія / В. А. Сташук. – Д.: ВАТ «Вид-во «Зоря», 2006. – 480 с.
3. Алексеевський В. Є., Тураєва О. В. Басейновий принцип проведення моніторингових робіт на осушуваних землях // Зб. тез наук.-практ. конференції “Проблеми ефективного використання водних ресурсів та меліорації земель”. – К., 1996. – С. 40-41.
4. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / видання 2-е перероблене і доповнене. – К.: УНДІВЕП, 2007. – 71 с.
5. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України. – К.: Оріяни, 2004. – 128 с.
6. Яцик А. В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів / А. В. Яцик, Ю. М., Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк. – К.: Генеза, 2007. – 360 с.
7. Яцик А. В. Екологічна ситуація в Україні і шляхи її поліпшення. – К.: Оріяни, 2003. – 84 с.
8. Ромашенко М. І., Савчук Д. П., Шевченко А. М., Бабіцька О. А. та ін. Річка Каланчак і шляхи її екологічного оздоровлення. – Київ, 2016. – 92 с.
9. Савчук Д. П. Не забудьмо про воду // Газета “Урядовий кур’єр”. – 1999. – 26 травня. – № 96.
10. Савчук Д. П. Не забудьмо про воду // Водне господарство України. – 1999. – № 3-4. – С. 47-49.
11. Про оптимізацію системи центральних органів виконавчої влади / Указ Президента України від 9 грудня 2010 року № 1085/2010.
12. Упорядкування водоохоронних зон міських водойм на основі екологічної оцінки якості вод / Під загальною редакцією І. В. Панасюка. – Київ, 2016. – 94 с.
13. Водна рамкова Директива 2000/60/ЄС // Офіційний переклад українською мовою. – К., 2006. – 240 с.
14. Савчук Д. П. Система заходів з екологічного оздоровлення річок і річкових басейнів / Д. П. Савчук // Екологічний вісник. – 2016. – № 2 (96). – С. 28-29.
15. Маслов Б. С. Мелиорация вод и земель. – Минск: 2000. – 258 с.
16. Серeda К. А. Інженерно-технічні заходи щодо поліпшення екологічного стану малих річок / К. А. Серeda // Наук. зб.: “Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист”. – Київ-Кременчук, 2011. – С. 97-102.
17. Серeda К. А. Концепція управління водним режимом зарегульованих річок басейну Дніпра // Водне господарство України. – 2008. – № 6. – С. 46-51.

БОРЬБА С ЭВТРОФИКАЦИЕЙ ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЙМ МАЛЫХ РЕК УКРАИНЫ

**Лапшин Ю.С.¹, Клоченко П.Д.²,
Кузьминский В.А.³, Закорчевна Н.Б.⁴, Дьяченко Т.Н.²**

¹Институт общей энергетики
Национальной академии наук Украины
ул. Антоновича, 172, 03150, г. Киев
lanko1@i.ua;

²Институт гидробиологии
Национальной академии наук Украины
просп. Героев Сталинграда, 12, 02000, г. Киев
post_mail@hydrobio.kiev.ua;

³Государственная экологическая академия
последипломного образования и управления
ул. Митрополита Василия Липковского, 35, 03035, г. Киев
kuzw@ukr.net;

⁴Environmental Protection of International River Basins

Предложен проект улучшения качества питьевой воды поверхностных водных источников Украины при использовании опыта Дании. Изложены преимущества и перспективы практической реализации проекта для возрождения промысла осетровых рыб в днепровских водохранилищах и заболоченных поймах малых рек. *Ключевые слова:* качество питьевой воды, водохранилища, поймы малых рек, рыбное хозяйство, использование опыта Дании в освоении мелководий.

Боротьба з евтрофікацією дніпровських водосховищ і заболочених заплав малих річок України. Лапшин Ю.С., Клоченко П.Д., Кузьмінський В.А., Закорчевна Н.Б., Дьяченко Т.Н. Запропоновано проект поліпшення якості питної води поверхневих водних джерел України при використанні досвіду Данії. Викладено переваги і перспективи практичної реалізації проекту для відродження промислу осетрових риб в дніпровських водосховищах і заболочених заплавах малих річок. *Ключові слова:* якість питної води, водосховища, заплави малих річок, рибне господарство, використання досвіду Данії в освоєнні мілководь.

Fight against eutrophication of the Dnieper reservoirs and wetlands of the small rivers of Ukraine. Lapshin Y., Klochenko P., Kuzminskii V., Zakorchevna N., Dyachenko T. A project is proposed to improve the quality of drinking water in Ukraine's surface water sources using the experience of Denmark. The advantages and prospects of the practical implementation of the project for the revival of the sturgeon fishery in the Dnieper reservoirs and wetlands of small rivers are outlined. *Keywords:* quality of drinking water, reservoirs, floodplains of small rivers, fisheries, use of Danish experience in the development of shallow water.

В настоящее время качество питьевой воды поверхностных водных источников Украины продолжает ухудшаться. Одна из главных причин этого – гниение акрофитов в поствегетационный период. Этот процесс сопровождается выделением токсинов и снижением оксигенации (особенно придонной части) водоема. На участках водоемов с нулевой проточностью процент содержания кислорода в сапропели доходит до нуля. В этих условиях быстро размножаются анаэробные бактерии, продуктом которых (в частности) является биогаз, состоящий в среднем на 60% из болотного газа метана, 33% – углекислого газа. Кроме того, появляются аммиак, сероводород и другие соединения органического происхождения. Негативные последствия этих процессов можно расположить по их вредности:

- ухудшение здоровья населения (возможно, это один из главных факторов, обуславливающих низкую продолжительность жизни украинцев);

- поступление метана в атмосферу Земли усугубляет глобальное потепление – по степени усиления парникового эффекта, метан (в эквивалентных массах) в 22 раза превосходит углекислый газ;

- катастрофическое снижение продуктивности рыбного хозяйства с полным исчезновением ценных пород рыб (осетровых).

Для улучшения положения предлагается использовать опыт Дании:

- выращивание, своевременное выкашивание и заготовка с мелководий днепровских водохранилищ и заболоченных участков пойм малых рек Украины кормовых культур для скота (тростник южный, камыш, рогози др.);

- создание на основе этой кормовой базы крупных фермерских животноводческих хозяйств;

- строительство при каждой из ферм биогазовой станции для получения биогаза и электроэнергии;

- получение удобрений;

- предотвращение поступления в атмосферу метана с заболоченных участков пойм рек и водохранилищ;

- решение проблем путем утилизации отходов, уменьшением эвтрофикации водохранилищ, повышения качества питьевой воды, создания условий для возрождения промысла осетровых рыб, требует создания искусственных водотоков для упрощения возврата рыбы на нерестилища.

Целесообразность осуществления проекта подтверждается следующими данными:

- суммарная площадь поверхности водохранилищ Украины – 650000 га, 40% из них приходится на плесы и этот процент постоянно возрастает в связи с заилением.

- урожайность биомассы составляет от 25 до 40 т/га [1]. В расчет принимаем 32,5 т/га;

- из одной тонны навоза крупного рогатого скота можно получить 45 м³ биогаза, содержащего в среднем 60% метана [2]. Содержание метана в природном газе – (92 – 98)%. Расчеты показывают, что реализация этого проекта позволит сэкономить не менее $650000 \cdot 0,4 \cdot 32,5 \cdot 60 \cdot 0,45 = 228$ млн м³ природного газа и обеспечит кормами животных. Если макрофиты использовать напрямую (не в виде отходов животноводства) для получения энергии, то объем добытой энергии возрастет почти в пять раз. К достоинствам проекта следует отнести и возможность доставки исход-

ного сырья потребителям к месту переработки полученной продукции (в случае водохранилищ) дешевым водным транспортом, а также энергетическую самостоятельность будущих фермерских хозяйств.

Решение этой проблемы требует разработки государственной программы исследований, проектирования и осуществления контроля. Предложено поэтапное решение проблемы:

– первый этап – разработка эскизного проекта (без финансирования) аспирантами Института гидробиологии, Государственной экологической академии последипломного образования и управления Минприроды и сельскохозяйственных институтов (2017 г.);

– второй этап – финансирование венчурным фондом (доказательная база, полученная на первом этапе, возможно, заинтересует руководителей этих фондов в целесообразности проекта). Спонсора (при согласии правительства Украины) можно заинтересовать предоставлением права на долгосрочную аренду исследуемых болот; это предложение поступило от СП «Ланко» – фирмы, работающей с Государственной экологической академией последипломного в соответствии с договором о сотрудничестве.

Предварительно следует убедить правительство Украины в целесоо-

бразности выделения в аренду необходимых площадей и днепровских островов и начать с обсуждения проекта на научных конференциях и форумах.

Идея заимствована в Дании, где в настоящее время планируется увеличить производство биогаза за счет использования водорослей. В каждом из трех основных сценариев развития энергетики Дании до 2050 г., разработанных по заказу правительства, этому виду биоэнергоресурса отводится существенная роль [3,4,5,6]. По одному из сценариев водоросли должны составлять большую часть биоресурса, в двух других – отмечается их значимость, но без конкретизации объемов.

Проектом обеспечивается предупреждение загрязнения водоемов и территорий бытовыми отходами населения, биологическими отходами промышленных предприятий, сельского и лесного хозяйств путем прохождения биологического сырья через реакторы анаэробного брожения [2]. При этом (кроме выработки энергии) увеличиваются объемы получения удобрений в 22 раза (т.е. до нейтрального уровня) снижается вредное действие метана. Бытовые биологические отходы пропускаются через биогазовую установку анаэробного брожения.

Литература

1. Ряднов А.И., Давыдова С.А. Возможность использования тростника Южного в качестве корма для крупного рогатого скота / Известия Агроуниверситетского комплекса № 1(23). – 2013 г.
2. Получение биогаза – путь повышения эффективности производства. www.fluitech.cjv.ua/ru.articles/255.html
3. The Danish commission on climate change policy. Available from: <http://www.ens.dk/en-US/policy/danish-climate-and-energy-policy/danishclimatecommission/Sider/Forside.aspx>

4. Danish Commission on Climate Change Policy (2010) Klimakommissionen Green energy: the road to a Danish energy system without fossil fuels: summary of the work, results and recommendations of the Danish commission on climate change policy
5. The Danish Society of Engineers The IDA climate plan 2050 (2009).
6. Henrik Lund, Frede Hvelplund, Brian Vad Mathiesen, Poul A. Østergaard, Per Christensen, David Connolly, Erik Schaltz (Eds.), et al., Coherent energy and environmental system analysis (CEESA) (2011).

МОНІТОРИНГ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ДНІПРА У НОВІЙ КАХОВЦІ

Лозовіцький П.С.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м.Київ

Lozovitskii@gmail.com

Наведено результати 59-річних досліджень змін загальної мінералізації та хімічного складу води р. Дніпро в межах м. Нова Каховка за період 1957-2015 рр. Кількісні та якісні зміни хімічного складу води Дніпра розглядаються згідно методики встановлення та використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Вода річки використовується для водопостачання й зрошення прилеглих земель, тому її оцінювання на придатність для водопостачання виконувались на основі Державних санітарних норм (ДСанПіН 2.2.4-171-10) і зрошення за рядом методик та державним стандартом на поливну воду (ДСТУ 2730-94). *Ключові слова:* моніторинг, вода, хімічний склад, мінералізація, екологія, оцінювання, водопостачання, зрошення.

Мониторинг минерализации и химического состава воды реки Днепр в Новой Каховке. Лозовицкий П.С. Приведены результаты 59-летних исследований изменений общей минерализации и химического состава воды р. Днепр в Новой Каховке за период 1957-2015 гг. Количественные и качественные изменения химического состава воды Днепра рассмотрены по методике установления и использования экологических нормативов качества поверхностных вод суши и эстуариев Украины. Вода реки используется для водоснабжения и орошения прилегающих земель, поэтому выполнена ее оценка на пригодность для водоснабжения на основании Государственных санитарных норм (ГСанПиН 2.2.4-171-10) и орошения по ряду методик и Государственным стандартом на оросительную воду (ГСТУ 2730-94). *Ключевые слова:* мониторинг, вода, химический состав, минерализация, экология, оценка, водоснабжение, орошение.

Monitoring of mineralization and chemical composition of the Dnieper River water within the Nova Kachovka. Lozovitskii P. The results of 59 years of research on changes in the general mineralization and chemical composition of the Dnieper River water within Nova Kachovka for the period of 1961-2015 are presented. Quantitative and qualitative changes in the chemical composition of the water of the Dnieper are examined according to the methodology of setting and use of environmental quality standards for land surface water and estuaries of Ukraine. The water of the river is used for water supply and irrigation of the surrounding land, so its assessment is made on the suitability for water supply on the basis of the state sanitary norms (State Sanitary Rules and Regulations 2.2.4-171-10) and irrigation for a number of methodologies and state standards for irrigation water (DSTU 2730-94). *Keywords:* monitoring, water, chemical composition, mineralization, ecology, assessment, water supply and irrigation.

Дніпро є найголовнішою водною артерією України. Площа його водозбору 503 тис. км², довжина 2285 км, падіння річки – 252 м. Протягом 623 км річка протікає по території Росії, 582 км – по Білорусі (до м. Лоїв), транскордонна ділянка (по кордону Білорусі і України) – 67 км і 1013 км – на теренах України.

У межах України площа водозбору р. Дніпро – 286 тис. км² (57 % від усього басейну).

На ділянці Дніпра нижче гирла р. Сож створено шість водосховищ: Київське, Канівське, Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Дніпровське та Каховське. Площа водозбору р. Дніпро до створу Каховської ГЕС становить 482 тис. км або 95,8 % всього басейну [17].

Найбільш значні притоки Дніпра до створу Каховської ГЕС: Березина, Сож, Прип'ять, Десна, Рось, Сула, Псел, Ворскла і Самара, що формують основну частину стоку в гирлі.

Безпосередньо у Каховське водосховище впадають невеликі степові річки: р. Кінська (лівий берег, має площу водозбору $F=2580$ км²), р. Томаківка (правий берег, $F=1020$ км²), р. Білозірка (лівий берег, $F=1430$ км²), р. Базавлук (правий берег, $F=4200$ км²).

Живлення р. Дніпро переважно снігове – частка талих вод у середньому становить 60 % річного стоку, може сягати 85 %.

Гідрологічний режим порушений господарською діяльністю (регулювання стоку, відбори річкової води на постачання народному господарству).

У формуванні стоку р. Дніпро чільне місце посідає весняне водопілля. Пропуск максимальних витрат води через каскад Дніпровських

ГЕС є найвідповідальнішим елементом режиму експлуатації каскаду Дніпровських ГЕС. Максимальні витрати весняного водопілля є найвищими за рік. Дощові паводки в режимі р. Дніпро явно не виражені.

До складу Каховського гідровузла входять: будівля ГЕС, водоскидна бетонна гребля, земляна гребля, однокамерний судноплавний шлюз. Клас капітальності будівлі – 1. Максимальний статичний напір – 16,5 м, мінімальний – 8,9 м, розрахунковий – 15 м. ГЕС суміщена з 12 донними водоскидами і розрахована на пропуск 4962 м³/с забезпеченістю 0,1%. Турбіни діаметром 8 м, витрата – 485 м³/с, потужність – 58,5 МВт. Водоскидна гребля має 28 отворів по 12 м кожний і розрахована для пропуску 15438 м³/с води. Питома витрата на рисбермі – 45,5 м³/с. Правобережна земляна гребля довжиною 1206 м, дамба – хвилелом – 1100 м. Шлюз однокамерний, система наповнення – розподільча, час наповнення або спрацювання – 10 хв., об'єм скидної призми – 82,5 тис. м³ [27].

Будівництво греблі Каховської ГЕС, підйом рівня води на 15 м в Каховському водосховищі кардинально змінили природні гідрогеологічні умови в західній частині Каховського зрошуваного масиву. Долина Дніпра нижче греблі Каховської ГЕС перетворилася з області розвантаження підземних вод у область їх живлення.

Під руслом Північнокримського каналу сформувався купол іригаційно-грунтових вод, що перешкодив потоку підземних вод зі сторони Олешківських пісків у східному напрямку.

В результаті гідротехнічних перетворень природи сформувався новий

фільтраційний потік підземних вод від Каховського водосховища до оз. Сиваш у південно-східному напрямку. Швидкість цього потоку складала біля 1 км/год [29, 30].

Мета й задачі досліджень – визначити якість води р. Дніпро, виявити закономірності її зміни у часі в пункті спостережень м. Нова Каховка (1957-2015 рр.). Задачі досліджень: виявлення динаміки зміни складу головних іонів, їх концентрації й мінералізації води в часі; оцінювання води за різними методиками іригаційних показників, державним стандартом та вмістом гіпотетичних солей на придатність використання для зрошення, [1, 2, 26, 28, 31, 33, 35]; оцінювання мінералізації й хімічного складу води Дніпра за нормами ДСанПіН 2.2.4-171-10 для водопостачання [16].

Методика досліджень

Для встановлення основних закономірностей формування й зміни інгредієнтів хімічного складу води річки Дніпра у просторово-часовому

вимірі та виявлення впливу на ці показники господарської діяльності людини було створено банк даних по результатах хімічних аналізів спостережень на стаціонарних гідрохімічних постах у системі Держгідрометслужби України, (1938-2015 рр.), результатах досліджень опубліковані у виданнях [3-13, 15, 23-25]. Паралельні статистичні ряди даних хімічного аналізу води становили для р. Дніпро – м. Нова Каховка – 621 значення. Аналіз хімічного складу води виконано за методиками [14, 28, 33, 34].

У роботі приведено математико-статистичний аналіз лише показників сольового складу, який виконано на персональному комп'ютері з використанням стандартних обчислювальних програм "Excel", «Costat», «Statistical» [32].

Результати досліджень.

Гідрофізичні властивості води.
Температура водного середовища впливає на швидкість розкладання та окиснення органічних речовин у воді. Вона пропорційна температурі

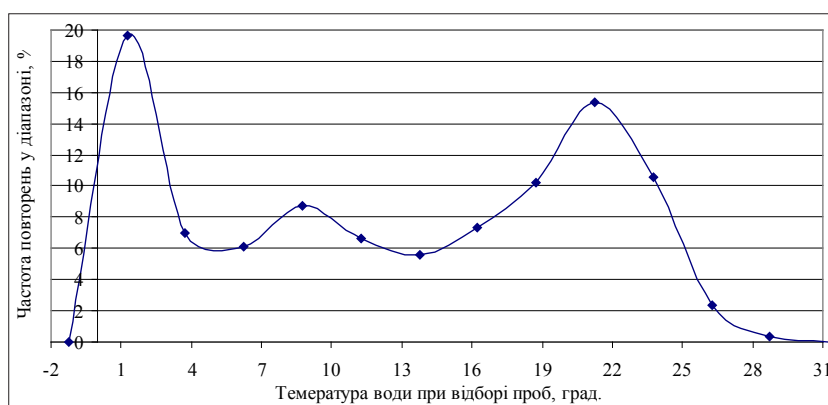


Рис. 1. Полігон розподілу й частота повторень значень температури води Дніпра в інтервалах вибірки при відборі проб води на аналізи, °C

води і зі змінням температури на 10°C швидкість окиснення органічних речовин змінюється у 2,2 рази. Температура водного середовища та величина рН впливають на розчинення багатьох речовин, що потрапляють у водне середовище. Саме тому при кожному відборі проб води на аналізи [14] вимірювали температуру. Приведений на рис. 1 полігон розподілу температури води при відборі проб на аналізи має багатовершинні піки, які характеризують різні сезони року і різні фази водності.

Температура води Дніпра змінювалась від 0°C (1,53 % проб) до 30°C (03.08.1966 р.) при середньоарифметичному значенні $13,02^{\circ}\text{C}$. При цьому, середньоарифметична температура води при відборі проб у зиму межені становила $1,89^{\circ}\text{C}$, у весняну повінь – $7,87^{\circ}\text{C}$, у літню межені – $21,7^{\circ}\text{C}$, восени – $15,71^{\circ}\text{C}$.

Еколого-гідрологічні умови.

В природних умовах Дніпро у пониззі характеризувався середнім стоком $51,9 \text{ км}^3/\text{рік}$ з коливаннями від 22 до $96 \text{ км}^3/\text{рік}$. В період весняного водопілля проходило до 50-54 % річного стоку. Найбільші витрати у цей час сягали 25 тис. $\text{м}^3/\text{с}$.

Становлення сучасного водного режиму Дніпра і більшості складових його екосистеми відбувалося у 1947-1976 роки, коли поступово створювалися водосховища Дніпровського каскаду ГЕС. У цей час збільшувалися незворотні забори води (до 10-15 $\text{км}^3/\text{рік}$). Середній стік зменшився до 40-44 $\text{км}^3/\text{рік}$. Частка стоку у весняний період зменшилась до 36,3 %. Період стабілізації гідрологічного режиму Дніпра, у тому числі в районі його пониззя, почався після заповнення останнього у каскаді –

Канівського водосховища. Він складається з двох циклів: маловодного (до 1993 року) та близького до середньої водності (останні 18 років).

Середньорічні витрати води Дніпра через Каховську ГЕС за період з 1956 до 2015 рр. змінювалися від $566 \text{ м}^3/\text{с}$ у 2015 р. до 2600 – у 1970 р. при середньому багаторічному значенні $1327,3 \text{ м}^3/\text{с}$ (рис. 2).

Максимальні річні витрати води Дніпра через Каховську ГЕС змінювались від $9740 \text{ м}^3/\text{с}$ у 1958 р. до $1490 \text{ м}^3/\text{с}$ у 2015 р. при середньому багаторічному значенні $3187,6 \text{ м}^3/\text{с}$.

Мінімальні річні витрати води на посту р. Дніпро – Каховська ГЕС змінювались від 12 у 1965 р. до $645 \text{ м}^3/\text{с}$ у 2012 р. при середньому багаторічному значенні $246,3 \text{ м}^3/\text{с}$.

Нині, при середній водності у створі Каховської ГЕС $42,5 \text{ км}^3/\text{рік}$, суттєво підвищився стік у зимовий та літньо-осінній періоди, весняне водопілля стало мало вираженим. Лише останні декілька років спостерігаються підвищені витрати води у весняні місяці.

На фоні загального зменшення стоку і зниження висоти весняного водопілля вирішальне значення для функціонування екосистеми Нижнього Дніпра набули нерівномірні протягом діб та тижнів попуски Каховської ГЕС. Вони зумовлюють короточасні коливання рівня води більшу частину року (крім весняних місяців).

Відчутну роль у водному режимі гирла Дніпра відіграють також коливання рівня води у східній частині лиману, обумовлені згінно-нагінними, припливними, сейшевіми, бризовими та іншими явищами, які розповсюджуються почасти до греблі Каховської ГЕС.

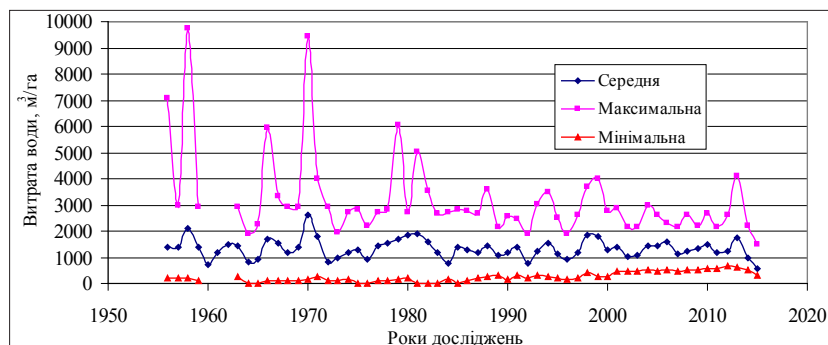


Рис. 2. Динаміка середніх, максимальних та мінімальних річних витрат води Дніпра через греблю Каховської ГЕС за період 1956-2015 рр.

В результаті в основному руслі, протоках, заплавних водоймах та інших елементах водної системи гирлової ділянки Дніпра практично протягом всього року (за виключенням весняних періодів високої водності, коли Каховська ГЕС

працює рівномірно) відбуваються короткочасні коливання рівня води.

Середньодобові рівні води у Каховському водосховищі змінювалися від 79 см 3.04.1959 р. до 480 см 2.05.1990 р. (рис. 3).

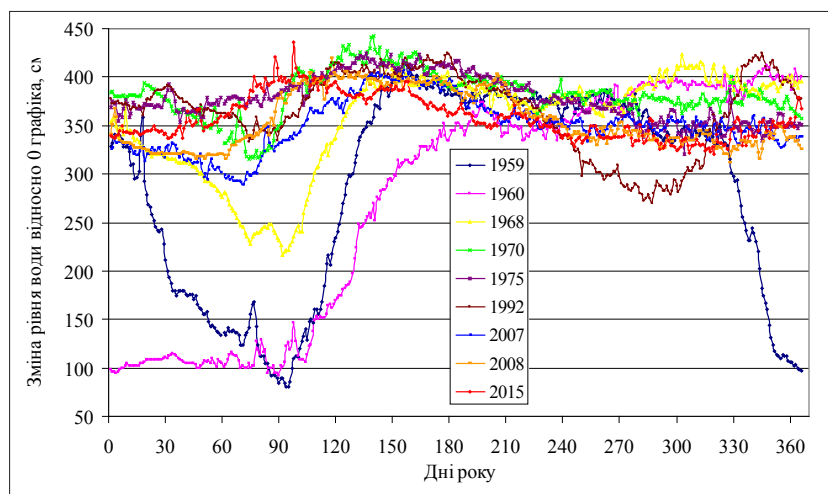


Рис. 3. Характерні середньодобові коливання рівня води у створі Каховської ГЕС у різні роки досліджень

Завдяки цим коливанням у літні періоди значні об'єми Дніпровської води проникають у заплавні водойми і понижені ділянки заплави, що забезпечує існування заплавних гідробіоценозів і реалізацію їх самоочисних спроможностей.

Статистичний аналіз матеріалів спостережень свідчить, що у 80-ті роки Каховська ГЕС здійснювала протягом доби два попуски у 42 % випадків. Одноразові попуски відбувалися лише у 27 % випадків. Рівномірний режим

стоку в нижньому б'єфі Каховської ГЕС, коли внутрішньодобові коливання рівня не перевищували 5 см, спостерігався у 31 % випадків (в період весняного водопілля). Особливістю режиму роботи ГЕС тоді було те, що одноразові попуски, як правило, здійснювались в періоди підвищеної водності Дніпра. Ця особливість зберігається і на сьогодні.

Одночасно співвідношення одного дворазових попусків у нижній б'єф кардинально змінилося. Осереднені за період з 1994 по 2013 роки дані свідчать про різке зменшення доли двопікових попусків – до 7 %. Проте в 60 % випадків ГЕС працює один раз на добу, що є погіршенням стану всіх елементів екосистеми Нижнього Дніпра за останні 20-30 років.

Режим вітру. Режим вітру формується в результаті впливу (вторгнення) повітряних мас з Атлантики та Скандинавії, Середземного моря (Атлантичні, Балтійські і Балканські циклони) та в результаті впливу периферії Сибірського антициклону.

На цій території в цілому переважають східні, північно-східні, західні та південно-західні вітри. В теплий період року домінують східні та північно-східні вітри, в холодний період – західні, південно-західні та східні вітри. Найбільше штилів спостерігається в теплу пору року (влітку – на початку осені) і сягає 5,4 %.

Середні річні швидкості вітру не перевищують 4 м/с. Середньомісячні швидкості вітру вищі в холодний період року (від 3,8 до 4,4 м/с) і зменшуються в теплий період року (до 3,0 м/с). Найменші швидкості вітру коливаються від 1,7 до 2,7 м/с. Максимальні швидкості вітру досягають від 30 до 34 м/с [17].

Найбільша кількість днів з сильними вітрами (від 10 до 15 м/с) припадає на холодний період (з листопада по березень) і сягає від 5 до 23 діб, > 25 м/с – на кінець холодного (лютий) та початок теплого періоду (квітень). Найменша кількість діб із сильними вітрами спостерігається в теплий період року (з квітня по жовтень) і становить від 1 до 4 діб. Максимальна кількість діб із сильним вітром з різною його швидкістю за рік становить від 45 до 187. Рози вітрів по м.с. Нова Каховка представлені на рисунку 4 [17].

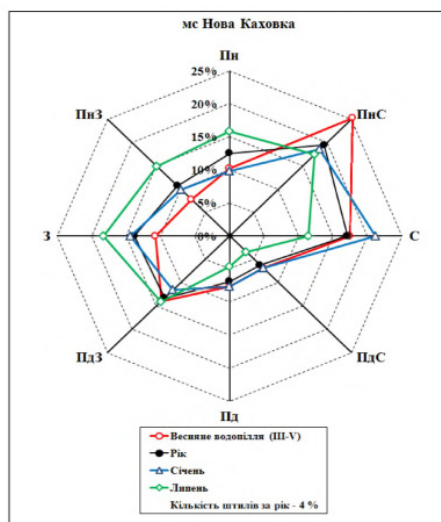


Рис. 4. Рози вітрів у м. Нова Каховка

Седиментаційний режим. Завислі речовини в Каховському водосховищі формуються в умовах різкого зменшення транспортуючої здатності потоку, що призводить до помітного освітлення води порівняно з річковими умовами. Але у Каховському водосховищі вода помітно каламутиться за рахунок переробки берегів вітровими хвилями. Крім того,

при косому підході хвиль до берегів утворюються вздовж берегові потоки наносів.

Намули поступають у водосховище із зовні (скиди з Дніпрогесу та бокова приточність) і утворюються в самому водоймищі в результаті абразії берегів і дна під впливом вітрового хвилювання та розвитку і відмирання фітопланктону.

У Каховське водосховище ззовні (алохтонні наноси) надходить щорічно в середньому 500 тис. тонн седиментів. У самому водосховищі (автохтонні наноси) утворюється 21700 тис. тон седиментів. Затримується в водосховищі 99,5 % наносів, тобто скидається лише 0,5 % або 111 тис. тонн. При побутовій нормі рідкого стоку $1340 \text{ м}^3/\text{с}$ (1956-2011 рр.) середня багатолітня каламутність води, що скидається із водосховища, становить біля $3 \text{ г}/\text{м}^3$ (за рахунок мінеральної складової) [17].

Формування, темпи накопичення, склад та властивості комплексу вторинних донних ґрунтів – донних відкладів значною мірою визначаються сукупністю джерел надходження формуючого їх матеріалу у водойму. В Каховське водосховище від цих джерел надходить до 21,7 млн. тонн речовини. Продукти розмиву дна до кінця 80-х років становить 1,4 середньорічної кількості продуктів розмиву берегів. При формуванні комплексу донних відкладів процес розмиву дна затухає, зберігаючись лише на мілководдях.

Зважені намули представлені мінеральними частинками і органічними сполуками. Органічна складова представлена фітопланктоном і продуктами його розпаду. Навесні органічна складова рідко перевищує 10-15 %, літом значення каламутності в самому водосховищі $25 \text{ г}/\text{м}^3$ часто сягає за рахунок фітопланктону. Щодо петрографічного складу, то в мінеральній частині намулів переважають кварц і монтморилоніт (різновид силікатів). Геохімічний склад характеризується домінуванням кремнезему (SiO_2) – до 70 % і глинозему (Al_2O_3) – до 10 % [17].

Уміст *зважених часток* у воді Дніпра у Новій Каховці коливався від 0 (4.01.1978 р., 6.08.1981 р., 26.03.1984 р., 21.01.1987 р., 3.12.1990 р., 26.05.1993 р. й ін.) до $74,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (28.10.1968 р.), а середнє арифметичне значення зважених часток за весь період спостережень – $3,36 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (табл. 1). Це значення відповідає 1 категорії якості за еколого-санітарними критеріями.

Крім того, 91,2 % проб води мали уміст зважених часток вищий за ГДК для джерел питної води, 59,85 % проб – за ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

У зимову межень забруднення води зваженими частками становило 2,27, у весняну повінь – 2,57, літню межень – 3,37, восени – 4,05 $\text{мг}/\text{дм}^3$ (табл. 2). Для прикладу, у воді Дунаю в Кілії ці значення більші, ніж у 40 разів вищі. Відповідно, у зимову межень – $97,98 \text{ мг}/\text{дм}^3$, у весняну повінь – 163,38, літню межень – $135,38 \text{ мг}/\text{дм}^3$ [20].

У зимову межень забруднення води зваженими частками становило 2,27, у весняну повінь – 2,57, літню межень – 3,37, восени – 4,05 $\text{мг}/\text{дм}^3$ (табл. 2). Для прикладу, у воді Дунаю в Кілії ці значення більші, ніж у 40 разів вищі. Відповідно, у зимову межень – $97,98 \text{ мг}/\text{дм}^3$, у весняну повінь – 163,38, літню межень – $135,38 \text{ мг}/\text{дм}^3$ [20].

За середньоарифметичним вмістом зважених часток вода Дніпра у всі виділені періоди перевищувала ГДК для водойм питного призначення і в 1961-1970 належала до 5 категорії якості, у 2006-2010 рр. – до 2 категорії якості (*досить чиста*), у всі інші періоди – до 1 категорії якості. Загалом забруднення води Дніпра в межах

Таблиця 1
Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості хімічного складу води р. Дніпро – м. Нова Каховка за 1957-2015 рр., за 621 аналізу проб

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності (95%)
Зважені частки, мг/дм ³	3,13	0,28	5,48	0	74,2	0,55
O ₂ , мг/дм ³	10,09	0,10	2,53	2,44	22,73	0,20
O ₂ , % насичення	92,01	0,77	18,20	27,00	166,00	0,53
Кольоровість, град	33,12	0,59	14,12	2,00	80,00	1,15
CO ₂ , мг/дм ³	10,08	0,1	2,53	2,44	22,73	0,20
CO ₃ ²⁻ , мг/дм ³	1,01	0,11	2,65	0	19,5	0,21
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	166,3	0,84	20,86	93,3	245	1,64
Cl ⁻ , мг/дм ³	28,58	0,46	11,35	1,7	84,7	0,89
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	48,06	0,63	15,73	11,9	122	1,24
Ca ²⁺ , мг/дм ³	45,45	0,28	6,91	13,8	76	0,54
Mg ²⁺ , мг/дм ³	15,01	0,19	4,65	1,7	33,8	0,37
Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	25,13	0,46	11,46	0,2	62,17	0,90
Заг. мін., мг/дм ³	328,81	2,18	54,51	149,8	450,3	1,24
pH, од.	8,00	0,01	0,34	6,0	9,0	0,03
Жорсткість, мг-екв/дм ³	3,51	0,02	0,58	1,8	6,19	0,05
Температура, °C	13,02	0,35	8,46	0,0	30,0	0,69
CO ₃ ²⁻ , %-екв	0,38	0,04	1,06	0	8,97	0,08
HCO ₃ ⁻ , %-екв	60,87	0,28	7,06	37,42	85,77	0,56
Cl ⁻ , %-екв	17,31	0,21	5,24	2,48	38,14	0,41
SO ₄ ²⁻ , %-екв	21,75	0,20	4,97	5,83	40,76	0,39
Ca ²⁺ , %-екв	50,86	0,31	7,82	12,33	85,74	0,61
Mg ²⁺ , %-екв	27,07	0,27	6,64	4,54	52,39	0,52
Na ⁺ +K ⁺ , %-екв	22,05	0,34	8,41	0,18	48,50	0,66

Таблиця 2

**Середньоарифметичний уміст головних іонів і мінералізації води р. Дніпро –
м. Нова Каховка за різні періоди спостережень**

Інгредієнти	1957-60	1961-70	1971-80	1981-90	1991-95	1996-00	2001-05	2006-10	2011-15
Уміст у мг/дм ³									
Зважені частки	-	34,1	4,46	2,42	1,80	1,89	1,66	6,16	3,34
O ₂ , мг/дм ³	10,60	11,20	10,11	9,84	9,16	9,50	9,43	9,35	10,10
O ₂ , % насичення	97,68	102,98	90,01	88,03	81,81	90,10	92,30	91,29	95,07
Кольоровість	33,67	24,81	29,72	32,69	28,23	41,23	47,56	48,72	41,07
CO ₂	7,77	7,85	3,08	4,13	5,03	2,38	1,79	1,28	0,83
CO ₃ ²⁻	0,81	1,02	2,08	1,74	0,45	0,03	0,07	0,01	0,16
HCO ₃ ⁻	156,31	162,15	159,59	167,03	173,46	171,36	172,90	169,24	171,66
SO ₄ ²⁻	30,82	39,35	44,92	59,45	51,28	48,63	45,16	49,85	53,79
Cl ⁻	12,32	17,95	23,14	27,79	32,10	37,46	38,15	40,95	45,95
Ca ²⁺	43,27	44,51	42,94	46,46	43,38	42,77	48,59	49,36	50,43
Mg ²⁺	9,30	12,27	13,96	14,24	14,91	15,90	18,55	20,35	21,21
Na ⁺ + K ⁺	15,91	19,00	21,37	31,39	33,51	35,73	22,72	19,82	23,81
Мінералізація	268,90	295,76	305,74	347,01	348,64	351,84	346,07	349,67	366,85
Жорсткість	2,93	3,24	3,28	3,50	3,40	3,45	3,96	4,14	4,27
pH, од.	7,91	7,87	8,11	8,06	7,98	8,00	8,08	8,01	7,94
Температура, °C	14,24	13,07	12,81	11,53	11,59	14,01	15,26	13,94	13,82
Уміст у %-екв									
CO ₃ ²⁻	0,38	0,41	0,82	0,61	0,14	0,01	0,02	0	0,04
HCO ₃ ⁻	71,86	66,56	62,67	57,49	59,24	57,47	58,43	55,84	53,86
SO ₄ ²⁻	18,01	20,53	21,72	26,00	22,03	20,82	19,39	20,90	21,47
Cl ⁻	9,75	12,68	15,61	16,46	18,73	21,70	22,18	23,25	24,67
Ca ²⁺	60,62	55,70	51,22	48,89	46,07	43,86	49,94	49,97	48,46
Mg ²⁺	21,44	25,28	27,05	24,59	25,92	26,82	31,38	33,92	33,38
Na ⁺ + K ⁺	17,93	19,02	21,73	26,82	28,01	29,32	18,68	16,05	18,16

Нової Каховки зваженими частками є характерним і невисоким [26, 31].

Слід зазначити, що вміст **зважених часток** у воді Дніпра у верхів'ях Кременчуцького водосховища за цей період коливався від 0,05 (23.04.1990 р.) до 41 мг/дм³ (9.10.1985 р.), а середнє арифметичне значення зважених часток – 8,89 мг/дм³, що відповідає 2 категорії якості за еколого-санітарними критеріями [22]. У Неданчичах ці показники ще вищі. Динаміка коливання зважених часток становить 0,04-168 мг/дм³ при середньоарифметичному значенні – 9,82 мг/дм³. Це свідчить, що каскад дніпровських водосховищ сприяє зниженню концентрації зважених часток у стоку й накопиченню їх на дні водойм, що призведе до поступового замулення.

За усередненою **реакцією водного середовища** (рН = 7,99) вода Дніпра відноситься до слабо лужної, а граничні рівні становили: найнижче значення – 6,00 (30.04.1960 р.,

26.08.1963 р., 28.09.1964 р., 1.10.1971 р.), найвище – 9,00 (31.08.1964 р.).

Граничнодопустима величина рН для водойм рибогосподарського, господарсько-побутового, питного призначення 6,5-8,5. Цей поріг було перевищено в 26 пробах води з 601, що складає лише 4,33 %.

Динаміка коливання рН води у різних пунктах спостережень на Дніпрі й водосховищах часто не має наукового обґрунтування. Так, рН води у верхів'ях Кременчуцького водосховища у 1973, 1974, 1996-2000, 2007, 2012, 2016 роках була вищою, ніж у Дніпровському та Каховському водосховищах (рис. 4) [21]. Не піддається також логічному поясненню стрімке зниження й відновлення величини рН у Каховському водосховищі у літньо-осінній період 1963, 1964, 1971, 1990, 1995 та 2015 років. У зимовий період різких коливань величини рН протягом періоду досліджень не спостерігали.

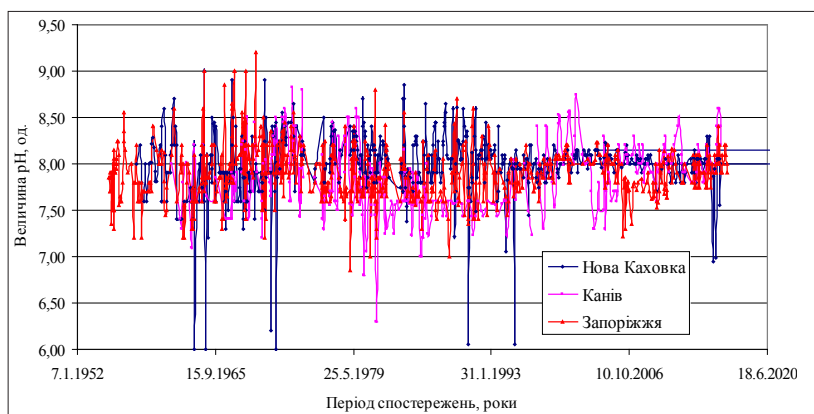


Рис. 5. Динаміка коливання величини рН у воді р. Дніпро протягом періоду досліджень

За середньоарифметичною величиною рН вода р. Дніпро у Новій Каховці у 1961-1970 рр. відносилася

до 2 категорії якості, у 1971-1980 рр. – до 4, у всі інші періоди досліджень. – до 3 категорії якості (табл. 2) [26].

За фазами водного режиму найвищу величину рН фіксували влітку, найнижчу частіше восени, а з 2000 року – в зимову межень (табл. 3).

Уміст кисню у воді Дніпра у Новій Каховці змінювався від 2,44 (5.08.1976 р.) до 22,73 (31.08.1964 р.) $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ при середньоарифметичному значенні за весь період досліджень 10,09 мг/дм^3 . При цьому лише в одній пробі з 592 зафіксовано уміст кисню нижчий за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення ($\leq 4 \text{ мг/дм}^3$) і 19 проб води мали вміст кисню нижчий ГДК для водойм рибогосподарського призначення (менше 6 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$), що становить 3,2 % від загальної кількості.

Якщо розглянути уміст розчиненого кисню у воді Дніпра за фазами розвитку водного режиму, то найвищі його концентрації припадають на весняну повінь (11,66 мг/дм^3 85,97 % насичення), найнижчі – на літню межень (8,59 мг/дм^3 95,3 % насичення).

Середньоарифметичні значення вмісту розчиненого кисню у воді Дніпра в часі змінювались від 9,16 (1991-1995 рр.) до 11,20 (1961-1970 рр.) $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ (табл. 2). Вода за вмістом кисню в усі періоди досліджень відносилася до 1 категорії якості – **дуже чиста**.

Кольоровість води річки Дніпро змінювалась від 2 (13.03.1989 р., 4.04.1991 р., 6.05.1991 р., 7.05.1991 р., 2.06.1991 р.) до 80 град. (29.09.1958 р.) при середньоарифметичному значенні 33,1 град. (табл. 1).

За фазами розвитку водного режиму найвищі значення кольоровості припадають на літню межень – 35,67 град., найнижчі – зимову межень (27,43 град.), у весняну повінь – 33,10 град., восени – 33,71 град.

У коротші проміжки часу усереднена кольоровість води Дніпра змінювалась від 9,16 град. за період 1991-1995 рр. до 11,2 град. за 1961-1970 рр.

Хімічний склад і мінералізація води р. Дніпро.

Уміст **діоксиду вуглецю** у воді річки змінювався від 0 (28.09.1964 р., 3.05.1984 р., 2.05.1990 р., 6.04.2013 р. й ін., загалом, 12,68 % проб) до 44,4 (3.11.1990 р.) мг/дм^3 при середньоарифметичному значенні 4,26 мг/дм^3 (табл. 1).

За фазами розвитку водного режиму найвищі значення діоксиду вуглецю припадають на зимову межень – 5,03 мг/дм^3 , найнижчі – літню межень – 3,85, у весняну повінь – 4,16, восени – 4,55 мг/дм^3 .

У часі уміст діоксиду вуглецю знижувався від 7,77 та 7,85 мг/дм^3 за періоди 1957-1960 та 1961-1970 рр. до 0,83 мг/дм^3 у 2011-2015 рр.

За даними фахівців, більшість гідробіонтів нормально розвиваються у водному середовищі при концентрації діоксиду вуглецю до 17 мг/дм^3 [28].

Жорсткість води р. Дніпро в межах Нової Каховки за період спостережень змінювалась від 1,80 (30.04.1958 р., 3.08.1970 р.) до 6,19 (21.03.1991 р.) при середньоарифметичному значенні 3,51 мг-екв/дм^3 (табл. 1, рис. 1). Середньоарифметичні значення жорсткості води річки за фазами водного режиму за весь період досліджень становили: 3,30 мг-екв/дм^3 у зимову межень; 3,59 – весняну повінь; 3,55 – літню межень; 3,50 – восени (табл. 2), що менше для усіх без виключення досліджених проб встановленого ГДК для води питного призначення ($\text{ГДК} = 7 \text{ мг-екв/дм}^3$). Для водойм рибогосподарського призначення цей показник не нормується.

Таблиця 3
Характеристика хімічного складу води Дніпра – м. Нова Каховка за фазами водного режиму, мг/дм³

Фаза водного режиму	Значень, n	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Міне- ра- лізація	pH
1961-2015 pp.										
зимова межень	109	43,55	13,62	24,22	0,18	158,87	45,33	26,14	311,75	7,94
весняна повінь	178	47,52	14,77	25,10	1,23	171,45	47,72	28,40	335,30	8,01
літня межень	191	45,51	15,41	25,90	1,74	168,09	49,94	29,17	334,55	8,07
осінь	148	44,10	15,71	24,89	0,46	163,04	47,64	29,67	325,16	7,93
1961-1990										
зимова межень	70	42,42	11,71	21,75	0,27	152,90	43,28	20,29	292,39	7,93
весняна повінь	112	48,01	12,99	22,87	1,86	179,55	46,79	22,18	333,90	8,02
літня межень	120	44,91	13,77	25,07	2,52	165,44	49,72	23,03	322,77	8,09
осінь	79	41,38	13,40	23,45	0,72	155,88	44,91	22,50	301,67	7,88
1991-2000										
зимова межень	17	39,90	13,80	34,61	0,03	163,72	46,85	30,86	333,39	7,99
весняна повінь	29	43,14	15,47	37,40	0,05	175,40	51,40	35,69	358,47	7,99
літня межень	29	43,98	15,58	33,80	0,63	176,13	51,44	35,93	356,86	7,97
осінь	32	44,02	16,13	32,50	0,25	171,58	50,33	34,09	348,65	7,96
2001-2015										
зимова межень	21	50,43	19,83	23,53	0	174,62	50,85	41,69	363,69	7,92
весняна повінь	37	49,73	19,91	21,77	0,04	170,99	47,59	42,27	352,25	7,97
літня межень	42	48,48	20,24	22,49	0,16	170,09	49,47	42,71	353,47	8,08
осінь	37	49,81	20,18	21,66	0,08	170,95	51,14	40,99	354,83	8,01
ГДК рибогосподарського призначення		≤ 180	≤ 40	≤ 120			≤ 100	≤ 300		6,5-8,5
ГДК господарсько-побутового використання			≤ 50	≤ 200			≤ 500	≤ 350	≤ 1000	6,5-8,5
Гранична межа 3 категорії екологічної оцінки							≤ 100	≤ 75	≤ 1000	6,6-8,1
ДСанПіН 2.2.4-171-10							≤ 250	≤ 250	≤ 1000	6,5-8,5

Варіанти більшості варіаційних рядів хімічного складу природної води (мінералізація, HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) мають близький до нормального або логнормального розподілу ймовірностей. Емпіричні криві розподілу вибіркової сукупності мають як позитивну (Cl^- , SO_4^{2-}), так і від'ємну (HCO_3^- , мінералізація) помірну асиметрію (рис. 5). Умови нормальності розподілу підтверджуються правилом трьох сигм, коли потроєне стандартне відхилення середньо арифметичної завжди більше асиметрії (показник скоше-

ності кривої вибіркового розподілу) і ексцесу (показник гостровершинності кривої вибіркового розподілу), а 99,73 % усіх варіантів знаходяться в довірчому інтервалі від -3δ до $+3\delta$.

Варіанти вибірки загальної мінералізації води розподілилися в такий спосіб: 148-200 мг/дм^3 – 10 значень або 1,6 % від загальної кількості у вибірці; 200-252 – 30 (4,8 %), 252-304 – 134 (21,6 %); 304-356 – 246 (39,6 %); 356-408 – 169 (27,2 %); 408-460 – 25 (4,0 %); 460-512 – 3 (0,5 %), 512-564 – 2 (0,3 %); 564-616 мг/дм^3 – 2 значення або 0,3 % вибірки (рис. 6).

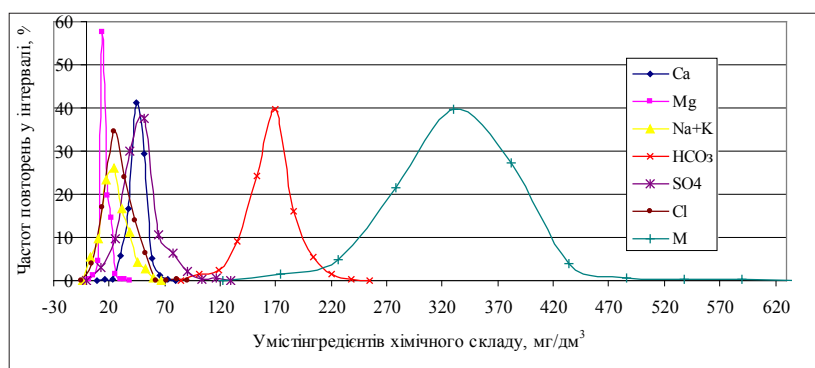


Рис. 6. Полігони розподілу й частота повторень значень в інтервалах вибірки загальної мінералізації й головних іонів води р. Дніпро – м. Нова Каховка за 1957-2015 рр.

Оброблення й систематизація багаторічних даних хімічного складу води (1957-2015 рр.) р. Дніпро – м. Нова Каховка свідчить, що за період спостережень **загальна мінералізація** води змінювалася від 150,3 мг/дм^3 (30.04.1958 р.) до 613,0 мг/дм^3 (19.10.1994 р.) при середньоарифметичному значенні 331,06 мг/дм^3 (рис. 5, табл. 1) [14-16].

При цьому лише 4 проби води річки з 621 мали мінералізацію вищу 500 мг/дм^3 і за переважуючою більшістю аналізів вода відносилася

до 1 класу 1 гіпогалінної категорії якості [26].

Протягом усього часу спостережень загальна мінералізація води річки мала різну амплітуду коливання, що пов'язано з урегулюванням стоку у 6 водосховищах, які розміщені вище по течії (рис. 6). За фазами водного режиму загальна мінералізація води р.Дніпро у Новій Каховці має незначні коливання, що також пов'язано з урегулюванням стоку: найменшу усереднену мінералізацію води за весь період досліджень фіксу-

вали у зимову межень 311,75 мг/дм³, найбільшу – 335,30 мг/дм³ у весняну повінь (табл. 3).

Серед головних іонів хімічного складу води р.Дніпро у Новій Каховці переважаючими є гідрокарбонат та кальцій. Амплітуда коливань умісту гідрокарбонатів у воді Дніпра є значною – від 93,3 мг/дм³ (1.07.1970 р.) до 245,0 мг/дм³ (31.07.1972 р.).

Середньоарифметичне значення умісту гідрокарбонатів у воді річки за весь період досліджень – 166,30 мг/дм³. Для прикладу амплітуда коливань умісту гідрокарбонатів у воді р.Дніпро у Каневі за 1960-2015 рр. є значнішою, ніж у Новій Каховці: від 69 мг/дм³ (18.05.1979 р.) до 296,0 мг/дм³ (17.02.1971 р.) при середньоарифметичному значенні 182,44 мг/дм³.

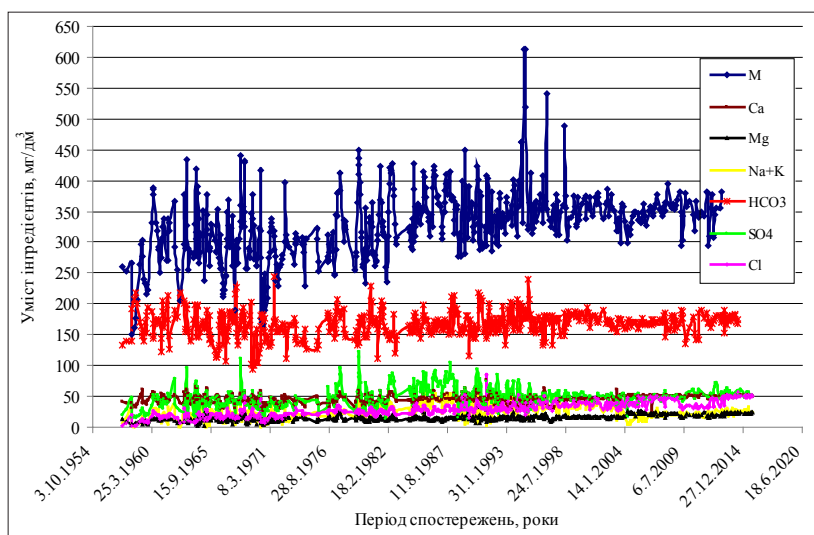


Рис. 7. Динаміка мінералізації та хімічного складу води Дніпра у Новій Каховці

Вибірка переважаючого аніона HCO_3^- у Новій Каховці за концентрацією має такий розподіл: 93-110 мг/дм³ – 9 або 1,44 % від загальної кількості; 110-127 – 15 (2,42 %); 127-144 – 56 (9,02 %); 144-161 – 151 (24,32 %); 161-178 – 246 (39,61 %); 178-195 – 100 (16,1 %); 195-212 – 33 (5,31 %); 212-229 – 9 (1,45 %); 229-246 мг/дм³ – 2 значення або 0,32 % (рис. 5). Якщо розглядати вміст гідрокарбонатів у воді Дніпра за фазами водного режиму, то вони найвищі у весняну повінь – 171,45 мг/дм³, а найнижчі – у зимову межень 158,87 мг/дм³ (табл. 3).

За вмістом переважаючого катіона Ca^{2+} вибірка розподіляється так: 13-20 мг/дм³ – 1 значення або 0,16 %; 20-27 – 2 (0,32 %); 27-34 – 36 (5,8 %); 34-41 – 104 (16,75 %); 41-48 – 255 (41,06 %); 48-55 – 183 (24,47 %); 55-62 – 32 (5,15 %); 62-69 – 7 (1,13 %); 69-76 мг/дм³ – 1 значення або 0,16 %. Концентрація катіонів кальцію у воді річки змінювалася від 13,8 (3.07.1985 р.) до 76,0 мг/дм³ (21.03.1991 р.). Середньоарифметична концентрація кальцію у воді Дніпра у Новій Каховці за весь період спостережень становила 45,45 мг/дм³ (табл. 1).

У жодній з проб за весь період досліджень не відмічено перевищення ГДК для водойм рибогосподарського призначення (180 мг/дм³).

За фазами водного режиму концентрація кальцію у воді річки є такою: весняна повінь – 47,52, літня межень – 45,51, осінь – 44,10, зимова межень – 43,53 мг/дм³ (табл. 3).

Уміст сульфатів у вибірці розподілений так: 6-19 мг/дм³ – 16 значень або 3,06 % вибірки; 19-32 – 60 (9,66 %); 32-45 – 186 (29,95 %); 45-58 – 233 (37,52 %); 58-71 – 66 (10,63 %); 71-84 – 39 (6,28 %); 84-97 – 14 (2,25 %); 97-110 – 1 (0,16 %); 110-123 мг/дм³ – 3 значення або 0,48 % (рис. 2). Концентрація сульфатів змінювалась від 11,9 (27.06.1963 р.) до 122 мг/дм³ (15.06.1979 р.), при середньоарифметичному значенні 48,06 мг/дм³ (1 категорія якості). Уміст сульфатів у жодній з проб води р. Дніпро у Новій Каховці також не перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення 500 мг/дм³. За фазами водного режиму уміст сульфатів був таким: зимова межень – 45,33, весняна повінь – 47,72, літня межень – 49,94, осінь – 47,64 мг/дм³ (усі усереднені значення відповідають 1 категорії якості) [26]. Для порівняння, вміст сульфатів у воді р. Дніпро поблизу Канева значно нижчий: зимова межень – 36,3, весняна повінь – 28,32, літня межень – 29,58, осінь – 33,25 мг/дм³.

Концентрація хлоридів у вибірці води р. Дніпро у Новій Каховці мала такий: 0-9,5 мг/дм³ – 24 значення або 3,9 %; 9,5-19,0 – 106 (17,1 %); 19,0-28,5 – 215 (34,6 %); 28,5-38,0 – 148 (23,8 %); 38,0-47,5 – 87 (14,0 %); 47,5-57,0 – 40 (6,4 %); 57,0-66,5 – 0; 66,5-76,0 – 0; 76,0-84,5 мг/дм³ – 1 зна-

чення або 0,16 %. Амплітуда коливання концентрації хлору у воді річки за період досліджень змінювалась від 1,7 мг/дм³ (30.04.1958 р.) до 84,7 (21.03.1991 р.) при середньоарифметичному значенні 28,58 мг/дм³. Це значення відповідає 2 категорії якості води за сольовим складом. У жодній із проаналізованих проб води не виявлено перевищення ГДК для водойм рибогосподарського призначення за хлоридами (350 мг/дм³).

За фазами водного режиму концентрація хлоридів у воді р. Дніпро не мала значних розбіжностей, але найвищою була восени – 29,67 мг/дм³, найнижчою у зимову межень – 26,14 мг/дм³ (табл. 3). За показниками вмісту хлоридів вода р. Дніпро у зимову межень, весняну повінь, літню межень і восени відносилася до 1 категорії якості [31].

Вибірка концентрації магнію у воді р. Дніпро – м. Нова Каховка має такий розподіл: 0-4,0 мг/дм³ – 1 значення або 0,16 % вибірки; 4,0-8,0 – 7 (1,13 %); 8,0-12,0 – 29 (4,67 %); 12,0-16,0 – 358 (57,65 %); 16,0-20,0 – 123 (19,81 %); 20,0-24,0 – 90 (14,49 %); 24,0-28,0 – 10 (1,61 %); 28,0-32,0 – 1 (0,16 %); 32,0-36,0 мг/дм³ – 2 значення або 0,32 % вибірки. Уміст магнію у воді річки змінювався від 1,7 (22.02.1965 р.) до 33,8 мг/дм³ (6.05.1990 р.) при середньоарифметичному значенні 15,01 мг/дм³. Необхідно відзначити, що значень концентрації магнію вищих за ГДК для водойм рибогосподарського призначення (40 мг/дм³) не зафіксовано. За фазами водного режиму вміст магнію у воді р. Дніпро за 1957-2015 рр. становив: весняна повінь – 14,77, літня межень – 15,41, осінь – 15,71, зимова межень – 13,62 мг/дм³ (табл. 3).

Вибірка умісту суми натрію та калію у воді р.Дніпро за 1957-2015 рр. розподілилася так: 0-7,0 мг/дм³ – 34 значення або 5,48 % вибірки; 7,0-14,0 – 61 (9,82 %); 14-21 – 144 (23,19%); 21-28 – 161 (25,93%); 28-35 – 104 (16,75 %); 35-42 – 70 (11,27 %); 42-49 – 27 (4,35 %); 49-56 – 17 (2,74 %); 56-63 мг/дм³ – 3 значення або 0,48 % вибірки. Уміст суми натрію та калію у воді р.Дніпро – м. Нова Каховка за період досліджень змінювався від 0,2 (30. 03.1965 р.) до 62,2 мг/дм³ (15.03.1994 р.) при середньоарифметичному значенні 25,13 мг/дм³. У жодній з проаналізованих проб води уміст натрію не перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

За фазами водного режиму найвищим уміст суми натрію та калію був у літню межень – 25,90 мг/дм³, найнижчим – 24,22 мг/дм³ у весняну зимову межень (табл. 3). У весняну повінь і восени концентрація натрію становила 25,10 та 24,89 мг/дм³ відповідно.

Узагальнені результати зміни середньоарифметичної мінералізації й концентрації головних іонів у воді Дніпра за окремі 10 та 5-річні періоди досліджень наведено у табл. 2, що свідчить про поступове зростання загальної мінералізації води протягом 59-річних досліджень. Значення у окремі відрізки часу змінювалися від 268,90 мг/дм³ за 1957-1960 рр. до 366,85 мг/дм³ за 2011-2015 рр. Отже, загальна мінералізація води р.Дніпро у Новій Каховці за цей період досліджень зросла на 26,82 % і може бути охарактеризована як незначна. Тимчасове зниження загальної мінералізації води у 1996-2005 рр. викликане спадом промислового й сільськогосподарського виробництва,

зниженням скинутих стічних вод, зменшенням застосування агрохімічних засобів і мінеральних добрив на навколишніх землях басейну р.Дніпро.

Загалом, за цей тривалий час спостережень відмічено поступове незначне зростання загальної мінералізації води за рахунок хлоридів, сульфатів, магнію, натрію, кальцію та гідрокарбонатів. Отже, за екологічним критерієм мінералізації вода р.Дніпро у всі роки досліджень відносилася до прісної 1 категорії якості – гіпогаліної [26].

Більш-менш стабільними в ці періоди досліджень були і значення концентрації головних іонів. Так, середньозважений уміст гідрокарбонатів (переважаючого аніона) був найвищим у 1991-1995 рр. і становив 173,467 мг/дм³, найменшим 156,31 мг/дм³ – у 1957-1960 рр. (табл. 3), де найбільша різниця становить 9,89 %.

Забруднення води р.Дніпро компонентами сольового складу було незначним. Так, концентрація сульфатів у воді річки Дніпро – м. Нова Каховка у періоди досліджень 1957-1980 рр. та 1996-2010 рр. була нижчою граничної межі першої категорії (≤ 50 мг/дм³) і відносилася до 1 категорії якості (дуже чиста). У періоди 1981-1995 рр. та 2011-2015 рр. вода за цим показником відносилася до 2 категорії якості (чиста) [31].

За умістом хлоридів вода р.Дніпро у Новій Каховці в 1957-1970 рр. відповідала 1 категорії якості, у 1971-1990 рр. – 2 категорії якості, у 1991-2015 рр. – 3 категорії якості [26].

За критеріями іонного складу вода р.Дніпро у всі періоди досліджень відносилася до гідрокарбонатного класу, кальцієвої групи другого типу, що

Таблиця 5

Хімічний склад та мінералізація води малих річок, що впадають у Каховське водосховище
за певні періоди досліджень, мг/дм³

Назва річки	Період досліджень	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Мінералізація	pH
Мокра Московка	1973-1980	104,7	52,3	153,9	0,73	232,1	400,9	124,5	1069,0	7,73
	1981-1990	157,7	61,4	104,8	0,49	344,2	347,9	130,3	1146,9	7,5
	1991-2000	192,5	54,4	96,3	0,31	368,8	359,6	159,3	1234,8	7,76
	2011-2015	210,8	88,2	208,1	0	230,6	594,3	354,4	1693,7	7,90
Базавлук	1950-1955	118,9	52,3	147,6	-	312,0	283,7	188,8	1103,3	-
	1961-1970	138,2	58,5	200,6	0	321,9	364,9	237,9	1322	7,70
	1971-1980	118,8	71,6	165,6	1,1	258,8	396,7	205,4	1224,7	8,18
	1981-1990	177,8	75,4	148,7	0,91	368,5	410,8	230,4	1412,5	7,67
Кінська	1939-1940	133,5	38,7	84,7	0	245,9	221,1	171,6	895,4	7,30
	1947-1950	183,2	92,5	259,1	0,20	341,3	609,4	330,6	1816,3	8,06
	1961-1970	234,8	80,3	167,2	0	320,9	706,7	185,6	1695,5	7,35
	1981-1990	205,2	74,4	203,6	0,64	342,4	625,7	207,7	1659,7	7,79
	2005-2011	270,7	162,2	431,8	0	358,3	1278,1	430,7	2694,4	7,43
	1950-1960	63,3	33,3	143,6	17,1	202,1	196,7	154,1	800,8	8,56
Білозірка	1971-1980	70,9	64,7	343,6	8,30	186,9	223,7	559,1	1457,3	8,50
	1991-2000	69,0	66,8	220,5	8,48	251,3	315,6	266,4	1198,5	8,37
	2001-2010	68,9	64,9	239,5	11,4	226,5	290,7	336,6	1248,6	8,55
Кам'янка	1975-1976	214,0	75,7	137,5	8,7	354,0	496,7	212,3	1498,9	8,60
Томаківка	1940,1947	177,1	77,8	139,0	0	323,8	346,0	295,1	1358,9	7,4
	1971-1980	89,1	47,0	107,0	0,95	239,8	285,1	109,5	877,5	8,04

відповідає співвідношенню: $\text{HCO}_3^- \leq \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \leq \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ [1]. Так, найбільший відсотковий уміст гідрокарбонатів у воді р.Дніпро 85,77 % від суми усіх аніонів було зафіксовано 10.07.1957 р., а найменший – 37,42 % 21.03.1991 р. при середньоарифметичному значенні 60,87 %. Відсотковий уміст інших аніонів змінювався в таких межах: SO_4^{2-} – від 40,76 до 5,83 %, Cl^- – від 38,14 до 2,48, CO_3^{2-} – від 0 до 8,97 % від суми аніонів.

Найвищий уміст переважаючого катіону кальцію становив 85,74 (22.02.1965 р.) %, а найменший – 12,33 % (3.07.1985 р.) при середньоарифметичному значенні 50,86 %. Відсотковий уміст інших головних катіонів у воді р.Дніпро за весь період досліджень змінювався у таких межах: Mg^{2+} – від 52,39 до 4,54 %, Na^+ – від 48,50 до 0,18, від суми катіонів.

Отже, маємо констатувати високу і стійку розбіжність концентрації головних іонів води Дніпра у м. Нова Каховка протягом періоду досліджень, викликану різними режимами охарактеризованими на початку статті, а також як сезонними, так і добовими коливаннями водності, викликаними роботою каскаду водосховищ та ГЕС.

Певною мірою на забруднення води Каховського водосховища компонентами сольового складу впливають маловодні притоки: лівобережні Мокра Московка, Кінська, Білозірка; правобережні – Томаківка, Солона, Базавлук, Кам'янка, що впадають переважно у верхню половину водойми і мають мінералізацію води в 2-6 разів вищу ніж у водосховищі. Води цих річок мають значно вищий уміст сульфатів і хлоридів ніж Каховське водосховище.

Іригаційна оцінка якості води. Каховське водосховище є найбільшим резервуаром прісної води в Україні, що систематично і в великій кількості використовується для зрошення земель з метою одержання високих та стабільних врожаїв сільськогосподарських культур. Вода для зрошення земель півдня України подається каналами: Північнокримським, Каховським, Дніпро – Кривий Ріг.

Оцінювання якості води річки р.Дніпро – м. Нова Каховка за методикою Буданова [2] є найбільш прийнятною для умов України і свідчить, що вода має мінералізацією до 500 мг/дм³ і не загрозлива для засолення ґрунтів. Співвідношення Σ іонів до суми $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ змінювалося від 1,80 (30.04.58) до 3,88 мг-екв/дм³ (17.02.1994 р.) при середньоарифметичному 2,60 і це свідчить, що вода не спроможна викликати засолення ґрунтів (табл. 6).

За загрозою натрієвого осолонцювання співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ у воді річки змінювалося від 0,003 (30.03.1965 р.) до 3,25 (3.07.1985 р.) при середньоарифметичному значенні 0,46 мг-екв/дм³ (табл. 4). Це означає, що вода тільки в 16 пробах із 621 або 2,57 % загрозлива для натрієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів.

За методикою Буданова [2], якщо співвідношення Na^+ до $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ не більше 0,7, то це підтверджує придатність води для зрошення. У нашому випадку співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ у воді р.Дніпро змінювалося від 0,002 (30.03.1965 р.) до 0,94 (17.02.1994 р.) при середньоарифметичному значенні 0,30, що підтверджує придатність води для зрошення без загрози натрієвого осолонцювання. Але в 10 пробах з 621 або в 1,61 %

Таблиця 6

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості іригаційних показників природної води р. Дніпро – м. Нова Каховка за 1957-2015 рр., за 621 аналізом проб

Інгредієнти	Середній	Стандартна похибка	Уміст, мг/дм ³		Мінімальний	Максимальний	Рівень надійності, 95,0 %	ГДК
			Стандартне відхилення	Іригаційна оцінка якості води, мг-екв/дм ³				
pH	8,00	0,01	0,34	6,00	9,00	0,03	≤ 8,2	
Na ⁺ /Ca ²⁺	0,46	0,01	0,25	0,003	3,25	0,02	≤ 1,0	
Na ⁺ /Ca ²⁺ +Mg ²⁺	0,30	0,006	0,15	0,002	0,94	0,01	≤ 0,7	
СумаI/Ca ²⁺ +Mg ²⁺	2,60	0,01	0,29	2,00	3,88	0,02	≤ 4,0	
(Mg ²⁺ /Ca ²⁺ +Mg ²⁺)x100	34,71	0,29	7,27	5,02	79,44	0,57	≤ 50	
SAR	1,10	0,02	0,51	0,007	2,95	0,04	≤ 4,0	
HCO ₃ ⁻ Ca ²⁺	0,45	0,01	0,32	-1,46	2,36	0,03	≤ 2,0	
Na ⁺ /Сума катіонів	22,05	0,34	8,41	0,18	48,50	0,66	≤ 60	
HCO ₃ ⁻ , мг-екв/дм ³	2,73	0,01	0,34	1,53	4,01	0,03	≤ 3,5	
CO ₃ ²⁻ , мг-екв/дм ³	0,016	0,002	0,04	0	0,325	0,003	Відс.	
Cl ⁻ , мг-екв/дм ³	0,81	0,01	0,32	0,048	2,39	0,03	≤ 3,0	
Σ солей екв. Cl ⁻	1,44	0,02	0,27	0,13	4,77	0,04	≤ 5,0	

випадків співвідношення катіонів перевищували встановлені нормативи.

За фазами водного режиму іригаційні показники за методикою Буданова

приблизно однакові, хоч найвищими є у зимову й літню межень, а за магнієвим осолонцюванням – восени (табл. 7).

Таблиця 7

**Іригаційне оцінювання води р. Дніпро – Нова Каховка
за фазами водного режиму**

Інгредієнти	Зимова межень	Весняна повінь	Літня межень	Осінь
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$	0,47	0,45	0,48	0,46
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	0,31	0,30	0,30	0,29
Сума іонів/ $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	2,62	2,59	2,62	2,58
$(\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})\cdot 100$	33,45	33,34	35,23	36,50
$\text{Na}^++\text{K}^+ / (\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}+\text{Na}^++\text{K}^+)\cdot 100$	22,50	21,72	22,43	21,76
SAR	1,10	1,10	1,13	1,08
$\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$	0,43	0,44	0,48	0,47
HCO_3^- , мг-екв/дм ³	2,60	2,81	2,76	2,67
CO_3^{2-} , мг-екв/дм ³	0	0,02	0,03	0,01
Cl^- , мг-екв/дм ³	0,74	0,80	0,82	0,84
Σ солей екв. Cl^-	1,20	1,49	1,57	1,39

У часі найвищими показники іригаційної оцінки води р.Дніпра за методикою Буданова і іншими були в 1981-1990 та 1995-2000 рр., але вони не перевищували граничнодопустимих значень (табл. 8).

За оцінкою Можейко й Воротнік, вода р. Дніпро в усіх пробах також не загрозлива для осолонцювання ґрунтів. Уміст відношення $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)/(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+) \times 100$ у воді р.Дніпро змінюється від 0,18 % (30.03.1965 р.) до 48,50 % (17.02.1994 р.) при середньоарифметичному значенні 22,05 %. При цьому не було жодної проби води, що мала значення вищі за 66 % (вода, непридатна для зрошення), тобто в 100 % проб вода є придатною для зрошення. За цією методикою вода у зимову межень мала найгірші показники, в весняну повінь – найкращі для зрошення (табл. 7), але різниця

між ними незначна. У часі найгіршими іригаційні показники води були в 1995-2000 рр., найкращими – у 2006-2010 рр. (табл. 8).

Іригаційна оцінка якості води Дніпра за *загрозою магнієвого осолонцювання зрошуваних ґрунтів* свідчить, що вміст магнію від суми магнію та кальцію за весь період досліджень змінювався від 5,02 % (22.02.1985 р.) до 79,44 % (3.07.1985 р.), при середньоарифметичному значенні 34,71 % (табл. 6). При цьому в 4 пробах води із 621 розраховані іригаційні значення перевищували граничнодопустимі для магнієвого осолонцювання ґрунтів, а середньоарифметичні значення в жодному з періодів дослідження не перевищували допустимих (табл. 6). За фазами водного режиму іригаційні показники найгіршими були восени, найкращими – у весняну повінь, але ця різниця незначна.

Таблиця 8

Зміна іригаційних показників води р. Дніпро – м. Нова Каховка у часі

Інгредієнти	1957- 1960	1961- 1970	1971- 1980	1981- 1990	1991- 1995	1995- 2000	2001- 2005	2006- 2010	2011- 2015
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$	0,29	0,35	0,43	0,57	0,66	0,70	0,38	0,32	0,38
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	0,21	0,24	0,28	0,37	0,41	0,43	0,24	0,19	0,22
Сума іонів/ $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	2,42	2,48	2,56	2,74	2,85	2,86	2,48	2,40	2,45
$(\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}) * 100$	25,50	30,73	34,43	33,39	36,18	37,96	38,31	40,49	40,80
$\text{Na}^++\text{K}^+ / (\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}+\text{Na}^++\text{K}^+) * 100$	16,53	18,37	21,73	26,45	28,01	29,32	18,41	16,04	18,16
SAR	0,73	0,85	1,02	1,38	1,48	1,57	0,93	0,78	0,92
$\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$	0,40	0,43	0,47	0,42	0,67	0,67	0,40	0,31	0,29
HCO_3^- , мг-екв/дм ³	2,56	2,66	2,62	2,74	2,84	2,81	2,84	2,77	2,81
CO_3^{2-} , мг-екв/дм ³	0,014	0,016	0,035	0,029	0,007	0,001	0,001	0	0,002
Cl^- , мг-екв/дм ³	0,348	0,51	0,65	0,78	0,91	1,06	1,08	1,16	1,30
Σ солей екв. Cl^-	0,94	1,16	1,46	1,55	1,47	1,59	1,53	1,55	1,75

Виконана оцінка води р. Дніпро за коефіцієнтом SAR [2] свідчить, що він змінюється від 0,05 (29.06.1962 р.) до 2,95 (17.02.1994 р.), а середньо-арифметичні значення в жодному з періодів досліджень не перевищували критичного рівня (табл. 8). При цьому усі проби води мали значення SAR нижчі за 8, тобто вода не загрожлива для засолення й осолонцювання ґрунтів.

За державним стандартом України [35] на поливну воду, вода р.Дніпро у Новій Каховці за більшістю компонентів хімічного складу відповідає 1 класу, але містить соду і є загрозливою для натрієвого осолонцювання й підлучення ґрунту. Вода річки містить також вищі, ніж допустимі, концентрації гідрокарбонатів, що може мати токсичну дію на вирощувані сільськогосподарські рослини при зрошенні [35].

Отже, за більшістю методів іригаційної оцінки вода р. Дніпро у Новій Каховці придатна для зрошення й

не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей. Вона вимагає ліквідації соди та зниження умісту карбонатів перед поливом.

Розрахунок кількості гіпотетичних солей у воді р. Дніпро [35] для оцінювання небезпеки токсичної дії на ґрунти й рослини дав такі результати. Вода в період досліджень періодично містила найбільш токсичну сіль – соду (NaCO_3 , табл. 9), яка викликає підлучення й натрієве осолонцювання зрошуваних ґрунтів. Так, уміст токсичних хлоридів натрію змінювався від 0 (11.05.1985 р.) до 1,502 мг-екв/дм³ (13.03.1989 р.), сульфатів натрію – від 0 (35,1 % проб) до 1,466 (31.10.1987 р.), сульфатів магнію – від 0 (9,5 % проб) до 1,358 (30.06.1984 р.), гідрокарбонатів магнію – від 0 (2,89 % проб) до 2,359 (3.07.1985 р.), нетоксичних сульфатів кальцію – від 0 (18,36 % проб) до 1,531 (21.03.1991 р.) мг-екв/дм³ (табл. 9).

Таблиця 9

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості умісту гіпотетичних солей у природній воді р. Дніпро – м. Нова Каховка за 1957-2015 рр.

Інгредієнти	Уміст, мг-екв/дм ³					Рівень надійності, 95,0 %
	Мінімальний	Максимальний	Середній	Стандартна похибка	Стандартне відхилення	
NaCO_3	0	0,325	0,016	0,002	0,044	0,003
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	0,69	2,00	1,954	0,005	0,132	0,010
$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	0	2,359	0,722	0,012	0,305	0,024
NaHCO_3	0	1,245	0,050	0,005	0,017	0,010
CaSO_4	0	1,531	0,309	0,010	0,067	0,020
MgSO_4	0	1,358	0,406	0,010	0,066	0,020
NaSO_4	0	1,466	0,288	0,013	0,105	0,025
CaCl_2	0	1,037	0,009	0,003	0,074	0,006
MgCl_2	0	2,046	0,109	0,009	0,214	0,017
NaCl	0	1,502	0,717	0,011	0,284	0,022
Σ солей екв. Cl	0,129	4,771	1,437	0,021	0,515	0,041

Розрахована *кількість токсичних солей в еквівалентах хлору* [35] змінювалася від 0,129 (23.12.1969 р.) до 4,771 (19.06.1984 р.) мг/екв/дм³. За середньоарифметичним значенням цього показника 1,437 мг-екв/дм³ вода р.Дніпро – м. Нова Каховка придатна для зрошення будь-яких типів ґрунтів. Загалом уміст токсичних солей у воді річки значно нижчий допустимого для зрошення ґрунтів (≤ 5 мг-екв/дм³ в еквівалентах Cl- [35]).

Отже, за більшістю методів іригаційної оцінки та умістом токсичних гіпотетичних солей вода р. Дніпро – м. Нова Каховка є придатною для зрошення й не вимагає поліпшення хімічного складу перед поливом. Вона вимагає ліквідації соди в певні періоди та постійного зниження вмісту карбонатів перед поливом ґрунтів з нейтральною та лужною реакцією.

Висновки

За період спостережень загальна мінералізація води р. Дніпро – м. Нова Каховка змінювалася від 150,3 мг/дм³ до 613,0 мг/дм³ при середньоарифметичному значенні 331,06 мг/дм³. За фазами водного режиму найменшу усереднену мінералізацію води за весь період досліджень фіксували у зимову межень 311,75 мг/дм³, найбільшу – 335, 30 мг/дм³ у весняну повінь. При цьому води річки відносилися до прісних 1 класу 1 гіпогалінної категорії.

За критеріями іонного складу вода р.Дніпро у всі періоди досліджень відносилася до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи другого типу, що відповідає співвідношенню $\text{HCO}_3^- \leq \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \leq \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2+}$ [1].

Узагальнені результати зміни середньоарифметичної мінералізації

й концентрації головних іонів у воді оди досліджень свідчать про поступове зростання загальної мінералізації води протягом 59-річних досліджень. Значення в окремі відрізки часу змінювалися від 268,90 мг/дм³ за 1957-1960 рр. до 366,85 мг/дм³ за 2011-2015 рр. Отже, загальна мінералізація води р.Дніпро у Новій Каховці за цей період досліджень зросла на 26,82 % і може бути охарактеризована як незначна. Тимчасове зниження загальної мінералізації води у 1996-2005 рр. викликане спадом промислового й сільськогосподарського виробництва, зниженням скинутих стічних вод, зменшенням застосування агрохімічних засобів і мінеральних добрив на навколишніх землях басейну р.Дніпро.

Забруднення води р.Дніпро компонентами сольового складу було незначним. Так, концентрація сульфатів у воді р.Дніпро – м. Нова Каховка у періоди досліджень 1957-1980 рр. та 1996-2010 рр. була нижчою граничної межі першої категорії (≤ 50 мг/дм³) і відносилася до 1 категорії якості (дуже чиста). У періоди 1981-1995 рр. та 2011-2015 рр. вода за цим показником відносилася до 2 категорії якості (чиста) [31].

За умістом хлоридів вода р.Дніпро у Новій Каховці в 1957-1970 рр. відповідала 1 категорії якості, у 1971-1990 рр. – 2 категорії якості, у 1991-2015 рр. – 3 категорії якості [26].

За більшістю методів іригаційної оцінки та Державним стандартом України (ДСТУ 2730-94) вода р. Дніпро придатна для зрошення й не вимагає поліпшення хімічного складу шляхом внесення кальцієвих солей. Вона вимагає ліквідації соди в певні періоди та постійного зниження вмісту гідрокарбонатів перед поливом ґрунтів з нейтральною та луж-

ною реакцією. Якщо врахувати, що в зоні дії річки ґрунти мають і кислотну реакцію, то наявність у воді соди буде її ліквідувати.

За сольовим складом і мінералізацією вода р.Дніпро придатна для водопостачання і відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Література

1. Алёкин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод / Вопросы гидро-техники / О.А. Алёкин // Ленинград: Гидрометиздат, 1946. 240 с.
2. Буданов М.Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения / М.Ф. Буданов // Киев. : Урожай, 1970. – 48 с.
3. Гидрологический ежегодник 1961 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1964. – 242 с.
4. Гидрологический ежегодник 1962 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1964. – 299 с.
5. Гидрологический ежегодник 1963 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1966. – 313 с.
6. Гидрологический ежегодник 1964 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1966. – 303 с.
7. Гидрологический ежегодник 1965 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1967. – 415 с.
8. Гидрологический ежегодник 1970 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1972. – 395 с.
9. Гидрологический ежегодник 1971 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1976. – 352 с.
10. Гидрологический ежегодник 1972 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1976. – 628 с.
11. Гидрологический ежегодник 1975 г. Том 2. Вып. 4,5. – Киев. 1977. – 282 с.
12. Гидрохимический бюллетень. Материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод на территории Украинской ССР. Ежеквартальные выпуски. 1967-1980 гг. Киевская гидрометеорологическая обсерватория.
13. Гидрохимия Днепра, его водохранилищ и притоков. – К. Наукова думка. 1967. – 316 с.
14. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Госстандарт, 1985. – 15 с.
15. Денисова А.И. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / А.И.Денисова, В.М. Тимченко, Е.П. Нахшина. – К. Наукова думка. 1989. – 216 с.
16. Державні санітарні норми та правила. "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10). [Текст] Київ. 2010. 42 с.
17. Заключний звіт № 1606-69-Т7 «Будівництво Каховської ГЕС-2. Техніко-економічне обґрунтування: Оцінка впливу на навколишнє середовище». Укргідропроект. Харків. 2015. – 131 с.
18. Лозовіцький П. Хімічний склад води річок українського Полісся і екологічна оцінка їх якості / П. С. Лозовіцький, А. Лозовицький // Водне господарство України. 2007. № 5, С. 45-54.
19. Лозовіцький П.С. Передкартографічні дослідження складу води річки Десни / П.С. Лозовіцький, Ю.А. Лузовицька, А.П. Лозовицький, А.М. Молочко, М.А. Молочко // Картографія та вища школа. К.: Інститут передових технологій, 2009. Вип. 14. – С. 73-83.
20. Лозовіцький П.С. Моніторинг якості води річки Дунай у м. Кілія / П.С. Лозовіцький // Причорноморський екологічний бюлетень. 2011. № 4. С. 158-182
21. Лозовіцький П. С. Моніторинг мінералізації та хімічного складу води Дніпра в межах Канівського природного заповідника / П.С. Лозовіцький // Часопис картографії. – 2016. Вип.15. Частина 2. – С. 78-97.
22. Лозовіцький П. С. Екологічний стан та екологічне оцінювання води Дніпра в межах Канівського природного заповідника / П.С. Лозовіцький // Часопис картографії. 2016. – Вип.15. Частина 2. – С. 125-154.
23. Материалы наблюдений на водохранилищах (Дополнение к гидрологическому ежегоднику т. 2. Вып. 4) 1961-1964 гг. – К. 1966. – 994 с.

24. Матеріали спостережень на водохранилищах и озерах (Дополнение к гидрологическому ежегоднику 1968 г. т. 2. Вып. 0, 4, 5, 6, 9). К. 1971 г. – 345 с.
25. Матеріали спостережень на водохранилищах и озерах (Дополнение к гидрологическому ежегоднику 1969 г. т. 2. Вып. 0- 6). К. 1972 г. – 296 с.
26. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарій України / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. // К., 2001. 48 с.
27. Обухов Є.В. Каховському водосховищу – 55 років / Український гідрометеорологічний журнал, 2012, №10. – С. 116-125.
28. Романенко В.Д. Основи гідроекології, підручник для студентів екологічних і біологічних спец. вузів / В.Д. Романенко. – К.: Обереги. – 2001 р. – 728 с.
29. Рябцев М.П. Схема районирования зоны устойчивого подтопления приморских территорий Херсонщины и северного Присивашья / Меліорація і водне господарство. 2007. Вип. 95. – С. 167-176.
30. Рябцев М.П. Гидрогеологическая обстановка в зоне биосферного заповедника «Аскания-Нова» и его защита от подтопления / Меліорація і водне господарство. 2010. Вип. 98. – С.208-217
31. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник / С. І. Сніжко // К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
32. Статистические методы в гидрологии // Под ред. Г.А. Алексеева. – Л. Гидрометеоиздат. 1970. – 270 с.
33. Таубе П.Р. Химия и микробиология воды / П.Р. Таубе, А.Г. Баранова // М.: Высш. шк., 1983. – 280 с.
34. Унифицированные методы анализа вод СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 144 с.
35. Якість води для зрошення. Екологічні критерії. ВНД 33-5,4-02.97 [Текст] // Державний комітет України по водному господарству. Введ. у дію з 01.04.1998 р. – Харків, 1998.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-СТІЙКОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ КЕРУВАННІ РУХОМ СУДНА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ МОРСЬКИХ РАЙОНІВ

Машков О.А., Теут В.М.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського 35, 03035, Київ,
mashkov_oleg_52@ukr.net

Розглянуто питання автоматизованого керування судном екологічного моніторингу при виникненні конфліктних (нештатних) ситуацій. Запропоновано заходи системної реалізації державної політики щодо екологічного стану Чорного та Азовського морів за допомогою судна екологічного моніторингу. *Ключові слова:* екологічна безпека, судно екологічного моніторингу, техногенні забруднювачі, нафтопродукти.

Технология использования функционально-стойкой автоматизированной системы поддержки принятия решений для разрешения конфликтных ситуаций при управлении движением судна экологического мониторинга морских районов. Машков О.А., Теут В.М. Рассмотрены вопросы автоматизированного управления судном экологического мониторинга при возникновении конфликтных (нештатных) ситуаций. Предложены меры системной реализации государственной политики по экологическому состоянию Черного и Азовского морей с использованием судов экологического мониторинга. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, судно экологического мониторинга, техногенные загрязнители, нефтепродукты.

The technology of using a functionally robust automated decision support system to resolve conflict situations in the management of the ship's motion of environmental monitoring of marine areas. Mashkov O., Teut V. In the article the questions of the automated management are examined by the ship of the ecological monitoring in case of occurring of conflict(non-permanent) situations. Authors suggest to take measure for system realization of public policy in regard to the ecological state Black and Азовского seas with the use of courts of the ecological monitoring. *Keywords:* environmental safety, boat environmental monitoring, industrial pollutants, petroleum products.

У Законах України «Про основні засади (стратегія) державної екологічної політики до 2020 року» та «Про затвердження Загальнодержавної

цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну ріки Дніпро на період до 2021 року» визначено, що

система державного управління охороною вод потребує невідкладного реформування шляхом переходу до інтегрованого управління водними ресурсами. В цієї системі пропонується використовувати спеціальні судна екологічного моніторингу для визначання забруднення донних відкладень, техногенних забруднень від нафто та хімічних підприємств в разі порушень ними на регіональному, територіальному та об'єктовому рівнях екологічно-техногенної безпеки акваторій Чорного та Азовського морів.

Заходами з використанням спеціальних суден екологічного моніторингу передбачено:

- проведення систематичного комплексного морського екологічного обстеження з використанням спеціальних суден екологічного моніторингу та ліквідації наслідків забруднення;
- відновлення функціонування морського екологічного моніторингу (на регіональному, територіальному та об'єктовому рівнях) починати з дистанційного зондування Землі;
- створення комплексу морських екологічних карт з визначенням ступеня еколого-техногенної небезпеки акваторій Чорного та Азовського морів.

**Технологія інтеграції
функціонально-стійкої
автоматизованої системи
підтримки прийняття рішень
і системи диспетчерського
управління**

Зоною дії гідронавігаційної системи є морська поверхня, а об'єктами управління – судна екологічного моніторингу. Складові гідронавігаційної системи – автономні бортові, авто-

номні наземні і системи зв'язку та гідронавігації.

Функціонально-стійка автоматизована система підтримки прийняття рішень і система диспетчерського управління спеціальними суднами екологічного моніторингу повинна забезпечувати:

- необхідний рівень безпеки морських суден (гарантувати, як мінімум, збереження існуючого рівня безпеки); давати можливість рухатись за найбільш раціональним напрямом з мінімумом обмежень;
- функціональну можливість обміну даними між наземними (береговими) і морськими елементами.

Традиційні системи зв'язку, навігації та спостереження в регіонах з напруженим морським рухом мають чітко дотримуватись принципів функціональної стійкості, адже подальше розширення їх можливостей майже неможливо.

Різноманітні елементи системи управління повинні ефективно працювати разом і гарантувати ефективне обслуговування на шляху плавання від пристані до пристані.

Інтеграція функціонально-стійкої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень і системи диспетчерського управління морським рухом забезпечує важливі переваги порівняно з існуючими традиційними технологіями:

- одержання на борту морського судна і трансляція в центр управління морським рухом інформації про його місцезнаходження і екологічний стан району спостереження;
- високий темп відновлення цієї інформації;
- гарантія одержання необхідної інформації незалежно від місцезна-

ходження морського судна або центру управління плаванням;

- надійність систем навігації і управління морським рухом, особливо при роботі в комплексі супутникових і традиційних систем;

- можливість скоротити час виявлення забруднень морських акваторій і час ліквідації наслідків техногенних аварій і катастроф;

- значне зменшення залежності плавання від метеорологічних умов, що має особливе значення на етапі ліквідації аварій і катастроф;

- підвищення безпеки морського руху в зв'язку з поліпшенням інформаційного забезпечення та ін.

При цьому необхідно забезпечити комплексний оперативний розгляд технічних, організаційних, регіональних, економічних, ергономічних та інших проблем. Ці питання мають суттєве значення і повинні вирішуватися в процесі переходу на сучасні супутникові технології зв'язку, навігації та спостереження в процесі управління морським рухом.

Вимоги до компонентів функціонально-стійкої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень і системи диспетчерського обслуговування суден екологічного моніторингу

За результатами досліджень можна сформулювати вимоги до компонентів функціонально-стійкої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень і системи диспетчерського управління морським рухом суден екологічного моніторингу:

1. Забезпечення навігації при виникненні нештатних (аварійних) ситуацій. При цьому супутникову наві-

гацію суден екологічного моніторингу в Україні необхідно впроваджувати від локальних диференціальних підсистем і регіональних станцій моніторингу до інтеграції у Європейську систему супутникового доповнення EGNOS. Внаслідок цього в Україні можна створити рівномірну мережу контрольно-коригувальних станцій і надавати диференціальні поправки на території України. Для впровадження супутникової навігації доцільно здійснити в Україні прив'язку об'єктів і точок морського простору до геодезичної системи WGS-84.

2. Забезпечення зв'язку при виникненні нештатних (аварійних) ситуацій передбачає ініціювання ліній передачі даних при входженні морського судна в зону обслуговування, по лінії капітан-диспетчер, надання моніторингової інформації, обмін даними між службами управління морським рухом, обробка екологічної інформації, голосове спілкування у надзвичайних і аварійних ситуаціях. Для підтримки супутникової навігації потрібна лінія передачі диференціальних поправок по каналу "земля-море".

3. Здійснення спостережень при виникненні нештатних (аварійних) ситуацій з берега так і з морського судна. Системи спостереження повинні забезпечувати термінове відновлення інформації про місцезнаходження судна екологічного моніторингу і надавати капітану можливість визначити траєкторії руху відповідно вимог оперативного моніторингу і ліквідації наслідків морського забруднення. Необхідна інформація щодо результатів спостереження має забезпечувати заданий рівень екологічної безпеки морського району та мінімум енергетичних витрат.

4. Забезпечення надійними засобами автоматизації при виникненні нештатних (аварійних) ситуацій.

Робота диспетчера морського руху судна екологічного моніторингу передбачає вирішення низки завдань, які вимагають високої майстерності і оперативного використання індивідуальних знань і здібностей – просторове сприйняття, узагальнення інформації, аналіз ситуації і прийняття обґрунтованих рішень. Диспетчер повинен знати місце знаходження всіх суден екологічного моніторингу і визначати виконавця і час ліквідації морського забруднення.

Диспетчер як оператор системи корегує вирішення цих завдань тільки за наявності потужних програмних засобів для автоматизації виконання робочих операцій. В умовах швидкого розвитку сучасних інформаційних технологій визнається безальтернативність ролі диспетчера. Наявність у диспетчера широкого набору інформаційних інструментів суттєво змінює функціональну роль диспетчера при виконанні процедур управління рухом суднами екологічного моніторингу і дозволяє певною мірою страхувати роботу диспетчера при автоматизації процесів прогнозу, виявлення і вирішення можливих екологічних конфліктів.

Керування морським рухом можна полегшити лише за умов впровадженню ліній передачі даних. Базова (берегова) система має бути здатна приймати, зберігати, обробляти, відображати екологічну інформацію з морського судна і активно взаємодіяти з суднами по лініях передачі даних. Це надає можливість керувати рухом морських суден за принципом «від пристані – до пристані».

Супутникові комунікації передбачені розвитком концепції, відповідно

до якої морське судно автоматично передаватиме інформацію про своє місцезнаходження з будь-якої точки морського району.

Застосування комп'ютерних технологій спрямоване на поліпшення точності визначення параметрів морського судна. Прогноз і виявлення конфліктів на основі комп'ютерних методів дозволяє корегувати маршрути суден екологічного моніторингу. Системи автоматизації будуть впроваджуватися еволюційним шляхом при виникненні в них потреби. При цьому автоматизація розглядається як один з багатьох ресурсів, які використовує людина-оператор і несе відповідальність за якість виконання роботи по виявленню та ліквідації екологічних аварій і катастроф.

Це вимагає надійного зв'язку між машиною і людиною як на березі, так і на кораблі для забезпечення ефективної взаємодії між капітаном, диспетчером і береговими засобами автоматизації.

Розвиток берегової системи управління має бути еволюційним, а проблеми переходу до нових технологій їх інтеграції повинні вирішуватися персоналом та розробниками такої системи. Проект майбутньої системи має забезпечувати керовану і рентабельну послідовність забезпечення екологічної безпеки.

Обладнання для екологічного контролю та моніторингу морських районів

На сьогодні для інструментального аналізу та пробопідготовки використовують флуориметр, атомну абсорбцію з зсмановською корекцією неселективного поглинання фону, капілярний електрофорез, ІК-спектроскопія з пере-

творенням Фур'є, СВЧ-мінералізацію проб.

Наявність широкого набору приладів у комплексі з сучасним методичним забезпеченням дозволяє надійно визначати наявність гранично допустимих концентрацій (ГДК) різноманітних екоотоксикантів у пробах води, повітря, морського берега, промвикидах і біопробах.

Універсальні люмінесцентні аналізатори серії «ФЛЮОРАТ-02» використовують для аналізу природної, питної та стічної води. Крім визначення вмісту у воді різноманітних домішок органічного та неорганічного походження (Al, As, B, Be, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, U, Zn, нітрити, сульфід, фториди, ціаніди, нафтопродукти, феноли, формальдегід, каламутність) аналізатори серії «ФЛЮОРАТ-02» застосовуються і для аналізу ґрунтів, донних відкладень, повітря і промвипадків на присутність в них різних токсикантів флюориметричними і фотометричними методами.

При аналізі води метод поділу компонентів рідкої фази в системах капілярного електрофорезу «КРАПЕЛЬ» має незаперечні переваги порівняно з методом іонної хроматографії (мінімальна пробопідготовка, мала витрата реактивів, просте апаратне оформлення, відсутність дорогих сорбентів, низька собівартість одного визначення). Це дозволяє проводити успішний аналіз проб води на вміст неорганічних аніонів (нітрит, нітрат, фосфат, гідрофосфат, сульфат, фторид, хлорид, бромід, йодид, ацетат) і катіонів (амоній, літій, натрій, калій, магній, кальцій, стронцій, барій), гербіцидів, рухомих форм катіонів та аніонів у ґрунті.

Інфрачервоні Фур'є-спектрометри «ІнфраЛЮМФТ-02/08» працюють у середній ІЧ-області спектра і завдяки надійній конструкції інтерферометра, легкості в експлуатації, наявності великої бібліотеки спектрів можуть впевнено реалізовувати традиційні і стандартизовані методи спектрального аналізу. Це дозволяє швидко і з високою точністю визначати вміст нафтопродуктів у воді та ґрунті, проводити ідентифікацію джерел забруднення водних об'єктів нафтопродуктами і виявляти озоноруйнуючі речовини.

Сучасний атомно-абсорбційний спектрометр «МРА-915М/МД» призначений для визначення вмісту важких металів та інших токсичних елементів (Al, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, V, Zn і ін.) в пробах води і у водних розчинах в автоматичному режимі. Для аналізу ґрунтів на вміст важких металів з них готують витяжки, а для аналізу повітря аерозолі збирають на аерозольні фільтри.

Використання при аналізі проб води ртутно-гідридної приставки «РГП-915» дозволяє знизити концентраційну межу виявлення летючих елементів (As, Hg, Sb, Se) в 50-200 разів.

За допомогою спектрометра «РА-915 +» з приставкою «ПІРО-915 +» можна проводити пряме, без пробопідготовки, визначення масового вмісту ртуті в нафті, нафтопродуктах, біопробах і продуктах харчування на рівні показників безпеки.

Для стічних вод ретельно підібрані умови проведення мінералізації, а для проб ґрунтів та донних відкладень – одержання кислотних витяжок. Це значно підвищує точність подальшого аналізу проби по методиках

«ЛЮМЕКС» (алюміній у воді, важкі метали в пробах ґрунтів і донних відкладень).

Аналіз функціональної стійкості системи управління суднами екологічного моніторингу в умовах дії дестабілізуючих факторів

Під ефективністю управління судном екологічного моніторингу розуміємо вплив системи управління на ліквідацію аварійних ситуацій. Найважливішим принципом оцінки ефективності управління є системний підхід. Для реалізації цього принципу необхідно визначити перелік критеріїв ефективності, які можна використовувати при розрахунках. Тобто показників, чисельне значення яких при плануванні або проведенні заходів дозволяє зробити висновки щодо заходів досягнення поставленої мети.

До критеріїв ефективності системи ліквідації аварійної екологічної ситуації можна відносити лише такі показники, які відображають суб'єктивне ставлення до управління людей, які переслідують певні цілі, тобто сприяють прийняттю правильних рішень.

Система управління морським рухом повинна забезпечувати стійкість і безперервність управління, які пов'язані між собою, оскільки безперервне управління може здійснюватися тільки при стійкій роботі системи управління. Тому функціональна стійкість системи є комплексним поняттям, яке поєднує в собі надійність, живучість і стійкість перед перешкодами (захищеність).

Критеріями надійності системи або її складових є середнє напрацювання на одну відмову елемента системи або системи в цілому, ймовір-

ність надійного їх функціонування, середня тривалість безвідмовної роботи, ймовірність відмови, працездатність, готовність та ін.

В якості критеріїв живучості системи використовуються характеристики її захищеності та вразливості, ймовірність виходу її з ладу, середня тривалість відновлення порушеного управління тощо. Існує перелік критеріїв завадостійкості і електромагнітної сумісності засобів і систем управління.

Головним критерієм оцінки функціональної стійкості системи може бути забезпечення якості їх функціонування не нижче допустимого рівня, а також можливість вирішення завдань екологічного моніторингу та ліквідації екологічних аварій і катастроф з необхідною оперативністю.

Нерідко розглянута система одночасно перебуває під впливом декількох дестабілізуючих факторів, які збільшують ризик виходу її зі стійкого режиму функціонування. При цьому все залежить від потужності дії цих факторів і рівня стійкості системи по кожному з основних показників ефективності.

Основними причинами порушення функціональної стійкості систем диспетчерського управління морським рухом вважаються відмова технічних і програмних елементів системи; вплив метеорологічних умов та надзвичайних ситуацій; перешкода природного і штучного характеру; вплив людського фактора та ін.

Ці причини можуть привести до наслідків, які стосуються як безпосередньої роботи системи управління морським рухом, так і користувачів цієї системи (підрозділи екологічної інспекції, ліквідації надзвичайних

ситуацій та ін.). Наслідки можуть мати політичний, соціальний, економічний, екологічний, функціональний та технічний характер.

Дестабілізуючі фактори можуть виникати з регулярною і випадковою періодичністю. Регулярне виникнення дестабілізуючих факторів найчастіше можна передбачити і компенсувати. Випадкову дію ускладнює рішення задач стійкості функціонування системи управління.

Реально існує три групи дестабілізуючих чинників залежно від потужності їх дії щодо встановлених порогів стійкості:

- чинники з незначною потужністю з параметром λ_{i_1} , $i \in n$, де n – загальна кількість факторів;

- чинники значної потужності, кожен з яких може вивести стійку систему з рівноваги, але з часом така система повертається у сталий режим. Інтенсивність таких чинників становить λ_{i_2} , $i \in n_2$;

- чинники значної потужності, кожен з яких може повністю вивести систему зі сталого режиму, їхня інтенсивність – λ_{i_3} , $i \in n_3$.

Якщо кожен з цих потоків пуассоновський, то можна визначити такі ймовірності:

- ймовірність порушень безперервності сталого функціонування системи:

$$P^{Пб}(t) = 1 - \exp \left[- \left(\sum_{i=1}^{n_2} \lambda_{i_2} + \sum_{i=1}^{n_3} \lambda_{i_3} \right) t \right]; \quad (1)$$

- ймовірність появи тимчасового порушення безперервності:

$$P^{Пбб}(t) = 1 - \exp \left[- \sum_{i=1}^{n_2} \lambda_{i_2} t \right]; \quad (2)$$

- ймовірність повного порушення безперервного функціонування системи:

$$P^{Пббб}(t) = 1 - \exp \left[- \sum_{i=1}^{n_3} \lambda_{i_3} t \right]; \quad (3)$$

- ймовірність безперервного постійного функціонування:

$$P^{бсф}(t) = 1 - P^{Пб}(t) = \exp \left[- \left(\sum_{i=1}^{n_2} \lambda_{i_2} + \sum_{i=1}^{n_3} \lambda_{i_3} \right) t \right]. \quad (4)$$

Стійкість системи відповідно до обраного критерія S^k є функцією впливу двох груп факторів: факторів позитивної дії $\vec{X} = \{x^i\}$, $i \in m$, та чинників негативної дії $\vec{Y} = \{y^j\}$, $j \in n$:

$$S^k = f(\vec{X}, \vec{Y}), \quad (5)$$

де $\vec{X} = \vec{X}^0 + \vec{\bar{X}}$, $\vec{Y} = \vec{Y}^0 + \vec{\bar{Y}}$, $\vec{X}^0$, $\vec{Y}^0$ – середні складові факторів впливу кожної з двох груп відповідно; $\vec{\bar{X}}$, $\vec{\bar{Y}}$ – поточні змінні складові факторів впливу кожної з двох груп відповідно.

$S^0 = f(\vec{X}^0, \vec{Y}^0)$ – встановлений рівень (порог) стійкості критерію S^k .

Тоді можна вважати, що фактичний рівень стійкості обраного критерію становить:

$$S_k = f(\vec{x}_0, \vec{y}_0) + \left[\sum_{i=1}^n \frac{df(\vec{X}, \vec{Y})}{dx_i} \right]_{(\vec{x}_0, \vec{y}_0)} \cdot x_i + \left[\sum_{j=1}^m \frac{df(\vec{X}, \vec{Y})}{dy_j} \right]_{(\vec{x}_0, \vec{y}_0)} \cdot y_j \quad (6)$$

Перевищення фактичного рівня стійкості встановленого порога критерію стійкості під час впливу факторів складе:

$$\begin{aligned} |\delta S_k| &= S_k - S_{k_0} = \left| f(\vec{X}, \vec{Y}) - f(\vec{X}_0, \vec{Y}_0) \right| = \\ &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{df(\vec{X}, \vec{Y})}{dx_i} \right]_{(\vec{x}_0, \vec{y}_0)} \cdot x_i + \left[\sum_{j=1}^m \frac{df(\vec{X}, \vec{Y})}{dy_j} \right]_{(\vec{x}_0, \vec{y}_0)} \cdot y_j = \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{j=1}^m b_j y_j \quad (7) \end{aligned}$$

где S^0 – встановлений постійний рівень (поріг) критерію стійкості;

$$a_i = \frac{df(\bar{X}, \bar{Y})}{dx_i} > 0, \quad b_i = \frac{df(\bar{X}, \bar{Y})}{dy_i} < 0 \quad (8)$$

При $a_i > 0$ спостерігається позитивний вплив факторів на стійкість системи, при $b_j < 0$ – від’ємний, а при $a_i = 0, b_j = 0$ – інваріантний.

У реальних умовах на роботу системи, крім детермінованих факторів (наприклад, сезонних) можуть впливати випадкові (наприклад, поточні), що потребує обліку і випадкової змінної ψ , тоді:

$$\tilde{S} = \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{j=1}^m b_j y_j + \psi \quad (9)$$

Для спрощення спочатку будемо вважати, що кожен із факторів рівною мірою впливає на стійкість системи. Тоді під час показового закону розподілу часу появи кожного з факторів з параметром λ_i отримаємо такі значення ймовірностей:

- ймовірність впливу на роботу системи хоча б одного з n дестабілізуючих факторів на інтервалі часу $(0, t)$

$$P_d(t) = 1 - \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right); \quad (10)$$

- ймовірність відсутності дестабілізуючого впливу факторів

$$P_{nd}(t) = \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right); \quad (11)$$

- ймовірність перебування системи в стійкому стані за відсутності дестабілізуючих факторів:

$$P_{снд}(t) = \alpha \cdot \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right), \quad (12)$$

де α – ймовірність перебування системи в стійкому стані, коли на неї не впливають дестабілізуючі чинники;

- ймовірність перебування системи в нестійкому стані за відсутності дестабілізуючих факторів:

$$P_{нд}(t) = (1 - \alpha) \cdot \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right), \quad (13)$$

де $(1 - \alpha)$ – ймовірність перебування системи в нестійкому стані при відсутності дестабілізуючих факторів;

- ймовірність перебування системи в стійкому стані за наявності впливу хоча б одного з дестабілізуючих факторів:

$$P_{сд}(t) = \alpha^* \left[1 - \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) \right], \quad (14)$$

де α^* – ймовірність сталої роботи системи за наявності впливу дестабілізуючих факторів;

- ймовірність перебування системи в нестійкому стані за наявності дестабілізуючих факторів:

$$P_{нд}(t) = (1 - \alpha^*) \cdot \left[1 - \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) \right], \quad (15)$$

де $(1 - \alpha^*)$ – ймовірність нестійкої роботи системи під впливом хоча б одного з дестабілізуючих факторів;

- ймовірність безперервно стійкої роботи системи в разі впливу хоча б одного з дестабілізуючих факторів (передбачається, що вплив цих факторів не виводить систему зі стійкого стану):

$$P_{бсд}(t) = \alpha_1^* \cdot \left[1 - \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) \right]; \quad (16)$$

- ймовірність дискретно стійкої роботи системи в разі впливу хоча б одного з дестабілізуючих факторів (передбачається, що вплив цих факторів виводить систему зі стійкого стану тільки на час їх дії, після чого система сама здатна повернутися в постійний режим функціонування):

$$P_{дсд}(t) = \alpha_2^* \cdot \left[1 - \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) \right], \quad (17)$$

де $\alpha_1^* + \alpha_2^* = \alpha^*$.

У такому випадку ймовірність функціонально стійкої роботи системи визначається за формулою:

$$P_c(t) = \alpha \cdot \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) + \alpha^* \cdot \left[1 - \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right)\right] = \\ = \alpha^* + (\alpha - \alpha^*) \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) \quad (18)$$

Імовірність нестійкої роботи системи становить:

$$P_n(t) = (1 - \alpha) \cdot \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) + (1 - \alpha^*) \cdot \\ \cdot \left[1 - \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right)\right] \quad (19)$$

При створенні систем управління морським рухом потрібно всебічно аналізувати всі можливі чинники дестабілізації, прогнозувати потужність і тривалість їх дії, можливість їх одночасної дії в різних режимах роботи системи. Закладаються пороги стійкості щодо впливу кожного з факторів при їх одночасному впливі. Ці пороги можуть розглядатися як мінімально допустима ефективність функціонування системи за обраними критеріями оцінки. Тобто, функціональна стійкість є необхідною внутрішньою властивістю системи. При цьому для ефективного управління процесом функціонування системи в умовах дії дестабілізуючих факторів необхідно мати якомога більше об'єктивної інформації про ці фактори, що не завжди вдається. Часто ці фактори мають випадковий характер як з точки зору часу їх появи і тривалості існування, так і з точки зору їх інших характеристик (наприклад, потужності дії, можливих наслідків післядії). Тому доводиться приймати управлінські рішення в умовах часткової або повної невизначеності, яка значно ускладнює прийняття ефективного рішення.

Функціонально стійка система здатна не виходити зі стійкого стану під впливом дестабілізуючих фак-

торів або сама здатна повернутися в стійкий стан при припиненні їх дії.

Дуже важливою властивістю системи є запас функціональної стійкості, яка дозволяє системі навіть в умовах дії дестабілізуючих факторів залишатися в стані стійкого функціонування. При цьому треба забезпечувати такий запас стійкості, щоб система не реагувала на дестабілізуючі впливи. Ця досить складна задача, але до цього слід прагнути.

По відношенню до системи дестабілізуючі фактори можуть бути внутрішніми і зовнішніми. Завідомо вказати, які з них найбільш небезпечні для системи, неможливо.

Дестабілізуючі чинники залежно від викликаних наслідків можуть призводити до різних результатів одностороннього та багатостороннього характеру. Залежно від тривалості дії вони можуть бути короткостроковими, тривалими і постійно діючими. Дестабілізуючі чинники спричиняють як незначні, так й руйнівні дії. Вплив цих факторів може бути безпосереднім або опосередкованим.

Дестабілізуючий вплив може виникати під час функціонування системи або протягом часу, коли система не використовується за призначенням.

Фактори, які впливають на процес функціонування системи, можуть бути позитивними і негативними, а залежно від наслідків їх дії вони можуть бути без післядії або з післядією після зняття впливу того чи іншого фактору.

Дестабілізуючі фактори можуть виникати з різних причин: терористичних, економічних, організаційних, технічних, метеорологічних та ін. Незалежно від цих причин їх вплив в часі можна проаналізувати за допо-

могою перехідних характеристик. Оскільки наслідки можуть мати теж різний характер, то перехідна характеристика може розглядатися щодо кожної з них. Тобто, один дестабілізуючий фактор може негативно вплинути на кілька показників (процесів) роботи системи. Перехідні характеристики можуть ілюструвати абсолютну або відносну залежність кожного з параметрів системи від часу впливу дестабілізуючого чинника. Абсолютна залежність характеризує потужність впливу на роботу системи, яка в ряді випадків при аналізі може бути необхідна.

Перехідний процес у системі може виникати і тривати не тільки протягом часу існування дестабілізуючого чинника. Кожна система має деяку інерційність у сприйнятті внутрішнього або зовнішнього імпульсу впливу. Дестабілізуючий фактор (або сума таких факторів у часі) можуть змінюватися не є обов'язково згідно із законом однієї функції. Це може бути і послідовність таких імпульсів, і залежність більш складного характеру, заздалегідь передбачити яку буває складно. Зрозуміло, що і реакція системи на такі дії впливу теж може бути складною.

Якби була можливість заздалегідь передбачити час, тривалість і потужність небажаного фактора впливу, то в ряді випадків можна було б запобігти цей вплив і деякою мірою компенсувати його. Іноді на практиці це вдається зробити. Для цього необхідно систематично відслідковувати всі сторони процесу функціонування системи, яка являє собою динамічну систему, що функціонує в реальному масштабі часу.

Розробка принципів побудови і використання автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при управлінні суднами екологічного моніторингу

Завдання забезпечення необхідного рівня функціональної стійкості системи управління морським рухом повинна вирішуватися на всіх етапах життєвого циклу від етапу її створення і до використання за призначенням.

Функціональна стійкість системи може визначатися щодо її здатності забезпечити необхідний рівень екологічного моніторингу та ліквідації екологічних катастроф, її економічних показників роботи та ін.

Екологічна безпека морського району залежить від декількох факторів, основними з яких є надійність бурових морських установок та морських транспортних суден, рівень кваліфікації та відповідальності обслуговуючого персоналу, стан метеорологічних умов, організації та управління суднами екологічного моніторингу, наявність і якість спеціального обладнання для ліквідації аварій і катастроф.

Екологічна безпека морського району в кожен момент часу залежить від перерахованих і деяких інших чинників. Збільшити її з плином часу не можна, хоча підвищення її завдяки реалізації ряду заходів не тільки можливо, але і є одним із головних завдань спеціальних суден екологічного моніторингу. Необхідний рівень екологічної безпеки морських районів забезпечується шляхом реалізації комплексу організаційних, технічних і економічних програм, що свідчить про взаємозв'язок критеріїв ефек-

тивності системи управління, що розглядається.

Аналіз екологічної безпеки морських районів в Україні визначив основні події і порушення порядку використання морського простору і обслуговування морських промислових підприємств: морські події; катастрофи; екологічні події (аварії); екологічні інциденти; порушення технологій при роботі техногенних об'єктів у морських районах; втрати орієнтування систем ліквідації екологічних аварій і радіозв'язку з суднами екологічного моніторингу; небезпечні інциденти морського судноплавства; метеорологічні умови впливу; порушення правил організації морського руху та використання морських районів.

Дестабілізуючими факторами можуть бути ускладнення метеорологічних умов, невинуватені дії по кадровому забезпеченню складу капітанів, диспетчерів та інженерно-технічного персоналу, порушення надійності засобів ліквідації екологічних аварій (внаслідок дії природних та техногенних факторів) та ін.

Слід передбачити заходи забезпечення функціональної стійкості системи ліквідації екологічних аварій (катастроф) в умовах прояву актів тероризму шляхом запобігання і найшвидшої ліквідації наслідків.

При створенні системи управління спеціальними суднами екологічного моніторингу повинні враховуватися всі особливості її подальшого використання. До цих особливостей відносяться: принцип дії системи; зона дії системи та інші функціонально-тактичні характеристики; умови завантаженості системи; характеристика морського району, схеми розташування бурових установок, маршрутів

руху морських транспортних суден; технічні характеристики системи керування та ліквідації екологічних аварій; ергономічні характеристики диспетчерського складу та ін.

Відповідно до цього існують технічні та інші заходи щодо забезпечення необхідної стійкості функціонування системи:

- використання принципів резервування (структурного, інформаційного, функціонального, алгоритмічного, тимчасового та ін.);
- проектування комп'ютерної техніки і програмного забезпечення систем збору, обробки, відображення, збереження інформації про стан морського району;
- використання систем гарантованого енергозабезпечення;
- забезпечення захищеності систем щодо несанкціонованого доступу;
- забезпечення завадостійкості систем щодо природних, про-промислових, штучних перешкод, електромагнітної сумісності роботи обладнання та ін.

Тобто, дуже важливо визначити моменти дії дестабілізуючого чинника для прийняття компенсуючих заходів.

Висновки

Питання забезпечення функціональної стійкості систем керування спеціальними суднами екологічного моніторингу сьогодні є першочерговими щодо забезпечення екологічної безпеки морських районів. Підвищити функціональну стійкість систем керування спеціальними суднами екологічного моніторингу можна шляхом: удосконалення технічної основи засобів ліквідації екологічних аварій; підвищення завадостійкості радіотехнічних

засобів системи управління і проведення робіт щодо забезпечення їх електромагнітної сумісності; зміна поглядів на супутникові технології як на єдиний засіб навігації і продовження незалежного розвитку існуючих сис-

тем зв'язку, навігації та спостереження; інтеграція існуючих і перспективних засобів навігації на борту морського судна для забезпечення їх живучості та надійності функціонування і підвищення безпеки морського руху.

Література

1. Білявський Г. О. Основи екології / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – К.: Либідь, 2005. – 408 с.
2. Бондар О.І. Моніторинг навколишнього середовища / [О. І. Бондар, І. В. Корінько, В. М. Ткач, О. І. Федоренко]; за ред. О. І. Федоренко. – К.-Х.: ДЕІ-ГТІ, 2005. – 126 с.
3. Костюченко Ю.В., Копачевський І.М., Соловійов Д.М., Ющенко М.В., Акименко П.О. Використання даних супутникових спостережень для оцінки регіональних гідролого-гідрогеологічних ризиків // Космічна наука і технологія. – 2011. Т.17. № 6. – С. 19-29.
4. Кохан С.С. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи / С.С. Кохан, А.Б. Востоков. – К.: Вища школа, 2009. – 511 с.
5. Машков О.А. Метод комплексной оценки экологической безопасности техногенных объектов / О.А. Машков, Р.К.Н. Аль-Тамими, Д.Д.Х. Лами // V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/ Ecology-2015) (23-26 вересня 2015 р.). – Вінниця: ВНТУ, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – С. 58.
6. Машков О.А., Васильев В.Э., Фролов В.Ф. Методы и технические средства экологического мониторинга / Научно-практический журнал «Екологічні науки», № 1/2014(5), К., ДЕА, 2014. – С. 57-67.
7. Шапарь А. Г. Аналитическая составляющая (база знаний) системы экологического мониторинга / А. Г. Шапарь, Н. А. Емец, А. Н. Бугор // Екологія і природокористування : зб. наук. праць ІППЕ НАН України. – 2013. – Вип. 17. – С. 181-187.
8. Методика обчислення розміру збитків від забруднення нафтою, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 26 квітня 2003 р. № 631.
9. Нефтяные загрязнения восточной части Черного моря: космический мониторинг и подспутниковая верификация / К.Ц. Литовченко, О.Ю. Лаврова, М.И. Митягина и др. // Исследование Земли из космоса. 2007. No1. – С. 81-94.
10. Fingas M.F. Review of oil spill remote sensing / M.F. Fingas, C.E. Brown // Proc. of the 5th Internat. Conf. on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments. Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 2000. – P. 211-218.
11. http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/2vze/zb_m/0029_zb_m_2VZE.pdf
12. <http://kursak.net/lekciya-2-monitoring-chs/http://www.ecoline.kiev.ua/articles/lidar/lidmua.html>

РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

УДК 504.062.2:338

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН

Зайченко О.М.

Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетові
вул. Революції, 12, 61002, м. Харків
lyolka.ne@gmail.com

Вивчена вітчизняна та міжнародна нормативно-правова бази екологічного аудиту. Рекреаційну зону розглянуто з позицій системного підходу. Відповідно до завдань екологічного аудиту визначено основні його критерії екологічного аудиту для різних територій. Обґрунтовано необхідність виявлення екологічних завдань для різних типів зон рекреації. *Ключові слова:* екологічний аудит, рекреаційна зона, екологічні аспекти рекреаційних зон, системний підхід, зацікавлені сторони, екологічне законодавство.

Системный подход к экологическому аудиту рекреационных зон. Зайченко А.Н. Изучена отечественная и международная нормативно-правовая базы экологического аудита. Рекреационную зону рассмотрено с позиций системного подхода. В соответствии с задачами экологического аудита определены основные его критерии экологического аудита для различных территорий. Обоснована необходимость выявления экологических задач для различных типов зон рекреации. *Ключевые слова:* экологический аудит, рекреационная зона, экологические аспекты рекреационных зон, системный подход, заинтересованные стороны, экологическое законодательство.

Systemic approach to environmental audit of recreation zones. Zaichenko O. In the article Ukrainian and international legislation in the field of environmental audit have been studied.. Recreation zone was considered with systemic approach. The main criteria of the environmental audit in the context of its main tasks have been defined. It would be of great interest to reveal and to value ecological aspects for recreation zones of various types. Environmental audit procedure for recreation zones should be based on estimating of ecological aspects taking into account the interests of stakeholders. *Keywords:* ecological audit, recreation zone, ecological aspects of recreational zones, system approach, stakeholders, environmental legislation.

Значний природно-ресурсний потенціал України зобов'язує використання максимально ефективних важелів його збереження, зокрема, за допомогою різних економічних та адміністративно-правових інструмен-

тів управління. Екологічний аудит (ЕА) – один із них, головна мета якого – запобігання та скорочення негативного впливу господарської діяльності на навколишнє природне середовище (НПС).

ЕА в Україні спрямований на забезпечення дотримання природоохоронного законодавства в процесі господарської та іншої діяльності. Нормативна база в сфері екологічного аудиту перебуває на стадії формування.

Закон України «Про екологічний аудит» № 1862-IV від 24.06.2004 р. юридично закріпив поняття екологічного аудиту, визначив критерії, об'єкти екологічного аудиту та випадки його обов'язкового проведення, але системні дослідження його процедури ще відсутні.

Відповідно до Закону, екологічний аудит (ЕА) – це документально оформлений системний незалежний процес оцінювання екологічного об'єкта. Системний підхід до процедури екологічного аудиту передбачає визначення завдань екологічного аудиту шляхом:

- збору достовірної інформації про екологічні аспекти господарської діяльності об'єкта екологічного аудиту;
- встановлення відповідності об'єктів екологічного аудиту вимогам законодавства про охорону навколишнього середовища та іншим критеріям екологічного аудиту;
- оцінки впливу діяльності об'єкта екологічного аудиту на стан навколишнього середовища.

Завдання ЕА вирішуються послідовно, кожен етап неможливий без проходження попереднього. Систематичність проведення цієї про-

цедури є запорукою мінімізації шкідливих впливів об'єктів ЕА на навколишнє природне середовище, і, як наслідок, позитивних змін його стану.

До об'єктів екологічного аудиту належать – підприємства, організації, їх філії та установи; системи управління навколишнім середовищем (НПС); інші об'єкти, передбачені законом [1].

Наявність чисельних різнопланових і різномасштабних об'єктів аудіювання вимагає специфіки опрацювання методологічних і методичних прийомів екологічного аудиту.

Рекреаційні зони належать до категорії «інших об'єктів» екологічного аудиту (ЕА), адже їхня господарська діяльність чинить вплив на навколишнє середовище.

На сьогодні процедура екологічного аудиту на Україні напрацьована тільки для промислових підприємств. На державному рівні питанням аудіювання / інспектування таких суб'єктів господарювання щодо відповідності законодавчим вимогам займаються відповідні структурні підрозділи Мінприроди України. Для систем управління НПС розроблений стандарт ДСТУ ISO 19011: 2003 "Настанови з екологічного аудиту систем управління навколишнім середовищем" («Guidelines for quality and / or environmental management systems auditing»)[2].

Необхідність наукового обґрунтування методології і практики застосування екологічного аудиту рекреаційних зон для оздоровлення навколишнього середовища та підвищення якості життя населення зумовили актуальність цієї проблематики.

Відповідно «Стратегії розвитку Харківської області до 2020 року»

одним із стратегічних завдань є підвищення конкурентноспроможності економіки регіону, зокрема, розвиток внутрішньо обласного рекреаційного туризму як галузі малого та середнього бізнесу, що має високий потенціал створення нових робочих місць і розширення дохідної бази місцевих бюджетів в умовах зростання попиту на послуги туризму і дозвілля з боку населення [3]. З огляду на це, екологічний аудит рекреаційних зон є одним із найефективніших еколого-економічних інструментів для оцінки екологічного стану і розробки практичних рекомендацій щодо його покращення. Розвиток методологічної бази ЕА рекреаційних зон сприятиме узагальненню одержаної інформації, економічній оцінці зон рекреації та заходів, спрямованих на дотримання вимог чинного законодавства на території.

Проблемою екологічного аудиту територій в Україні займаються Скрипчук П. М., Галушкіна Т. П., Позаченюк Є. А., Завальнюк І. В. Нормативно-правове забезпечення, форми й методи екологічного аудиту вивчали І. М. Потравний, Г. П. Серов, В. М. Навроцький, які визначають екологічний аудит територій (ЕАТ) як один із напрямків аудиторського науково-практичного виду діяльності на основі аналізу коадаптивності (взаємної сумісності) господарської й природної підсистем за допомогою комплексної геоекологічної оцінки територіальної організації об'єкта аудитування, спрямованої на вироблення заходів зі сталого розвитку регіону [4].

Але теоретико-методологічні засади екологічного аудиту, зокрема, рекреаційних зон потребують постійного вивчення і систематизації.

Результати досліджень

Особливістю рекреаційних зон як об'єкта екологічного аудиту є специфічні екологічні аспекти цих територій. Оцінка їхніх впливів на довкілля та пошук шляхів мінімізації є пріоритетними завданнями екологічного аудиту. Рекреаційні зони (РЗ) є частиною довкілля, чинять вплив на свою територію і підлягають ураженню шкідливими впливами на навколишнє природне середовище. Процес господарської діяльності на території РЗ стосується інтересів багатьох зацікавлених сторін. Це рекреанти, місцеві жителі, органи місцевого самоврядування, власники земель, на яких розташовані РЗ, власники сусідніх земель, туристичні агентства, адміністрації РЗ, НПС (з огляду на коадаптивність) (мал. 1).

Відповідно до мети і завдань процедури екологічного аудиту запропоновано системний підхід до його проведення в рекреаційних зонах для аналізу інтересів зацікавлених сторін, виявлення екологічних особливостей різних типів рекреаційних зон.

Рекреаційна зона являє собою територіальну геоекологічну систему з безліччю внутрішніх взаємодій і зв'язків із зовнішнім середовищем, які динамічні, залежать від часу і постійно змінюються (мал. 1).

На входах системи знаходяться речовини, енергія, кліматичні умови, природні ресурси, які зацікавлені у процесі рекреаційної діяльності сторони, тощо. На виході – певні впливи як наслідки екологічних аспектів впливу діяльності людини на РЗ. Під екологічним аспектом розуміється будь-яка дія, сфра діяльності або послуга, які впливають на навколишнє середовище.

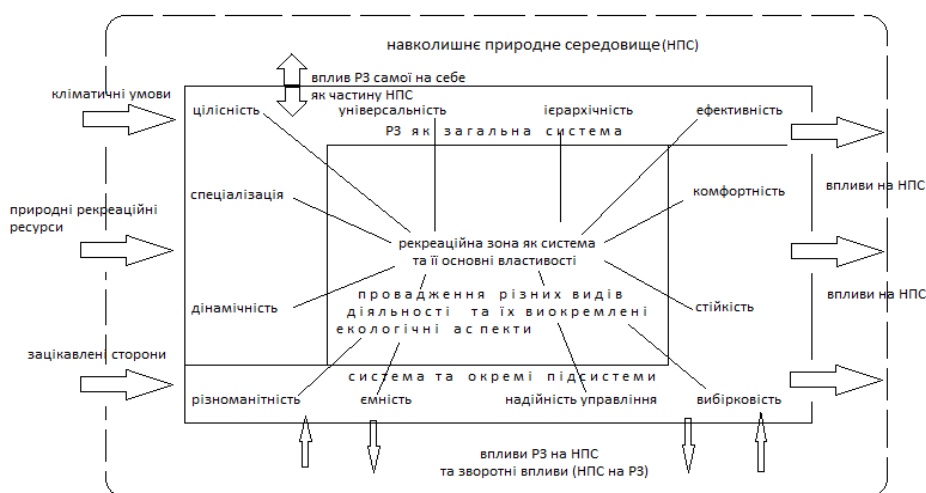


Рис. 1. Розгляд рекреаційної зони як системи

Цілісність – це узгоджена взаємодія підсистем між собою і з оточенням, універсальність – можливість задоволення будь-яких потреб зацікавлених сторін. Ієрархічність – різною мірою обов’язки різних груп зацікавлених сторін в процесі здійснення впливу господарської діяльності на РЗ. Спеціалізація РЗ – можливість задоволення конкретних потреб населення (наприклад, естетичних чи у плаванні, сонячних ваннах тощо). Динамічність полягає в адекватній реакції РЗ на зовнішні впливи (зміна показників якості довкілля, якісного складу флори/фауни тощо). Надійність управління – безвідмовність функціонування (відповідно до законодавства, право на користування рекреаційними зонами мають усі групи населення). Під ефективністю РЗ розуміється оптимальне співвідношення витрат на утримання рекреаційної зони та одержання результатів (економічних, зокрема, непрямих – підвищення працездатності внаслідок оздоровлення тощо). Стійкість і

ємність – дві взаємопов’язані властивості. Під стійкістю розуміємо здатність протистояти зовнішнім впливам, під ємністю – здатність забезпечити комфорт рекреантів без шкоди для себе. Отже, коли допустимі рекреаційні та інші навантаження перевищують гранично допустимі, знижується стійкість рекреаційної зони, погіршується якість природних рекреаційних ресурсів на ній, знижується здатність до самовідновлення. Ці якості зумовлюють надзвичайну актуальність контролю дотримання вимог природоохоронного законодавства на таких територіях.

Особливою рисою рекреаційної зони є те, що, як об’єкт ЕА вона впливає на довкілля і, сама є частиною навколишнього природного середовища і потребує захисту від власних шкідливих впливів.

Встановлення відповідності об’єктів екологічного аудиту вимогам законодавства про охорону навколишнього середовища та іншим критеріям екологічного аудиту – вагоме завдання ЕА.

Проведено аналіз національної законодавчої бази та виявлено, що на сьогоднішні основні законодавчі

вимоги (критерії екологічного аудиту) до рекреаційних зон закріплені у важливих документах.

Таблиця 1

Законодавчі вимоги до рекреаційних зон

Нормативний документ	Короткий опис вимог
ДержСанПіН «Планування та забудови населених пунктів» від 19.06.1996 № 362	розділ 6 «Організація ландшафтно-рекреаційних територій» – «...необхідно передбачати рівномірне озеленення території з максимальним збереженням і використанням зелених насаджень»
Земельний кодекс України від 23.05.1992 № 1402-ВР	ст. 52, ч. 1,2,3 – «на землях рекреаційного використання заборонена діяльність, яка може привести до погіршення рекреаційних властивостей територій, заборонене їх використання не за цільовим призначенням»
Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 21.05.1991 № 1467 –ХІ	Ст. 60. – «...рекреаційні зони попадають під категорію природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні», Ст. 63 (частини 2,3) – «...на землях рекреаційного використання заборонена діяльність, яка може призвести до погіршення рекреаційних властивостей територій»
Закон України «Про планування і забудову територій» від 20.04.2000 №1699-ІІІ	ст. 2 «...Визначення територій, що мають особливу екологічну, наукову, встановлення передбачених законодавством обмежень на їх планування, забудову та інше використання»
Закон України «Про місцеве самоврядування» від 21.05.1998 № 280/97-ВР	ст. 44, п. 5 – «...визначення режиму використання територій РЗ (у відповідності із законодавством України) відноситься до повноважень, які обласні ради делегують обласним державним адміністраціям»
Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-ХІІ	ст. 17 «...обмеження в'їзду автотранспорту та інших транспортних засобів та установок у сельбищні, курортні, рекреаційні та природно-заповідні зони, місця масового відпочинку населення та туризму»
Санітарні норми «Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі населених місць»	Наводиться загальний перелік забруднюючих речовин та їх максимально разових та середньодобових концентрацій, допустимих у повітрі в межах населених пунктів
Проект закону «Про державний земельний кадастр» від 23.04.2007	Облік земель рекреаційного призначення ведеться у загальному порядку
Рекреаційні зони у складі об'єктів ПЗФ: зони регульованої та стаціонарної рекреації	
Закон України «Про природно-заповідний фонд» від 16.06.1992 № 2456-ХІІ,	ст. 21, 22, 28 – «...Рекреаційна діяльність на території об'єктів природно-заповідного фонду організовується спеціальними підрозділами адміністрації цих об'єктів»

Закінчення таблиці 1

Положення про Проект організації регіонального ландшафтного парку від 06.07.2005 № 245; Положення про проект організації національного природного парку від 06. 07. 2005 № 245	«...На території зон стаціонарної і регульованої рекреації НПП (РЛП) у відповідності із функціональним зонуванням заборонена будь-яка діяльність, що може призвести або призводить до порушення стану НПС і зниження рекреаційної цінності територій національного природного парку, регіонального ландшафтного парку»
Положення про проект організації біосферного заповідника від 06.07.2005 № 245	«...На території зон стаціонарної і регульованої рекреації НПП (РЛП) у відповідності із функціональним зонуванням заборонена будь-яка діяльність, що може призвести або призводить до порушення стану НПС і зниження рекреаційної цінності територій національного природного парку, регіонального ландшафтного парку»
Рекреаційні зони виключно курортного призначення:	
СанПіН 4631-88 «Санітарні правила охорони приберегових смуг морів від забруднення в місцях водокористування населення» від 14.04.1988 № 368	П 1.3 – «...правила розповсюджуються на прибережні райони територіальних та внутрішніх вод, що використовуються для рекреаційних, лікувально-оздоровчих і господарсько-питних потреб населення» п 2.2 «...встановлюються охоронні райони морського водокористування»
Закон України «Про курорти» від 05.10.2000 № 2026-ІІІ	Ст. 4 – «За характером природних лікувальних ресурсів курорти України поділяються на курорти місцевого та загальнодержавного значення» Ст. 10 – «Проекти оголошення природних територій курортними підлягають державній екологічній та санітарно-гігієнічній експертизам»
Постанова КМУ від 04.08.2000 № 1214 «Про затвердження переліку об'єктів та окремих територій, що підлягають постійному та обов'язковому обслуговуванню ДАРС	«...Рекреаційні зони та інші території в період масового відпочинку людей або занять промислом, який не суперечить законодавству, в тому числі туристичної діяльності»
«Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій та орієнтовно безпечних рівнів впливу шкідливих речовин у воді водних об'єктів, що використовуються для рибогосподарських цілей» від 21.04.1986 р.	Наведені основні ГДК забруднюючих речовин у водних об'єктах

Одним із завдань екологічного аудиту є оцінка впливу діяльності об'єкта аудиту на стан навколишнього середовища. Але, враховуючи коадаптивну властивість зон рекреації,

що виступає і як об'єкт екологічного аудиту, і як частина НПС, потрібна оцінка екологічного стану і самої рекреаційної зони. Особливої актуальності набувають питання оцінки допу-

стимого рекреаційного навантаження як одного з значних екологічних аспектів, притаманних для всіх типів РЗ.

Проведення аналізу зацікавлених сторін допоможе визначити, з ким необхідно проводити консультації і підтримувати контакти в рамках процесу екологічного аудиту; визначити сторони, що володіють правами, інтересами, ресурсами, кваліфікацією і можливістю брати участь в процесі господарської діяльності або впливати на нього.

Аналіз зацікавлених сторін – це процес, що повторюється, який ідеально повинен проводитися на стадії початкової підготовки екологічного аудиту і перед безпосереднім виконанням. У цьому випадку він може бути використаний для вивчення разом із зацікавленими сторонами соціальних, екологічних і економічних наслідків, викликаних господарською діяльністю на території рекреаційної зони. Для різних типів рекреаційних зон перелік зацікавлених сторін буде

різним. Так само при визначенні екологічних аспектів рекреаційних зон матимемо змогу одержати загальні екологічні аспекти, притаманні всім рекреаційним зонам та специфічні для окремих РЗ, зумовлені наявністю певних рекреаційних ресурсів, особливістю формування зони рекреації, її дозвільного режиму тощо.

Висновки

Виявлено, що на сьогоднішні методологічна база екологічного аудиту для рекреаційних зон (РЗ) ще не розроблена. Існуючі підходи до екологічного аудиту ще не повною мірою задовольняють інтереси зацікавлених сторін в процесі рекреаційної та інших видів діяльності, що мають місце на конкретному типі територій. Визначено основні критерії екологічного аудиту для рекреаційних зон. Подальшого дослідження потребують класифікація рекреаційних зон та оцінка значущості екологічних аспектів для рекреаційних зон різних типів.

Література

1. Закон України «Про екологічний аудит» № 1862-IV від 24.06.2004 р.
2. ДСТУ ISO 19011: 2003 "Настанови з екологічного аудиту систем управління навколишнім середовищем" («Guidelines for quality and / or environmental management systems auditing»).
3. Стратегія розвитку Харківської області до 2020 року.
4. Позаченюк Е. А., Завальнюк И. В. «Экологический аудит территорий на примере равнинного Крыма» – Симферополь, 2006. – 175 с.
5. Бобкова Г. Г. «Правове забезпечення рекреаційної діяльності». Вид. ДонНТУ, Донецьк, 2008. – 423 с.
6. Серов Г. П. Экологический аудит и экоаудиторская деятельность – Москва, изд. Дело, Академия народного хозяйства, 2008, 408 с.
7. Гордійчук Є.Г. Ресурсно-екологічна безпека рекреаційних територій / Т.П. Галушкіна, О.О. Карпенко, Є.Г. Гордійчук // Екологія міста та рекреаційних зон: Всеукр. наук.-практ. конф., 17-18 квітня 2008 р.: тези доповідей – Одеса, 2008. – С. 193-196.
8. Лебединський Ю.П., Потравний І.М., Краснянський В.Ю. Управління природокористуванням. – К.: Урожай, 1998. – 256 с.
9. Зайченко О. М. Необхідність розвитку методології екологічного аудиту рекреаційних зон в сучасних умовах / О. М. Зайченко // Екологічний менеджмент у загальній системі управління: збірник тез доповідей Одинадцятої щорічної Всеукраїнської наукової конференції, Суми, 20-21.04.2011 / відп. за вип. О. М. Теліженко. – суми: СумДУ, 2011. Ч. 1 – С. 100-103.
10. Пэнтл Р. «Методы системного анализа окружающей среды». – М.: Мир, 1979. – 214 с.

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ

УДК 502.43:504.064

МІКРОБНІ БІОСЕНСОРНІ АНАЛІЗАТОРИ ЯК СПОСІБ ЕКСПРЕСНОГО МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ЕКОТОКСИЧНОСТІ В ОБ'ЄКТАХ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Резніченко Л.С., Грузіна Т.Г., Дибкова С.М.
Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка НАН України
бульв. Вернадського, 42, 03142, м.Київ
Reznichenko_LS@mail.ru

Розроблено мікробні біосенсорні аналізатори як ефективний спосіб експресного моніторингу параметрів екотоксичності в об'єктах навколишнього середовища, зокрема рівня забрудненості важкими металами та токсичними органічними сполуками. Визначено основні переваги: висока чутливість, портативність, експресність, доступність для широкого загалу користувачів, економічність. *Ключові слова:* мікробні біосенсори, експресний моніторинг, важкі метали, органічні полутанти, навколишнє середовище, екотоксичність, екологічна безпека.

Микробные биосенсорные анализаторы как способ экспрессного мониторинга параметров экотоксичности в объектах окружающей среды. Резниченко Л.С., Грузина Т.Г., Дыбкова С.Н. Разработаны микробные биосенсорные анализаторы как эффективный способ экспрессного мониторинга параметров экотоксичности объектов окружающей среды, в частности уровня загрязнения тяжелыми металлами и токсичными органическими соединениями. Определены их основные преимуществ: чувствительность, портативность, экспрессность, доступность широкому кругу потребителей, экономичность. *Ключевые слова:* микробные биосенсоры, экспрессный мониторинг, тяжелые металлы, органические поллютанты, окружающая среда, экотоксичности, экологическая безопасность.

Microbial biosensors as method for express monitoring of ecotoxicity parameters in the environment. Rieznichenko L., Gruzina T., Dybkova S. The article describes developed microbial biosensor analyzers as effective method for express monitoring of ecotoxicity parameters in the environment, in particular the level of its contamination by heavy metals and toxic organic compounds. Among their main advantages: sensitivity, portability, rapidity, availability to a wide range of users, thrift. *Keywords:* microbial biosensors, express monitoring, heavy metals, organic pollutants, environment, ecotoxicity, ecological safety.

У сучасних умовах антропогенного навантаження питання екологічної безпеки та збереження навколишнього середовища займають особливе місце. Адекватне якісне та кількісне визначення параметрів екотоксичності в об'єктах навколишнього середовища неможливе без застосування широкого спектра біологічних методів аналізу. Водночас, необхідність широкого застосування коштовних та тривалих за часом методів для забезпечення достовірності одержаних результатів ставить проблему впровадження нових високочутливих, експресних та простих методів екомоніторингу на новий рівень.

Серед інноваційних методів моніторингу параметрів екотоксичності в об'єктах навколишнього середовища, в тому числі водних об'єктах та ґрунтах, особливе місце сьогодні займає біосенсорний аналіз, якому належить провідна роль серед сучасних біоаналітичних пристроїв, що дозволяють використовувати високочутливі «інтелектуальні» методи вимірювання вмісту хімічних сполук або біологічних ефектів у зразках. Із різноманіття існуючих біосенсорних аналітичних систем особлива увага у практиці екологічного моніторингу об'єктів навколишнього середовища приділяється мікробним біосенсорам, оскільки штами мікроорганізмів, що використовуються при конструюванні сенсорних елементів, забезпечують високу чутливість до екотоксичної компоненти забруднювачів та не потребують коштовних та складних методів культивування.

Беззаперечною перевагою мікробних біосенсорних систем як засобів екомоніторингу порівняно з традиційними біологічними і, передусім, хіміч-

ними методами аналізу виділено: експресність методу; високе чутливість до екотоксичної компоненти органічних та/або неорганічних поллютантів; простота виконання; легкість експлуатації; добра відтворюваність; стійкість до впливу зовнішніх факторів у процесі виробництва; економічність.

Ці переваги пояснюють найбільшу розповсюдженість та популярність використання в екоаналітичній практиці саме мікробних біосенсорів.

В Інституті біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка розробляються мікробні біосенсорні аналізатори для експресного високочутливого моніторингу параметрів екотоксичності, зокрема рівня забрудненості об'єктів навколишнього середовища важкими металами та токсичними органічними сполуками.

Багаторічні фундаментальні дослідження характеру відгуку високоспецифічних природних і сконструйованих бактеріальних штамів мікроорганізмів на присутність поллютантів органічної та неорганічної природи дали змогу розробити низку сенсорних елементів портативних біосенсорних біолюмінесцентних та БСК-аналізаторів для експресного моніторингу параметрів екотоксичності.

Мікробний біосенсор для експресного моніторингу рівня загальної екотоксичності та оцінки ступеня забрудненості важкими металами об'єктів навколишнього середовища належить до систем оптичного типу.

Підхід, використаний у запропонованому мікробному біосенсорі для визначення загальної екотоксичності та/або вмісту важких металів базується на реєстрації змін інтенсивності біолюмінесценції бактеріальних шта-

мів – компонентів сенсорних елементів під впливом токсичних речовин, присутніх у пробі, що аналізується, порівняно з контролем.

До сенсорних елементів розробленого біолоюмінесцентного біосенсорного аналізатора для визначення рівня загальної екотоксичності та оцінки ступеня забрудненості важкими металами об'єктів навколишнього середовища входять мікроорганізми, що володіють природною або індукованою біолоюмінесценцією: *Pseudomonas fragi* T2(5) [Tc RZnR lux+], *Vibrio fischeri* F1, *Photobacterium phosphoreum* B 7071, *Vibrio harvei* Ms1, *Alcaligenes eutrophus* 1239.

Відгук сенсорних елементів забезпечується високочутливою та експресною реакцією клітин сенсорного елемента на інтегральну дію токсикантів та може бути зареєстрований біолоюмінометром. Люмінесцентні бактерії характеризуються оптимальним поєднанням різних типів структур, що відповідають за генерацію біопшкоджень, з експресністю, об'єктивним та кількісним характером відгуку цілісної системи. Зокрема, біолоюмінесцентні бактерії містять фермент люциферазу, який здійснює ефективну трансформацію енергії хімічних зв'язків життєво необхідних метаболітів у світловий сигнал на рівні, придатному для вимірювань.

Ефективність застосування розробленого мікробного біосенсора показана на прикладі визначення рівня загальної екотоксичності та вмісту важких металів у складних багатокомпонентних водних об'єктах, яке було проведено в польових умовах на прикладі зразків природної солоної та прісної води (місце відбору – акваторія ВАТ МК “Азовсталь”).

На рисунках 1 та 2 наведено результати аналізу проб води, виконаного класичними сертифікованими методами за ДСТУ: визначення вмісту заліза, міді, цинку, марганцю (рис. 1), та біосенсорним методом з використанням тест-штамів – сенсорних елементів і портативного біолоюмінометра (рис. 2).

Проведені випробування сенсорних елементів в польових умовах на складних за хімічним складом, багатокомпонентних природних зразках солоної та прісної води засвідчили кореляцію даних щодо рівня загальної екотоксичності та вмісту важких металів у пробах, аналізованих класичними хімічними сертифікованими методами (рис. 1) – наведені дані класичного аналізу вмісту важких металів, перераховані відносно гранично допустимої концентрації (ГДК)) за показниками загальної екотоксичності та вмісту важких металів, визначеними за допомогою розробленого мікробного біосенсорного аналізатора (рис. 2).

Результати досліджень характеру відгуку тест-штамів сенсорних елементів при визначенні рівня загальної екотоксичності та вмісту важких металів у складних багатокомпонентних водних об'єктах свідчать про їх ефективність при аналізі параметрів екотоксичності в об'єктах навколишнього середовища. При цьому, на відміну від класичних хімічних методів, тривалість біосенсорного аналізу становила менше 30 хвилин.

Мікробний біосенсор для експресного моніторингу рівня забрудненості органічними поліутантами об'єктів навколишнього середовища розроблений з використанням *Pseudomonas fluorescens* B4252,

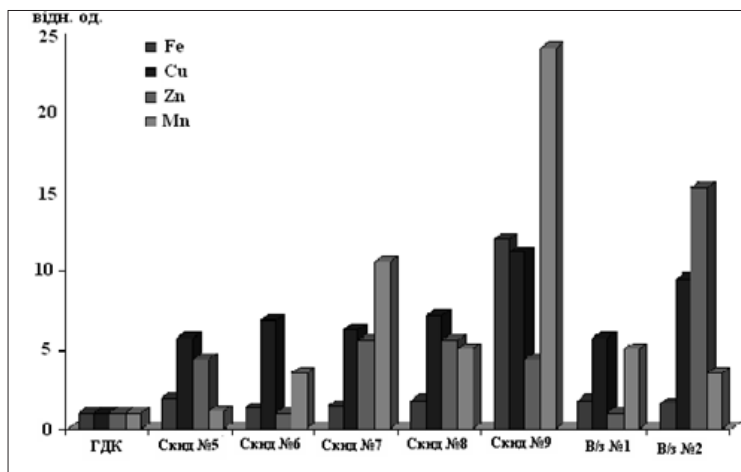


Рис. 1. Дані класичного аналізу (стандартизовані хімічні методи аналізу) рівня забрудненості важкими металами природної та стічної води: місце відбору – акваторія ВАТ МК “Азовсталь”

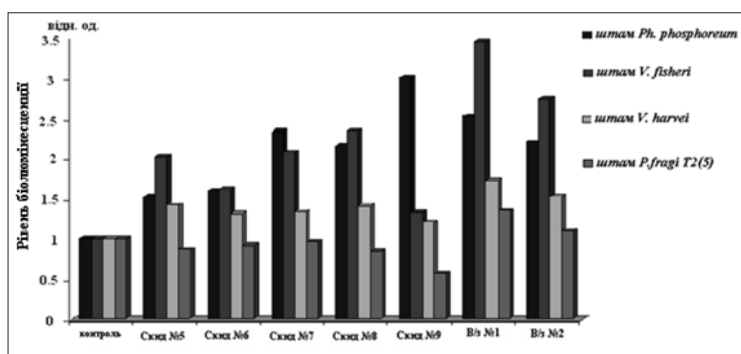


Рис. 2. Дані біосенсорного аналізу рівня забрудненості важкими металами природної та стічної води: місце відбору – акваторія ВАТ МК “Азовсталь”

Pseudomonas fluorescens B5040, *Pseudomonas* sp. B4251, *Pseudomonas fluorescens* (AC), та *Pseudomonas putida* K.

Їх застосування у біосенсорному аналізі дозволяє проводити експресний моніторинг рівня забрудненості об'єктів навколишнього середовища органічними полутантами (побутовими стічними водами, паливно-мастильними матеріалами, гербіци-

дами, поверхнево-активними речовинами, тощо).

Метод, що пропонується, базується на визначенні змін респіраторної (дихальної) активності асоціату клітин бактеріальних штамів – високоактивних деструкторів широкого спектра органічних сполук, які становлять основу біологічно-чутливого елемента мікробного біосенсорного БСК-аналізатора.

БСК – біологічне (біохімічне) споживання кисню – це кількість елементного кисню у міліграмах, яке поглинається 1 дм³ проби за умов біохімічного окислення органічних забруднювачів під дією мікроорганізмів. Визначення показника БСК дозволяє адекватно оцінити рівень забрудненості зразка, що аналізується, органічними поллютантами. Класичний метод визначення БСК є довготривалим та громіздким процесом і триває не менше 5 діб.

Біосенсорний метод визначення БСК, що пропонується, має суттєві переваги порівняно з існуючим класичним методом: експресність (тривалість аналізу – 20 хвилин); висока чутливість до широкого спектра органічних забруднювачів; простота виконання; економічність.

За природою трансдьюсера розроблений мікробний біосенсор експресного моніторингу рівня забрудненості органічними поллютантами належить до біосенсорів електрохімічного типу: як трансдьюсер виступає кисень-чутливий – електрод типу Кларка.

Висновки

Результати численних досліджень щодо визначення ефективності застосування розроблених мікробних біосенсорних аналізаторів свідчать про значні переваги їх упровадження у практику моніторингу параметрів екотоксичності: висока чутливість до екотоксичної компоненти широкого спектра органічних та неорганічних поллютантів, простота виконання, легкість експлуатації, добра відтворюваність, стійкість до впливу зовнішніх факторів у процесі виробництва, економічність розроблених біосенсорних систем.

Серед основних переваг розроблених мікробних біосенсорів, порівняно з традиційними методами, слід відмітити: високий рівень чутливості, відсутність складної пробопідготовки, портативність, можливість використання в польових умовах, експресність (час аналізу не перевищує 20-30 хв.), економічність, відсутність потреби у висококваліфікованому персоналі.

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА

УДК 504.06:378.4

METHODOLOGY OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS OF UKRAINE

Tsyganenko A., Pershehuba J., Sklyarov N., Oksamytna L.
National University of Physical Education and Sports of Ukraine
1, Fizkultury Str., 03680, Kyiv
igme@ukr.net

The methodological provisions of the system of ecological education at the higher educational establishments of physical culture and sport of Ukraine are considered in accordance with the provisions of the UNECE Strategy for Sustainable Development and the "Concept of Environmental Education in Ukraine" of the Ministry of Education and Science of Ukraine at the educational level of the bachelor and master. The Positions of methodology and organization of training of applicants of an educational level – the master of specialty 017 "Physical culture and sports", specialization "Ecology of sport" are presented. *Keywords:* ecological education, ecology of sport, sustainable development.

Методологія екологічної освіти у вищих навчальних закладах фізичної культури і спорту України. Циганенко О.І., Першегуба Я.В., Склярова Н.А., Оксамитна Л.Ф. Розглянуті методологічні положення системи екологічної освіти у ВНЗ фізичної культури і спорту України відповідно положенням «Стратегії освіти для сталого розвитку» СЕК ООН та «Концепції екологічної освіти в Україні» МОН України на освітньому рівні бакалавр та магістр. Наведені положення методології та організації підготовки здобувачів освітнього рівня – магістр спеціальності 017 «Фізична культура і спорт», спеціалізації «Екологія спорту». *Ключові слова:* екологічна освіта, екологія спорту, сталий розвиток.

Методология экологического образования в высших учебных заведениях физической культуры и спорта Украины. Цыганенко О.И., Першегуба Я.В., Склярова Н.А., Оксамытная Л.Ф. Рассмотрены методологические положения системы экологического образования в высших учебных заведениях физической культуры и спорта Украины соответственно положениям «Стратегии образования для стабильного развития» ЕЭК ООН и «Концепции экологического образования в Украине» МОН Украины на образовательном уровне бакалавр и магистр. Представлены положения методологии и организации подготовки соискателей образовательного уровня – магистр специальности 017 «Физическая культура и спорт», специализация «Экология спорта». *Ключевые слова:* экологическое образование, экология спорта, стабильное развитие.

The Program of Action of Agenda 21 proclaimed that education is the foundation of sustainable development, and the formation of a new worldview should be oriented towards creating conditions for preserving life on the

planet Earth. To implement these tasks in 2005, the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) adopted the "Strategy for Education for Sustainable Development" (ESD), which identifies specific tasks. The strategy states that ecological education plays a fundamental role in the long-term process of the formation of an integrated education system for sustainable development [1, 2, 3].

This role and importance of environmental education is conditioned by modern requirements of systemic ecologization of all spheres of vital activity of modern society, ecologization of various branches of the economy and all education systems – general formal and informal education, economic, humanitarian, engineering and technological, agrarian, biological, medical, etc., including education at the higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine [1, 2, 4].

The current "Concept of Environmental Education of Ukraine" approved by the decision of the Board of the Ministry of Education and Science of Ukraine (Minutes No. 13/6 – 19 of 20.12.2001) became the first important step in the development of environmental education in the state. However, it needs to be improved taking into account the pan-European trends in the development of environmental education in the context of the UNECE Strategy for Balanced Development and the UN Conference on Sustainable Development Rio + 20 [1, 5, 6].

In the current "Concept of Environmental Education of Ukraine" of the Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine, it is determined that in the programs of higher educational establishments of Ukraine there

should be a discipline "Fundamentals of Ecology" (basic ecological knowledge) with compulsory addition (at the educational level – Bachelor) from the block "Applied ecology" on the profile of the university. Accordingly, for the higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine, the "Ecology of Sport" (with its additions regarding the environmental aspects of physical culture) should become such a mandatory complement to the discipline "Fundamentals of Ecology". At the same time, the state policy of Ukraine in the field of environmental education at higher educational establishments is based on the following basic principles: the dissemination of environmental education, the competence of environmental education, the continuity of the process of environmental education [2, 5]. In this case, in practice, issues of environmental education are considered for higher educational establishments of different profiles [7, 8, 9, 3, 10].

However, the main methodological provisions of the system of continuity of the process of environmental education at the educational levels "bachelor's – master's degree" for the higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine, with the use of the new branch ecological science – "Ecology of sport", have not yet been developed. This refers to both the profile of the system of environmental education by supplementing the provisions of the discipline "Ecology of Sports" at the course "Fundamentals of Ecology" (educational level – bachelor), and further study at the magistracy (educational level – master) in specialty 017 "Physical Culture and Sport", specialization "Sports Ecology", which makes this development relevant and timely.

The purpose of the work is to develop the questions of the methodology of the environmental education system for the higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine in accordance with the provisions of the UNECE Strategy for Sustainable Development and the Conception of the Ecological Education of Ukraine of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

Methods of research

In accordance with the goal, a systematic analysis of scientific, educational and scientific methodological literature on the methodology of environmental education for universities of various profiles was carried out. Used methods of theoretical analysis of scientific literature are generalization, synthesis, formalization, abstraction [11].

The analysis of recent publications has shown that in the direction of developing the methodology of environmental education for higher educational establishments of physical culture and sports, there are already some researches of authors: Imasa E. et al., Petrushina N. et al., Polievsky S., Futorny S. et al. Tsyanenko O. et al. [12, 13, 14, 15-17]. However, the methodological provisions discussed in them are of a fragmentary nature and do not reflect the continuous process of environmental education in higher educational establishments of physical culture and sports.

Research results

In educational programs for higher education establishments of physical culture and sports of Ukraine it should be reflected that the ecology of sport (with elements related to the environmental issues of physical culture) is a

new science that is still at the stage of formation of both its main provisions and the definition of its place among other sciences, in including environmental ones. It should be determined that environmental activity is now mandatory, and for the most part is one of the main components of any sphere of human activity, including in the field of sports [12, 15, 16].

In addition, the ecology of sport can be considered both as an industry of environmental knowledge and the type of environmental education in sport, which can be implemented in practice at all higher education establishments of physical culture and sports of Ukraine when studying students (educational level – bachelor) discipline "Fundamentals of Ecology" (taking into account the specifics of sports activities), which is a compulsory discipline, including in accordance with international standards of higher education [15, 16].

Concerning the material sphere in the ecology of sports, the following main objects for environmental assessment (ecological inspection) and expertise should be noted, scientific research of both sports complexes and their "green" zones, sports parks, grass lawns for various sports (football, tennis, golf, etc.), water bodies (lakes, rivers, seas, etc.) for water sports (sailing, rowing, kayaking, canoeing etc.) [12, 15, 16].

The ecology of sport, according to its purpose, examines the environmental aspects and problems of sport. The ecology of sport as a science forms the principles and criteria for environmental safety of sports activities, environmental management and marketing in sport, lays the foundations of local, regional and global environmental policy in the field of sports [12, 15, 16].

The main object of the research of the ecology of sport is the state of ecosystems in the territories and water areas where sports events are held (sports activity), the ecological state of sports complexes and other objects of sports infrastructure, the state of environmental safety of sports activities, both for the environment, wildlife and for a person [12, 16].

In the methodological aspect of the curriculum and the programs in the higher educational establishments of physical culture and sports, it is necessary to cite that the ecology of sport is, in its essence, a synthetic, complex, branch section of modern ecology that covers various areas of the sports industry (including aspects of the ecology of physical culture). According to the sectoral principle of distribution of special sections of ecology, the ecology of sport can be attributed to all four main areas of modern ecology of bioecology, socioecology, technoecology and geoecology [15, 16].

With bioecology, the ecology of sports unites primarily human ecology, its biological and medical aspects, and with socioecology – ecological culture (aspects of culture in sports), education, environmental law, environmental marketing, management and business (their aspects in sport), with technoecology – ecological aspects of the construction of sports facilities, sports complexes, sports centers and their "green" zones, sports parks, the use of environmentally friendly technologies for the production of sports equipment, with geoecology it is the landscape ecology of sports parks and sports complexes and their ecological mapping [15, 16].

The main tasks of the ecology of sport as a science are: the definition

of ways of ecologization of sport as a sphere of human activity; studying and assessing the state of ecosystems, in the territories and water areas where sports events are held, the development of environmental guidelines for their conservation; development of the provisions of environmental safety of sports activities; ecological assessment of landscapes and ecological cartography of sports parks and sports complexes with their "green" zones; development of environmental requirements for sports facilities, sports complexes, sports parks, water bodies used for sporting events, etc.; development and assessment of environmentally sound technologies for sports activities; ecological assessment (ecological inspection) and examination of territories and water areas for compliance with environmental requirements of sports events; ecological management and marketing in the field of sports; environmental audit in the sports industry [15, 16].

The ecology of sport is a new branch of environmental science, but it already has some developments in relation to its main environmental law, defines the main principles and rules [12, 14, 15, 16]. The main ecological law of the ecology of sport can be defined by the law of ecologization of all sports activities. The law declares that all sport activities should be environmentally friendly, not harm the environment, wildlife and human beings, contribute to the improvement of the environmental situation in the sports industry, as well as in the entire natural environment [12, 15, 16].

The basic principles of ecology of sport are: complexity – both in terms of content and in the directions of practical activity; integrity – integrates knowledge of various sciences, including environmental ones; branch orientation – as

a branch of environmental science; environmental orientation – focus on the protection of nature and the environment, human health (as a socio-biological species, which is part of the wildlife of the planet Earth) [12, 15, 16].

As the basic rules of the ecology of sports can be determined the following: the environmental focus of sports activities; environmental safety of sports activities for the state of the environment, wildlife and human [12, 15, 16].

In the methodological aspect, the ecology of sport is a division of both the ecology and the science of sports, it uses the scientific provisions of many sciences: biology, physics, chemistry, mathematics, computer science, medicine. At the turn of hygiene and the ecology of sports, a science such as the Ecoghygiene of Sport emerged [15, 16].

It should be noted that the ecology of sport as a complex, synthetic science uses methods from different sciences: biology, chemistry, physics, ecology, sports science, medicine, sociology, psychology, etc. [12, 15, 16].

Like every science and field of practice, the sports ecology has its own sections that are recommended to be presented in curricula and programs. The main sections (directions) of the ecology of sport can be identified as follows: a) general: general issues of the ecology of sport; place of ecology of sports among other ecological sciences; b) special: ecological factors of the environment and their importance in sports activities; ecosystems and their use in the field of sports; global climate change and its importance for sporting activities; ecological and medical aspects of sport ecology (ecology of nutrition, endoecology and ecological medicine, medical ecology, etc.).

A special place in the ecology of sports belongs to the problem of environmental protection and environmental protection, as this is the main direction of the ecologization of both sport activities and the entire sports sector in general [12, 15, 16].

Among the sections of this direction in the curricula and programs, it is recommended to distinguish methodologically such as: general provisions of nature protection activity in the sphere of sports; rational environmental management as a component of environmental activities in the field of sports; maintenance of ecological safety as a component of nature protection activity in sports; ecological rehabilitation of ecosystems that are used in sports; environmental management as a market system of management (management) of nature protection activities in the field of sports; ecological (environmental) inspection in the sports industry.

In the organizational and methodological aspect, the preparation of applicants for the educational level, the master's degree, magistracy 017 "Physical Culture and Sport", the specialization "Ecology of Sport" should be of a complex nature and consist of three main cycles: a cycle of general preparation, a cycle of vocational training, a cycle of disciplines of free choice of the applicant for the specialization of the magistracy "Ecology of Sport" [12].

The general training cycle should be represented by the following disciplines [12]:

- professionally oriented foreign language;
- Information technologies in scientific activity in physical culture and sports;

– civil defense and labor protection in the field of sports.

The cycle of training should include the following disciplines:

- actual problems of modern ecology of sport;
- pedagogy.

In the cycle there is a master's practice and master's work.

For the cycle of disciplines of the free choice of the applicant for a master's degree in the specialization "Ecology of Sport", the following list of disciplines is recommended:

- general ecology and neocology (as a fundamental discipline of the cycle);
- the ecology of sport (as the basic discipline of the cycle);
- environmental activities and environmental inspection in sport (as a specialization of environmental activities in the field of sports);
- balanced use of nature in the field of sports;
- environmental management and sports marketing;
- modern aspects of ecological nutrition;
- endoecology of sport;
- methodology and organization of research in the magistracy.

In the organizational and methodological aspect special attention should be paid to the cycle of disciplines of the free choice of the applicant. It is with the use of the disciplines of this cycle that the process of forming fundamental, basic and special competencies, competence in the performance of scientific research for the applicants. As a fundamental competence, competence is used on the problems of general ecology and neoecology, as a basic competence in the field of the ecology of sport, as a special

competence in matters of environmental departmental (sectoral) inspection in the field of sports; competence in the implementation of scientific research is acquired by studying the methodology and organization of scientific research in the magistracy [12].

Conclusions

The methodology of environmental education at the higher educational establishments of physical culture and sport of Ukraine should be based on the fundamental provisions of the UNECE Strategy for Sustainable Development and the Conception of the Environmental Education of Ukraine of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

The methodological basis for environmental education at the higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine can be the "System of Consecutive Environmental Education" with the direction – bachelor's degree (basic on the basis of the discipline "Fundamentals of Ecology", taking into account the profile of the university) – master's degree in the specialization "Ecology of Sport".

Specialists of higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine as an educational level of bachelor and master (specialization "Ecology of Sport") should acquire environmental competence in both the main areas of the sport ecology and motivational and cognitive competence in environmental education.

In the methodological aspect, the ecology of sports is to be included as a component (an application on the profile of the university) to the course of teaching the discipline "Fundamentals of Ecology" (as a basic discipline) of the educational level – "bachelor" at the

higher educational establishments of physical culture and sports of Ukraine.

In the methodological aspect, the ecology of sport can be used as a spe-

cialization of the magistracy of the specialty 017 "Physical Culture and Sport" at the University of Physical Culture and Sports of Ukraine.

References

1. Бондар О.І. «РІО + 20» Шлях до сталого розвитку / О.І. Бондар // Екологічні науки. – 2012. – № 1. – С. 6-14.
2. Екологічна освіта для сталого розвитку у запитаннях та відповідях: науково-методичний посібник для вчителів / за ред. О.І. Бондаря. – Херсон: Грінь Д.С. – 2015. – С. 6-121.
3. Онопрієнко В.П. Актуальні проблеми енергетики в екологічній освіті / В.П. Онопрієнко // Екологічні науки. – 2015. – № 10-11. – С. 145-153.
4. Berdus M. G. Sports ecological education and ecological sports / M. G. Berdus / Modern Olympic sports for all. // Warsaw, 2002. – P. 236-237.
5. «Про концепцію екологічної освіти в Україні». Рішення Колегії МОН України № 13/6-9 від 20.12.2001 // Інформаційний збірник МОН України. – 2002. – № 7. – С. 3.
6. Стецюк К.В. Концепція освіти для збалансованого розвитку в нормативних джерелах / К.В. Стецюк // Екологічні науки. – 2012. – № 1. – С. 162-171.
7. Білик Л.І. Сутність та структура екологічної компетентності студентів технічного університету / Л.І. Білик // Науковий часопис Чернівецького державного університету «Педагогіка та психологія». – 2010. – Вип. 524. – С. 188-192.
8. Бобро Е. Теоретико – методологические подходы преподавания общемедицинских и экологических знаний в педагогических высших учебных заведениях / Е. Бобро, В. Коджебани // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2016. – № 3(57). – С. 55-62.
9. Лисакова І.В. Культурологічний підхід як методологія формування екологічної культури у післядипломній освіті / І.В. Лисакова // Екологічні науки. – 2012. – № 1. – С. 154-161.
10. Привалова Н.М. Преподавание экологии в технологическом университете / Н.М. Привалова, Е.Б. Крицкая, Ж.В. Капустянская, А.А. Процай // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 3. – С. 60-61.
11. Кліменко М.О. Методологія та організація наукових досліджень (екологія): підручн. / М.О. Кліменко, В.Г. Петрук, М.Б. Мокін, Н.М. Вознюк. – Херсон: Вид-во «Олді плюс», 2012. – 474 с.
12. Імас Є.В. Організація та методологія підготовки здобувачів освітнього ступеня магістр спеціальність 017 «Фізична культура і спорт», спеціалізація «Екологія спорту» / Є.В. Імас, О.І. Циганенко, С.М. Футорний // Спортивна медицина і фізична реабілітація. – 2017. – № 1. – С. 3-10.
13. Петрушина Н.П. Магистерская программа «Экология физической культуры и спорта» / Н.П. Петрушина, О.И. Коломиец, О.А. Макушина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 6(112). – С. 148-154.
14. Полиевский С.А. Спортивная экология: учебн. (бакалавриат) / С.А. Полиевский. – М.: Изд-во «ЮНИТАР-М», 2017. – 256 с.
15. Футорний С.М. Методологічні положення викладання екології фізичної культури і спорту як складової системи освіти у вишах фізичного виховання і спорту України / С.М. Футорний, О.І. Циганенко, Я.В. Першегуба, Н.А. Склярова та інш. // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. – Серія «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури» / Фізична культура і спорт. – 2017. – Вип. 9(91)17. – С. 121-125.

16. Цыганенко О.И. Экология физической культуры и спорта как наука и перспективы ее преподавания в вузах физического воспитания и спорта / О.И. Цыганенко, Н.А. Складорова // Физическое воспитание студентов. – 2012. – №5. – С. 109-114.
17. Цыганенко О.И. Проблема підготовки фахівців з екології для фізкультурно-спортивної галузі. Шляхи вирішення. / О.И. Цыганенко, Я.В. Першегуба, Н.А. Складорова, Л.Ф. Оксамитна // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. – Серія 15. «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури» / Фізична культура і спорт. – 2016. – Вип. 3(72)16. – С. 152-156.

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ АГРОТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ВНЗ

Толочко С.В., Шкодин А.В.

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
вул.Шевченка,10, 16600, м.Ніжин
svitlana-tsv@ukr.net

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж»
вул. Шевченка,26, 16600, м. Ніжин
shkodina2008@rambler.ru

Розкрито методику формування екологічної компетентності студентів агротехнічних спеціальностей у процесі викладання природничих та професійно-орієнтованих дисциплін. Проаналізовано причини орієнтації сучасної освіти на формування екологічної компетентності. *Ключові слова:* професійна компетентність, зміст екологічної освіти, екологічна компетентність, рівні екологічної компетентності.

Формирование экологической компетентности студентов агротехнических специальностей вузов. Толочко С.В., Шкодин А.В. Раскрыта методика формирования экологической компетентности студентов агротехнических специальностей в процессе преподавания естественных и профессионально-ориентированных дисциплин. Проанализированы причины ориентации современного образования на формирование экологической компетентности. *Ключевые слова:* профессиональная компетентность, содержание экологического образования, экологическая компетентность, уровни экологической компетентности.

Formation of ecological competence of students specialties farming Universities. Tolochko S., Shkodin A. The article is devoted to the methods of formation of ecological competence of students agronomic specialties in teaching natural and professionally oriented disciplines. The reasons for targeting modern education competence approach. The content and conditions of formation of ecological competence. *Keywords:* professional competence, content of ecological education, ecological competence, levels of ecological competence.

Сьогодення вимагає від студентів – майбутніх фахівців знань та вмінь мобілізувати свій особистісний потенціал на вирішенні різних професійних завдань, у тому числі й екологічних. Практика показує, що сучасний ринок праці потребує випускників ВНЗ з сформованим творчим, духовно-особистісним досвідом як професійно-компетентного фахівця.

Болонські угоди орієнтують підготовку фахівця з вищою освітою не тільки на одержання необхідних знань, умінь, навичок творчої діяльності, але й набуття професійної компетентності та особистісних якостей.

Саме тому на сьогодні відбуваються істотні зміни в галузі вищої професійної освіти, мета якої – підготовка компетентного фахівця, який вільно

володіє своєю професією, орієнтується у суміжних сферах діяльності, готовий до постійного професійного зростання, яке повинно забезпечити максимальну затребуваність особистісного потенціалу кожного випускника ВНЗ, визнання його роботодавцями..

Компетентнісний підхід як основа формування професійної готовності майбутніх інженерів-аграрників включає «цілісний досвід вирішення життєвих проблем, виконання ключових функцій, соціальних ролей, компетенцій» [6]. Тобто на перший план висувається вміння вирішувати практичні завдання, що висвітлено в дослідженнях вчених Н.М. Бібік, Л.С. Ващенко, Е.Ф. Зеєра, І.А. Зимньої, В.В. Краєвського, О.І. Локшиної, А.К. Маркової, В.П. Онопрієнка, Л.І. Парашенко, В.А. Петрук, Т.А. Петухової, О.І. Пометун, О.Я. Савченко, В.В. Серікова, А.В. Хуторського, О.В. Шестоपालюка та ін.

Як актуальна екологічна складова в структурі професійної компетентності фахівця громадянська освідченість людини дозволяє своєчасно знаходити правильні рішення у проблемних екологічних ситуаціях і є інтегрованим результатом аграрної вищої освіти.

Інтегральний характер знань сучасної екології, її спрямованість на задоволення життєвих потреб людини зумовлюють необхідність залучення молодих людей до вирішення екологічних проблемних ситуацій незалежно від їх професійного вибору. Такою є позиція багатьох вчених (О. Захлебний, І. Зверєв, Є. Когай, В. Крисаченко, Л. Лук'янова, М. Мамедова, М. Моїсєєва, Г. Пустовіта, Н. Пустовіт, В. Сластьоніна, С. Совгіра, А. Степанюк, І. Суравегіна, А. Урсула, С. Шма-

лей та ін.), які одним із стратегічних завдань вищої професійної освіти віділяють формування особистості студента з високим рівнем саме екологічної компетентності.

Дослідженню основних підходів до формування екологічної компетентності, сутності і структури цього поняття присвячені праці О.О. Колонькової, В.В. Маршицької, Н.Ю. Олійник, Н.А. Пустовіт, Л.Д. Руденко, Л.М. Титаренко, С.В. Шмалєй та ін., у роботах яких компетентнісний підхід передбачає формування досвіду вирішення життєвих проблем, виконання соціальних ролей, а якість результату освіти розглядається не тільки як сума засвоєних знань, а й здатність людини діяти в конкретних життєвих ситуаціях.

Пріоритетність екологічної освіти сприяє поширенню «екологізації» освіти, тобто проникненню екологічних ідей, понять, принципів в інші дисципліни, а також підготовці екологічно грамотних фахівців різного профілю, оскільки екологічні проблеми носять глобальний, міждисциплінарний характер.

Одночасно до недоліків сучасної екологічної освіти студентів віднесено:

- недостатнє використання екологічного потенціалу змісту різних дисциплін в аграрних вищих навчальних закладах, тобто недотримання принципу «екологізації» освіти;

- мало уваги приділяється вирішенню місцевих і регіональних екологічних проблем щодо зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище і екологічного ризику для людини;

- відсутність системи діагностики і самодіагностики екологічної компетентності студентів.

Такі недоліки сучасної екологічної освіти студентів пояснюються наявністю суперечностей між існуючою потребою суспільства в сприятливому середовищі проживання і недостатньою підготовленістю громадян до грамотних дій із збереження та поліпшення навколишнього середовища; між необхідністю формування готовності і здатності студентів аграрних ВНЗ до грамотних дій у проблемних екологічних ситуаціях і недостатнім педагогічним забезпеченням формування екологічної компетентності студентів.

Дослідження організації навчального процесу агротехнічного інституту доводить, що проблема цілісної підготовки фахівців технічних спеціальностей з урахуванням науково-педагогічних умов, тенденцій і стратегій розвитку аграрної вищої освіти на сьогодні є недостатньо розробленою і вимагає пильної уваги і подальшого вивчення. Аналіз професійної діяльності інженерів-аграрників свідчить, що для спеціалістів такого профілю важливими видами професійної діяльності є організація та керування технологічними процесами сільськогосподарського виробництва, фізико-хімічний аналіз якості паливно-мастильних матеріалів, визначення фізико-хімічної сумісності металів у металоконструкціях, розрахунок внесення мінеральних добрив, передпосівний обробіток ґрунту. Отже, провідними у структурі професійної підготовки таких фахівців є екологічна компетентність інженера-аграрника. Тому, при викладанні дисциплін в агротехнічних вищих навчальних закладах необхідно надавати велике значення розвитку екологічних компетентностей, що передбачає не тільки

набуття знань з цього предмету, але й інші професійні знання необхідні у сучасних умовах кожному фахівцю.

Отже, **мета** дослідження – спроба розкрити і визначити шляхи формування екологічної компетентності студентів агротехнічних спеціальностей ВНЗ.

На сьогодні єдиного підходу до визначення поняття екологічної компетентності немає. Г.А. Білецька визначає екологічну компетентність фахівця-аграрника як складну, інтегративну характеристику особистості, що відображає мотиви екологічної діяльності, володіння екологічними знаннями і природно-доцільними видами діяльності, вольові якості та цінності особистості з активною позицією особистості у галузі охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, і забезпечує здатність застосовувати екологічні знання й досвід у професійних і життєвих ситуаціях, здійснювати професійну діяльність у галузі сільського господарства з позицій екологічної обґрунтованості і доцільності [1].

У працях Л.Б. Лук'янової екологічна компетентність фахівця – це системна інтегративна якість особистості, яка визначається сукупністю здатностей вирішувати проблемні питання і завдання різного рівня складності, що можуть з'являтися у побуті і професійній діяльності на основі сформованого ціннісного ставлення до природи, знань, освітнього і життєвого досвіду, індивідуальних здібностей, потреб і мотивів [2].

На думку С.В. Шмалей, екологічна компетентність – це головна мета і результат екологічної освіти, інте-

гральний особистісний розвиток, який забезпечує здатність виокремлювати, розуміти, оцінювати сучасні екологічні процеси, спрямовані на забезпечення екологічної рівноваги та раціональне природокористування [7].

Л.М. Титаренко визначає екологічну компетентність як здатність особистості приймати рішення і діяти так, щоб наносити довкіллю якомога меншої шкоди; здатність застосовувати екологічні знання й досвід у професійних і життєвих ситуаціях, керуючись пріоритетністю екологічних цінностей і непрагматичною мотивацією взаємодії з довкіллям на основі усвідомлення особистої причетності до екологічних проблем і відповідальності за екологічні наслідки власної діяльності [5].

Отже, більшість авторів погоджується з думкою, що екологічна компетентність – це ключова професійна компетентність, інтегрована особистісна властивість, яка відображає єдність теоретичної та практичної готовності ефективно здійснювати екологічно значущі професійні функції; визначає рівень професійної підготовки як інтегральної характеристики ділових та особистісних якостей спеціаліста, віддзеркалює не лише рівень знань, умінь і досвіду, достатніх для досягнення цілей професійної діяльності, але й соціально-моральну позицію особистості [2,3,4].

Авторами розглядається **екологічна компетентність** студента агротехнічного ВНЗ як особистісна характеристика, що включає сукупність знань про природне середовище, характер впливу і норми взаємодії людини з навколишнім середовищем; умінь творчо вирішувати професійні екологічні завдання; досвід участі у

практичних справах із збереження та покращення стану навколишнього середовища; екологічно значущі особистісні якості студента (гуманність, емпатійність, ощадливість, відповідальність за результати своєї екологічної діяльності).

Виділено складові предметної компетентності з екології:

- здатність вирізняти шкідливі явища та фактори в навколишньому світі;
- вміння проводити спостереження та дослідити екологічного характеру;
- здатність інтерпретувати й обробляти дані, одержані при виконанні лабораторних досліджень з урахуванням їх значущості та відповідності теорії;
- вміння здійснювати моніторинг природних екологічних явищ або змін;
- вміння оцінювати ризик використання шкідливих та небезпечних речовин;
- вміння використовувати екологічні знання для розв'язання теоретичних та прикладних проблем, пов'язаних з реальними ситуаціями на практиці та у житті;
- вміння оцінювати доцільність використання окремих речовин та природних явищ для розв'язання індивідуальних та суспільно-значущих завдань;
- вміння безпечно (для себе, оточуючих, довкілля) поводитися з речовинами та різноманітними процесами в побуті та на виробництві;
- розуміння ролі екології в розвитку суспільства та забезпеченні добробуту людини.

Визначено основні показники сформованості екологічної компе-

тентності студентів аграрних ВНЗ: стійкість інтересу до екологічних питань, характер потреби в підвищенні рівня екологічних знань, мотиви участі в екологічній діяльності; обсяг, усвідомленість, міцність екологічних знань; ступінь сформованості умінь творчо вирішувати навчальні екологічні завдання, наявність досвіду участі в практичних справах із збереження та поліпшення стану навколишнього середовища.

Розроблено і реалізовано зміст методики формування екологічної компетентності студентів ВНЗ, що включає сукупність цілей: соціальні, спрямовані на підготовку екологічно вихованого, освіченого, творчо мислячого студента, який своєю діяльністю сприяє вирішенню екологічних проблем; психологічні – полягають у сприянні розвитку екологічних поглядів, переконань, світоглядних позицій у відносинах з природою; дидактичні – передбачають засвоєння студентами системи екологічних знань, формування вмінь творчо вирішувати навчальні екологічні завдання; виховних, які формують екологічно значущі особистісні якості; навчальні – організація та здійснення процесу засвоєння студентом системи екологічних знань, формування вмінь, набуття досвіду із збереження та поліпшення стану навколишнього середовища; виховні – формування морального і естетичного ставлення до природи (почуття обов'язку і відповідальності органічно поєднуються з почуттям захоплення природою).

Формування екологічної компетентності здійснюється у процесі реалізації екологічної освіти за рахунок «екологізації» змісту навчальних предметів, організації самостійної роботи

природоохоронного спрямування, використання інтерактивних технологій та інноваційних методик, а також різних форм та методів навчання.

В аграрних вищих навчальних закладах екологічна підготовка здійснюється під час вивчення предметів природничо-математичного (екологія, хімія, фізика) та професійно-орієнтованого циклу (грунтознавство, безпека життєдіяльності, технології виробництва та переробки продуктів рослинництва і тваринництва, технології конструкційних матеріалів, охорона праці, паливно-мастильні матеріали та ін.).

З урахуванням структури професійної компетентності, розробленої І. Лернером, В. Краєвським, А. Хуторським, В. Ягуповим, розглянуто екологічну компетентність як єдність трьох складових: когнітивної, операційно-технологічної і особистісної. Виділені компоненти є несуперечливими, відносно самостійними, адже відсутність будь-якого компонента може викликати спотворення процесу діяльності та неадекватність результату.

Для розробки критеріїв визначення рівня сформованості екологічної компетентності автори орієнтувалися на інші компоненти структури компетентностей. Особливостями розробленої методики формування екологічної компетентності у студентів агротехнічних спеціальностей є: забезпечення наближення предмета до потреб професійної підготовки студентів; посилення зв'язку екології з дисциплінами професійного циклу як основи професійної готовності; поетапне засвоєння способів застосування екологічних знань у вирішенні професійних завдань.

Така методика передбачає виділення в структурі кожного модуля таких блоків: актуалізація, навчальний і оцінювальний. Блок актуалізації є початковим у кожному модулі і передбачає аналіз практичного досвіду та діагностики готовності студентів до засвоєння змісту, постановку цілей, встановлення зв'язків предмета вивчення з особистим і навчальним досвідом студента. Провідною формою навчання є вступна лекція-презентація, під час якої використовуються прийоми і методи створення позитивної мотивації до навчання і формування екологічної компетентності: огляд предмета вивчення; встановлення зв'язку набутого життєвого та навчального досвіду студента щодо навчального предмета із змістом модуля. Діагностику готовності студента до вивчення змісту модуля проводили за допомогою актуалізації необхідних у модулі знань і умінь із попередніх модулів та навчальних дисциплін.

Визначено такі критерії та рівні сформованості екологічної компетентності майбутніх інженерів АПК:

- когнітивний компонент: студент знає;
- операційно-діяльнісний компонент: студент уміє;
- особистісний компонент: студент розуміє (усвідомлює).

Рівні екологічної компетентності:

Високий. Студент знає: основні поняття і закони екології, всі методи вирішення екологічних завдань курсу і методику виконання екологічного дослідження; самостійно здобуває екологічні знання з різних джерел; вирішує професійні завдання, що вимагають осмислення і застосування екологічних знань у новій ситуації;

вільно володіє комп'ютерною технікою; усвідомлює необхідність засвоєння екологічних знань як основи успішної професійної підготовки; розуміє актуальність екологічної самоосвіти для прийняття інженерних рішень майбутньої професії.

Середній. Студент знає більшість основних законів і понять, але допускає неточні формулювання; виконує завдання, що вимагають застосування екологічних знань у знайомій ситуації; здійснює екологічні спостереження за алгоритмом; інтерес до професійної діяльності нестійкий, у разі ускладнень ініціативи не проявляє.

Низький. Студент показує екологічні знання, які носять неповний, поверхневий характер; уміння проводити екологічні дослідження, спостереження та володіння комп'ютерною технікою розвинені слабо, студент не може застосовувати екологічні знання для вирішення професійних завдань; відсутня потреба успішного виконання поставленого завдання; інтерес до професійної діяльності слабкий; не проявляє ініціативи та самостійності при вирішенні професійних завдань, потреба успішно вирішувати професійні питання не сформована.

Навчальний блок спрямований на вивчення основних теоретичних положень модуля і способів застосування екологічних знань. У теоретичному блоці кожного модуля діяльність із застосування екологічних знань у професійних завданнях організована поетапно. Цьому сприяє застосування активних методів навчання, в яких у навчальному процесі відображаються види професійного контексту: контекстні ситуації. Завершується кожен

модуль діагностичним блоком, в якому студент і викладач можуть оцінити рівень сформованості когнітивного, операційно-діяльнісного та особистісного компонентів сформованої екологічної компетентності та визначити її місце в загальній структурі наукового знання і практичної діяльності, виявити складнощі в засвоєнні змісту навчання.

Процес формування екологічної компетентності студентів ВНЗ відповідно до виділених рівнів сформованості досліджуваної компетентності проходить послідовно три етапи.

Перший етап. Мета роботи на цьому етапі полягає у формуванні інтересу студентів до сучасних екологічних проблем, розвитку емоційно-ціннісного ставлення до природи, на основі якого відбувається усвідомлення студентами необхідності збереження природного середовища як найважливішої цінності, розуміння суспільної значущості екологічної діяльності та власної причетності до вирішення проблем, що виникають при взаємодії суспільства і природи. Результатом першого етапу є позитивне ставлення студентів до екологічної діяльності.

Другий етап передбачає формування системи екологічних знань, які виступають орієнтовною основою для екологічної діяльності студентів. Як результат, у студентів формується екологічний світогляд, який зумовлює творчий характер екологічної діяльності, з'являється прагнення до саморозвитку, самореалізації, яке актуалізується під час навчальної, самоосвітньої діяльності і за участі в практичній екологічній діяльності. На цьому етапі у студентів активно формується досвід участі в практичних

справах із збереження та поліпшення стану навколишнього середовища.

Третій етап – закріплення досвіду екологічної діяльності. Студенти здійснюють аналіз власної діяльності із вирішення екологічних проблем. Результатом третього етапу зазвичай є стійке прагнення до особистої участі в практичному вирішенні екологічних проблем, усвідомлення особистої значимості екологічних знань і досвіду.

Запровадження цієї методики формування екологічної компетентності, яка заснована на спільній діяльності, активній взаємодії суб'єктів освітнього процесу (застосування дискусій, дебатів, «круглих столів», «мозкового штурму», «аналізу конкретних ситуацій», сюжетно-рольових ігор, експериментів та ін.), показало, що відбувається:

- інтенсифікація засвоєння і творче застосування екологічних знань за рахунок більш активного включення студентів у процес одержання та використання знань при вирішенні конкретних екологічних завдань;

- інтелектуальний розвиток студента, розвиток інтересу до проблем взаємодії людини з навколишнім середовищем, прояв екологічно значущих особистісних якостей (гуманність, емпатійність, ощадливість, відповідальність та ін.), формування готовності застосовувати одержані знання в реальних життєвих ситуаціях;

- залучення студента до різних видів діяльності, що дозволяє йому визначити ступінь значущості екологічних проблем, робити особистий внесок в їх вирішення, формуючи особистий досвід.

Висновки

Проблема формування екологічної компетентності майбутніх фахівців агротехнічних спеціальностей є багатоаспектною і розгляд усіх її складових дозволяє створити цілісну систему професійної готовності до майбутньої інженерної діяльності. Проте наше дослідження не вичерпує цих проблем, тому подальші

дослідження можуть бути спрямовані на вивчення процесів саморозвитку екологічних компетентностей на основі визначення інтегративних зв'язків між біолого-екологічними та спеціальними дисциплінами; впливу рівня розвитку екологічних компетентностей на процеси розвитку загальнопрофесійних і спеціальних компетентностей.

Література

1. Білецька Г.А. Екологічна компетентність майбутнього фахівця-аграрника Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні та психологічні науки, 2013.
2. Лук'янова Л.Б. Феномени екологічної компетентності / Л.Б. Лук'янова. Філософія педагогічної майстерності: Зб. наук. пр.; Редкол.: Н.Г. Ничкало та ін. – К.: Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008. – С. 136-145.
3. Олійник Н.Ю. Формування екологічної компетентності студентів гідрометеорологічного технікуму у процесі навчання інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (інформатика)» / Н.Ю. Олійник. – Харків, 2005. – 19 с.
4. Пустовіт Н.А. Формування екологічної компетентності школярів: наук.-метод. посібник / [Н.А. Пустовіт та ін.]. – К.: Педагогічна думка, 2008. – 64 с.
5. Титаренко Л. М. Формування екологічної компетентності студентів біологічних спеціальностей університету :дис. ... канд. пед. наук : 13.00.07 / Л.М. Титаренко. – К., 2007. – 318 с.
6. Трубачева С.Е. Умови реалізації компетентнісного підходу в навчальному процесі // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Під заг. ред. О.В. Овчарук. К.: "К.І.С.", 2004. – С. 53-58.
7. Шмалей С. В. Система екологічної освіти в загальноосвітній школі в процесі вивчення предметів природничо-наукового циклу : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня докт. пед. наук : 13.00.01 "Загальна педагогіка та історія педагогіки" / С.В. Шмалей, Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2005. – 44 с.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 502.33:631.416.8

ОЦІНКА РИЗИКУ ТЕХНОГЕННО-ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ЯК ІНДИКАТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Біньковська О.В.

Одеський ліцей будівництва і архітектури
вул.Базарна, 63, 65045, м.Одеса,
binkovskaya@ukr.net

Проаналізовано стан та розглянуто проблеми оцінки ризику та управління техногенно-забрудненими землями в контексті забезпечення екологічної безпеки в просторовому вимірі. Запропоновано пропозиції щодо екологізації земельної політики та формування плану земельного ризик-менеджменту. *Ключові слова:* екологічна безпека, соціально-екологічний ризик, план ризик-менеджменту, екологізація земельної політики.

Оценка риска техногенно-загрязненных земель как индикатор экологической безопасности. Биньковская О.В. Проанализировано состояние и рассмотрены проблемы оценки риска и управления техногенно-загрязненными землями в контексте обеспечения экологической безопасности в пространственном измерении. Предложено предложения по экологизации земельной политики и формирование плана земельного риск-менеджмента. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, социально-экологический риск, план риск-менеджмента, экологизация земельной политики.

Assessment of the risk of technogenically contaminated land as an indicator of environmental safety. Binkovskaya O. The state is analyzed and problems of risk assessment and management of technogenically polluted lands in the context of environmental safety in spatial dimension are considered. Proposed proposals for the ecologization of land policy and the formation of a land risk management plan. *Keywords:* environmental safety, social and environmental risk, risk management plan, land policy ecologization.

Стан земельного фонду України залежить від належного забезпечення державного екологічного управління техногенно-забрудненими землями. Ці питання висвітлені в наукових працях відомих вчених [1-5, 7-10,11]. Однак динамічність змін в структурі земель-

ного фонду України та збільшення частки техногенно-забруднених територій вимагає поглиблених досліджень щодо екологізації земельної політики та відтворення ресурсного потенціалу для вироблення стратегії і тактики подальшого вдосконалення соціаль-

но-економічних напрямів управління земельними ресурсами в техногенно-забруднених зонах з урахуванням їх регіональних особливостей, адже існуючий склад категорій земель потребує законодавчого доопрацювання щодо визначення екологічних обмежень та ступеня екологічної небезпеки земель. Тому на сьогодні питання розробки пропозицій щодо формування стратегії земельного ризик-менеджменту на техногенно-забруднених територіях (зокрема, прибережних) є актуальними і базуються на методах екологічної санації, розширенні їх функцій та залученні інноваційних фінансових інструментів екологічного менеджменту.

Оскільки комплексне дослідження формату державного екологічного управління з використанням та охороною техногенно-забруднених земель в Україні відсутнє, то потребує розробки програмна модель еколого-безпечного управління земельними ресурсами техногенно-забруднених територій на рівні місцевих адміністративно-територіальних утворень з комплексом інституційних, організаційних, правових та економічних заходів, спрямованих на відтворення природної функції цих ресурсів та забезпечення екологічної безпеки Нижньодунайського регіону України.

Об'єкт дослідження – аналіз стану деградованих земель та їхньої безпеки на прикладі Нижньодунайського регіону.

За Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-ХІІ ст. 50 екологічна безпека забезпечує попередження погіршення екологічної ситуації та небезпеки для здоров'я людей.

Офіційне визначення ризику подає Закон України «Про об'єкти підвище-

ної небезпеки» від 18 січня 2001 року: ризик – це ступінь ймовірності певної негативної події, яка може відбутися за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за його межами [16].

Екологічний ризик – це домінуюча характеристика екологічної небезпеки, причинами якого є антропогенна діяльність (техногенний екологічний ризик) та природні процеси і явища (природний екологічний ризик).

Як міждисциплінарний науковий напрям у 1994 р. декілька міжнародних організацій – Програма ООН з навколишнього середовища (ШКЕР), Організація об'єднаних націй з промислового розвитку (UNIDO), Міжнародне агентство з атомної енергії (ІАЕА) і Всесвітня організація охорони здоров'я (WHO) розробили рекомендації щодо оцінки й управління ризиками, які пов'язані з загрозами здоров'ю і життю людей та стану навколишнього природного середовища через дію енергетичних і промислових комплексів.

При цьому оцінка екологічного ризику розглядається як процес збирання, обробки та аналізу інформації для оцінки ймовірності небажаних впливів на живі організми, популяції або екосистеми. Цей алгоритм є основою для розробки плану земельного ризик-менеджменту та мінімізації екологічного ризику внаслідок забруднення земель.

Мета статті – визначення основних ознак екологічної безпеки та управління техногенно-забрудненими землями на засадах концепції ненульового ризику та стратегії земельного ризик-менеджменту.

Досягнення мети передбачає:

- визначення понятійного базису та основних принципів екологізації

земельної політики в зонах техногенного забруднення;

- аналіз вихідних умов еколого-економічного управління земельними ресурсами техногенно-забруднених територій України;

- удосконалення законодавчо-нормативного базису забезпечення екологічної безпеки техногенно-забруднених земель;

- розробка принципів інституційного забезпечення формування земельної політики на засадах екологічної безпеки.

Результати досліджень

За офіційними даними, якісний стан земельного фонду України має тенденцію до погіршення. В окремих районах, де проведено осушення земель, відбувається неконтрольоване зниження рівня ґрунтових вод, зменшення потужності органічної маси, а в районах зрошення – підтоплення і засолення ґрунтів, деградація чорноземів, що призвело до негативних екологічних наслідків у районах Полісся та на півдні України. Зокрема, 14,8 % загальної площі поливних земель піддаються еродуванню, 1,5 % – перезволоженню, понад 4 % солонцюваті та засолені [6].

Українське Придунав'я належить до зони ризику забруднення земельних ресурсів. Через високу ступінь розораності сільськогосподарських територій потреби господарств у засобах захисту рослин забезпечуються переважно за рахунок стійких у довкіллі недостатньо ефективних препаратів з великими нормовитратами на одиницю площі, планового характеру розподілу з рівномірним надходженням пестицидів протягом року при низькій культурі землеробства,

що призвело до накопичення в господарствах великої кількості пестицидів з простроченим терміном дії, в яких біоактивні похідні легко мігрують і можуть не тільки перебувати, але й в окремих випадках домінувати, що суттєво збільшує вірогідність уражень населення. За існуючими даними [12], пестициди, які використовуються придунайськими країнами, містять 29 релевантних активних інгредієнтів. З них лише два види пестицидів допущені до використання в усіх країнах Дунайського басейну, 7 – не допущені до використання ні в одній з країн.

За матеріалами досліджень останнього десятиріччя встановлено, що пестициди характеризуються не тільки високою токсичністю, але й здатні викликати віддалені ефекти в організмі людини – канцерогенну, тератогенну і мутагенну дію. Важливим для контролю і недопущення забруднення ґрунтів пестицидами є врахування локальних умов і конкретних характеристик ґрунтів-земель (швидкість розкладання пестицидів залежить від конкретних ґрунтових, гідрологічних та інших умов). Тому для попередження екстремальних ситуацій необхідне своєчасне проведення еколого-гігієнічної оцінки (аудиту) стану ґрунтів України і, головне (що не зроблено), ранжування ґрунтів за ступенем небезпеки забруднення, в тому числі пестицидами, побудова карт еколого-гігієнічного ризику територій.

На жаль, рівень забрудненості ґрунтів на сьогодні остаточно ще не визначений, оскільки у кожному випадку це є самостійним завданням через різноманітність геоморфологічних, геологічних та гідрологічних умов. Забруднюючі речовини, що

спричинили забруднення земельної ділянки, поділені на 4 групи небезпечності, основою для визначення яких є величини гранично допустимих концентрацій (ГДК) хімічних речовин у ґрунті.

Можна припустити, що забруднення ґрунтів та селищної забудови безпосередньо впливає на стан здоров'я населення в цій зоні, а екологічні проблеми є чинником демографічної кризи в регіоні.

Відповідно до законодавства України, техногенно-забруднені землі належать до деградованих земель, використання яких обмежується для упередження їхнього негативного впливу на довкілля та здоров'я людей (ст. 169). Техногенне забруднення завжди пов'язане з господарською діяльністю людини, а термін «техногенне» свідчить про походження відповідного забруднення від технічних джерел (технічних систем, установок, обладнання, агрегатів тощо). Ця риса відрізняє техногенно-забруднені землі від земель, деградації яких є наслідком природних явищ чи катастроф, а також земель, що втратили свої корисні явища внаслідок нераціонального їх використання або виснаження.

Управління використанням та охороною техногенно-забруднених земель в Україні тісно пов'язане зі станом та оцінкою безпеки земель і у його здійсненні важливе значення має міцна законодавча база.

Одночасно у подальшому удосконаленні та кодифікації земельного законодавства (в т.ч. при розробці нової редакції Земельного кодексу) доцільно (А.Г.Мартин) доповнити перелік ще однією самостійною категорією земель – техногенно-забруднені землі, що забруднені внаслідок

господарської діяльності людини, що призвело до деградації земель та обумовило їх негативний вплив на довкілля і здоров'я людей [11].

Заподіяння техногенного забруднення можливе як у режимі нормальної експлуатації господарських об'єктів (у зв'язку з недосконалістю техніки та технології виробництва, переробки відходів, порушень екологічного законодавства), так і в аварійному режимі. Серед можливих джерел техногенного забруднення земель Земельний кодекс України виділяє в першу чергу радіаційно небезпечні та радіоактивно забруднені землі, забруднення яких походить від джерел іонізуючого випромінювання.

До техногенно забруднених земель ЗК України відносить також землі, забруднені важкими металами, іншими хімічними елементами. Крім того, техногенне забруднення може бути пов'язане з шкідливим впливом на ґрунти фізичних чи біологічних факторів.

Загальні критерії віднесення земель до техногенно-забруднених важкими металами, іншими хімічними елементами встановлюються відповідно до ст. 33 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» системою екологічних та санітарно-епідемічних нормативів, серед яких визначальну роль відіграють гранично допустимі концентрації хімічних речовин (у тому числі важких металів) у ґрунті. Ці нормативи є єдиними для території країни.

До деградованих земель можуть належати також ділянки, якість яких порушена внаслідок антропогенної (у тому числі техногенної) діяльності як неправомірної (наприклад, пере-

вищення норм внесення пестицидів та агрохімікатів у сільському та лісовому господарстві), так і правомірної (зокрема, добування корисних копалин чи наслідки меліорації сільськогосподарських земель).

За Земельним кодексом України, до деградованих земель належать також земельні ділянки з еродованими, перезволоженими ґрунтами, з підвищеною кислотністю або засоленістю, забрудненими хімічними речовинами ґрунтами та інші. Відповідна деградація земель може бути наслідком дії як природних, так і антропогенних факторів.

Збільшення мінералізації ґрунтових вод загрожує вторинним засоленням земель. Майже на всіх землях спостерігається неухильне зниження вмісту гумусу в ґрунтах – за авторськими розрахунками близько 10 % кожні 20 років.

Одним із найбільш небезпечних джерел техногенного забруднення ґрунтів є сховища промислових та комунально-побутових відходів. Площа земель, зайнята ними, за сучасними офіційними даними становить близько 160 тис. гектарів. При цьому вимоги щодо дотримання вимог екологічного та земельного законодавства у процесі зберігання та видалення відходів встановлюються Законом України «Про відходи», а також ст. 46 Закону України «Про охорону земель».

Отже, загальні засади та правовий режим і порядок використання техногенно забруднених земель встановлюються законодавством України, передусім законами України «Про охорону земель», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про поводження з радіоактивними відхо-

дами», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та деякими іншими. Ці землі вилучаються з господарського обігу та на них встановлюється спеціальний режим – посилений моніторинг, контроль за станом ґрунтів і їх можливим впливом на організм людини, обмеження природокористування, а в деяких випадках і проживання людей.

Техногенно забруднені землі сільськогосподарського призначення, які не забезпечують одержання продукції, що відповідає встановленим вимогам (нормам, правилам, нормативам), за ст. 170 ЗК України підлягають вилученню із сільськогосподарського обігу та консервації.

Консервація земель – це виведення з господарського обороту (сільськогосподарського або промислового) земель на певний термін для здійснення заходів щодо відновлення родючості та екологічно задовільного стану ґрунтів, а також для встановлення або повернення (відновлення) втраченої екологічної рівноваги у конкретному регіоні. При цьому консервація деградованих і забруднених земель є природоохоронним заходом [14] і спрямована на охорону земель і підвищення родючості ґрунтів.

Віднесення сільськогосподарських угідь до деградованих, малопродуктивних та техногенно-забруднених земель відбувається з урахуванням основних показників, що характеризують ґрунтові властивості і зумовлюють необхідність їх консервації (еродованість, скелетність, легкий гранулометричний склад, важкий гранулометричний склад, гумусованість,

реакція ґрунтового розчину, вміст рухомого алюмінію, вміст увібраного натрію, засолення, карбонатність, фізична деградація, хімічне чи радіаційне забруднення). Ці властивості мають враховуватись диференційовано залежно від природно-сільсько-господарської зони [13].

Проведення консервації земель стимулюється державою. На весь період тимчасової консервації земельних ділянок землевласники та землекористувачі звільняються від плати за землю, а сільськогосподарським товаровиробникам компенсується недоодержана частка доходу внаслідок консервації деградованих, малопродуктивних та техногенно-забруднених земель [16].

Консервація земельних ділянок – це тимчасовий захід, що здійснюється шляхом припинення господарського використання землі на заздалегідь визначений термін та її залуження або заліснення.

В основі забезпечення цього процесу лежать процедури екологічного аудиту, які, на жаль, не одержали рангу обов'язкових на законодавчому рівні. Тому при вирішенні питання забезпечення екологічної безпеки в просторовому контексті завжди на перший план виходить екологічна діагностика стану забруднених земель чи територій загалом. При цьому важливо мати надійну емпіричну базу для визначення ступеня негативного впливу процесів забруднення земель та оцінки соціально-екологічного ризику.

Питання техногенно-забруднених територій розглянуто на прикладі Нижньодунайського регіону України, який при вигідному геополітичному розташуванні є надзвичайно депре-

сивним як за попередніми оцінками експертів, так і за останніми даними офіційної статистики.

До передумов оцінки ризику в цій зоні віднесено:

- вразливість території за її природоохоронною цінністю та унікальністю в межах української частини басейну Дунаю;

- недосконалість системи життєзабезпечення: нестача ресурсів питної води, транскордонне забруднення водних об'єктів, повітря і ґрунтів, відсутність інфраструктури очищення стічних вод, знешкодження особливо небезпечних відходів тощо;

- низька якість життя населення на територіях, що становлять українську частку Дунайського регіону.

Забруднення ґрунтів та селітебної забудови безпосередньо впливає на стан здоров'я населення в цій зоні. Це обумовлено тим, що в Придунав'ї, за інформацією Територіального управління Держпромгірнагляду, в Одеській області на 01.01.2013 р. розташовано 40 екологічно небезпечних об'єктів обласного рівня.

Значною мірою саме екологічні проблеми є чинником демографічної кризи в регіоні. За даними офіційної статистики, смертність місцевого населення перевищила народжуваність у 2 рази, а природна втрата населення становить 8 % у середньому. Смертність дітей до 1 року була в 3,5 рази вище (табл. 1), ніж у середньому по всій Україні за останні роки [17].

Дослідженнями визначено принципи реалізації плану щодо екологічної безпеки та збереження земель у зоні Нижньодунайського регіону України:

- системність, що передбачає необхідність комплексного підходу

Таблиця 1

Коефіцієнти смертності дітей у віці до 1 року по містах та районах області (померло дітей у віці до одного року на 1000 народжених живими)

Міста та регіони	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Україна	12,8	14,7	11,9	10,0	9,1	9,0	8,4
Одеська область	13,5	16,5	13,7	10,7	9,2	9,2	8,8
м. Ізмаїл	15,5	13,6	15,5	13,5	10,3	9,0	5,4
Болградський район	15,9	22,8	17,3	4,9	8,4	14,8	11,9
Ізмаїльський район	9,9	19,3	18,5	18,4	6,5	12,7	9,8
Кілійський район	10,9	13,4	20,9	7,6	9,0	9,3	5,3
Ренійський район	10,3	18,1	15,4	17,2	14,0	17,5	13,3

до оцінки та впровадження заходів по контролю за ризиком забруднення земель;

– економічність – передбачає оцінку кошторису витрат на управління ризиком та його порівняння з можливими втратами у випадку ризикових подій;

– послідовність – обумовлює необхідність дотримання при розробці та реалізації стратегії управління ризиком певної послідовності (програми) дій для найбільш ефективного її проведення;

– масштабність – передбачає визначення ступеня екологічних загроз та оцінки їх потенційного чи фактичного впливу на довкілля та соціум;

– мінімізації екологічних ризиків передбачає необхідність пошуку напрямів забезпечення зниження вірогідності появи екологічних загроз чи розміру екологічних витрат на їх нівелювання;

– пріоритетність щодо досягнення консенсусу економічної та еко-

логічної безпеки земельних ресурсів;

– ефективність реалізації поставлених завдань.

Ефективне управління техногенно-забрудненими землями за допомогою відповідних функцій забезпечують встановлення та зміна меж адміністративно-територіальних утворень щодо цих земель; планування та програмування використання та охорони таких земель; землеустрій; контроль за використанням та охороною техногенно-забруднених земель; моніторинг техногенно-забруднених земель; ведення державного земельного кадастру техногенно-забруднених земель; вирішення земельних спорів щодо техногенно-забруднених земель. При цьому слід враховувати ієрархію системи органів управління техногенно-забрудненими землями в Україні залежно від обсягу їх компетенції.

Висновки

На сьогодні проблема екологічної безпеки та оцінки ризику забруднення земель є вкрай актуальною, що потре-

бує імплементації та впровадження ключових принципів сталого землекористування згідно європейських вимог. Відповідно до цього необхідно:

- розробити програмну модель екологічного управління земельними ресурсами техногенно-забруднених територій на рівні місцевих адміністративно-територіальних утворень, яка включає комплекс інституційних, організаційних, правових та технічних заходів, спрямованих на відтворення природної функції та властивостей цих ресурсів;

- обґрунтувати категорії «техногенно-забруднені» землі в контексті подальшого удосконалення та кодифікації земельного законодавства (в т. ч. при розробці нової редакції Земельного кодексу), яке базується на

законодавчому виокремленні та самостійності цієї категорії з позицій екологічних критеріїв та обмежень;

- розробити пропозиції щодо формування стратегії земельного ризик-менеджменту на техногенно-забруднених територіях (зокрема, прибережних), які базуються на методах екологічної санації та розширенні їх функцій, а також залученні інноваційних фінансових інструментів екологічного менеджменту.

Сценарій екологізації земельної політики в техногенно-забруднених зонах повинен базуватися на паритеті екологічної складової в системі забезпечення суспільних інтересів у процесах відтворення земельного капіталу та розвитку державно-приватного партнерства.

Література

1. Integrated Risk Information System (IRIS) : [Електронний ресурс] / U. S. Environmental Protection Agency (EPA). – Режим доступу : <http://www.epa.gov/iris>.
2. Toxicity Criteria Database : [Електронний ресурс] / California Environmental Protection Agency (EPA). – Режим доступу : <http://www.oehha.org/risk/chemicalDB/index.asp>.
3. Басай Р.М. Правове регулювання техногенно-забруднених земель в Україні / Р.М. Басай // Держава і право. – 2012. – Вип. 56. – С. 394-399.
4. Басай Р.М. Поняття техногенно-забруднених земель в Україні / Р.М. Басай / Правова система України: сучасний стан та актуальні проблеми [текст]: збірник матеріалів першої міжрегіональної науково-практичної конференції, (Івано-Франківськ, 4-5 травня 2012 року). – Івано-Франківськ: Голіней О.М., 2012. – С. 82-85.
5. Басай Р.М. Теоретико-правові аспекти поняття охорони техногенно-забруднених земель в Україні / Р.М. Басай // Європейські перспективи. – 2012. – № 4(1). – С. 174-177.
6. Гоштинар С.Л. Правове забезпечення охорони земель сільськогосподарського призначення як передумова сталого розвитку агропромислового комплексу України / Вісник соціально-економічних досліджень, 2013 рік, Випуск 1 (48) – С. 196-201.
7. Качинський А.М. Системний аналіз визначення пріоритетів в екологічній безпеці України / А.М. Качинський. – Київ, 1995. – 46 с. – (Препринт / Національний інститут стратегічних досліджень ; № 42).
8. Керівництво щодо здійснення інтегральної оцінки стану довкілля на регіональному рівні. – К. : М-во охорони навколишнього природного середовища України, 2008. – 54 с.
9. Киселев А.Ф. Оценка риска здоровью / А.Ф. Киселев, К.Б. Фридман. – СПб. : Питер, 1997. – 100 с.
10. Коваленко Г.Д. Екологічний ризик погіршення стану навколишнього природного середовища України при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження / Г.Д. Коваленко, Г.В. Півень, О.В. Рибалова // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : V міжнар. наук.-практ. конф., 7-10 жовт, 2009 р. : зб. наук. ст. – Х.: Райдер, 2009. – С. 78-85.

11. Мартин А. Г. Сучасні проблеми класифікації та встановлення цільового призначення земельних ділянок [Електронний ресурс] / А. Г. Мартин. – Режим доступу : www.zsu.org.ua/docs/articles/martyn_6.doc
12. План дій Європейської Стратегії розвитку Дунайського регіону: аналіз та перспектива впровадження в Україні / За заг. ред. Кравченка О.В. – Львів: «Манускрипт», 2012. – 120 с.
13. Порядок консервації земель: Наказ Міністерства Аграрної політики та продовольства України від 26.04.2013 № 283 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0810-13>
14. Про затвердження переліку видів діяльності, що належать до природоохоронних заходів: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 вересня 1996 р. N 1147 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1147-96-%D0%BF>
15. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18.01.2001 № 2245-III [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2245-14>
16. Про охорону земель: Закони України від 19.06.2003 № 962-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/962-15>
17. Про схвалення Концепції Державної цільової регіональної програми розвитку Українського Придунав'я на 2014-2017 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 листопада 2013 р. № 1002-р / Офіційний вісник України. 2014. – № 1. – С. 38. – стаття 7

БІБЛІОГРАФІЯ

Бойчук Ю.А., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища. – К.: Університетська книга. – 2016. – 316 с.

Посібник присвячений дії екологічних факторів у біосфері, викликаних антропогенним впливом. Викладені наукові основи охорони навколишнього середовища – вчення про біосферу, уявлення про екосистеми і закономірності їх функціонування, екологічні аспекти господарської діяльності людини. Розглянуті особливості існування живих організмів в умовах антропогенної трансформації біосфери. Значна увага приділена впливу забруднювачів навколишнього середовища на здоров'я людини. Визначені основні шляхи оптимізації взаємодії людського суспільства і природи. Посібник розрахований на студентів неекологічних спеціальностей вищих закладів освіти, викладачів, учителів і учнів загальноосвітніх шкіл та усіх, хто не байдужий до екологічних проблем світового масштабу і, зокрема, України.

Фридман В.С. Глобальный экологический кризис. По материалам курса лекций Охрана природы. Биологические основы, имитационные модели, социальные приложения. – С.-П.: Ленанд. – 2016. – 448 с.

Книга написана на основі лекцій автора по курсу «Охрана природы», читавом на біологічному факультеті МГУ імені М. В. Ломоносова. Центральна задача роботи — допомогти кожному побачити власний інтерес до певних аспектів предмета і надати всіх свого роду опорним конспектом, відштовхуючись від якого, студенти можуть самостійно продовжити углублення в тему.

Обсуждается предмет, цели и задачи охраны природы как научно-практической дисциплины. Охарактеризованы факторы, определяющие глобальный характер экологического кризиса при современном капитализме. Обсуждаются пределы роста мирового хозяйства, выход за которые в 1980-е годы вызвал нынешний кризис, возможности экологически устойчивого развития. Описаны знаменитые модели «пределов роста» Денниса и Донеллы Медоуз, исходя из которых предсказан глобальный экономический кризис. Показана состоятельность модели, соответствие предсказанных в ней тенденций динамики реальному ходу событий. Описаны рождение термина «устойчивое развитие», связанные с ним надежды и причины, по которым они остались пустыми; а также принципы моделирования и структура модели. Издание дает представление о современном уровне знаний по охране природы, показывает широкие возможности, сложность, красоту и интеллектуальную привлекательность фундаментальных исследований в области экологии, рассказывает о работах «переднего края науки» по данной проблематике.

Книга показывает, что сфера охрана природы является привлекательной областью для работы и исследований с учетом не только профессиональной специализации, но и общественных интересов студентов и, таким образом, не только дает необходимые знания, но и помогает формированию бережного отношения к природе и среде обитания, экологической культуры в целом.

Соломенко Л. І. Екологія людини : навч. посіб. / Л. І. Соломенко. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 120 с.

Розглянуто найважливіші теоретичні питання з курсу дисципліни «Екологія людини»: розкриття суті екології людини як науки; взаємодія з природою людини як біологічної істоти на рівні організму та популяції; вивчення впливу окремих факторів середовища та їх комплексів на здоров'я і життєдіяльність людської популяції. Вміщено практичні заняття та короткий термінологічний словник, які сприятимуть глибшому осмисленню теоретичного матеріалу, виробленню навичок його практичного застосування. Наведено методичні рекомендації для самостійної роботи студентів та визначено вимоги до контролю їх знань. Для студентів, що навчаються за спеціальностями екологічних напрямів, а також аспірантів, викладачів і всіх небайдужих до екології людини.

Васюкова Г.Т. Екологія: підручник / Г. Т. Васюкова, О. І. Грошева. – К.: Кондор, 2009. – 524 с.

Запропонований підручник охоплює найважливіші проблеми загальної та сучасної екології. Він охоплює найважливіші проблеми сучасної екології. Розглянуті основні проблеми, які виникли у взаємовідносинах людини і природи в індустріальний період розвитку цивілізації та можливі шляхи їх подолання.

Розглянуто: демографічний вибух XX сторіччя і урбанізацію, екологічні процеси змін навколишнього середовища, економічні наслідки забруднення та його вплив на стан біосфери і здоров'я людей, питання раціонального природокористування і охорони навколишнього середовища, умови подальшого функціонування системи «Суспільство — природа» і взаємодій різних системи всесвіту.

Димань Т. М. Екологія людини: підручн. – Київ : Академія, 2009. – 376 с.

Людина прагне жити у безпеці, вберегтися від тиску чинників зовнішнього середовища на її організм, психіку, духовну сферу. Турбота про це — справа суспільна та особиста. Усім сьогодні потрібні екологічні знання, екологічна культура, вміння раціонально організувати свій життєвий простір, побут, емоційне і духовне життя, не шкодити собі.

Виробленню розуміння цієї проблематики, формуванню здатності правильно вибудовувати екологічний вимір свого життя допоможе робота над викладеним у цьому підручнику матеріалом. Не обійтися без нього тим, хто намагається жити правильно, гармонізувати власні життєві сили, наснажити їх силою довілля. Передусім цінний він студентам вищих навчальних закладів, які опановують курс «Екологія людини».

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

- Аблєєва Ірина Юріївна (Суми)** – кандидат технічних наук, Сумський державний університет.
- Азаров Сергій Іванович (Київ)** – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту ядерних досліджень НАН України.
- Бендюг Владислав Іванович (Київ)** – доцент, кандидат технічних наук, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сік орського.
- Белих Ірина Анатоліївна (Харків)** – кандидат біологічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».
- Біньковська Оксана Віталіївна (Одеса)** – аспірант, Одеський професійний ліцей будівництва та архітектури.
- Букатенко Наталія Алексєєвна (Харків)** – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».
- Варанкіна Олександра Олександрівна (Харків)** – кандидат технологічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».
- Гринишин Олег Богданович (Львів)** – доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка».
- Грузіна Тамара Григорівна (Київ)** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка НАН України.
- Дибкова Світлана Миколаївна (Київ)** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка НАН України.
- Довгопол Анатолій Іванович (Київ)** – президент Український пожежний концерн «Укрпожсервіс».
- Дяченко Тетяна Миколаївна (Київ)** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут гідробіології НАН України.
- Задунай Олексій Сергійович (Київ)** – здобувач, начальник центру Державного науково-дослідного інституту спеціального зв'язку та захисту інформації.
- Зайченко Олена Миколаївна (Харків)** – аспірант кафедри інженерної екології та екологічної безпеки міст Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетові.
- Закорчевна Наталія Борисівна (Київ)** – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, ENVIRONMENTAL PROTECTION of International River Basins.
- Захматов Володимир Дмитрович (Київ)** – доктор технічних наук, професор, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, інституту геохімії навколишнього середовища НАНУ.
- Зацеркляний Мелентій Мелентійович (Одеса)** – кандидат технічних наук, доцент, Одеська національна академія харчових технологій.

Клоченко Петро Дмитрійович (Київ) – доктор біологічних наук, професор, Інститут гідробіології НАН України.

Комариста Богдана Миколаївна (Київ) – кандидат технічних наук, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сік орського.

Коцюба Ірина Григорівна (Житомир) – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Житомирського державного технологічного університету.

Красовський Володимир Васильович (Хорол) – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Хорольський ботанічний сад.

Кузьмінський Валентин Олександрович (Київ) – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Кузьмінський Віктор Валентинович (Київ) – Національна академія аграрних наук України, Президія.

Лапшин Юрій Серафимович (Київ) – доктор технічних наук, професор, Інститут загальної енергетики НАН України.

Машков Олег Альбертович (Київ) – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.

Нагурський Андрій Олегович (Львів) – аспірант, Національний університет «Львівська політехніка».

Оксамитна Людмила Федорівна (Київ) – старший викладач Національний університет фізичного виховання і спорту України.

Пляцук Леонід Дмитрович (Суми) – доктор технічних наук, професор, Сумський державний університет.

Подпорінова Олена Сергіївна (Харків) – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Почапська Ірина Ярославівна (Львів) – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка».

Сидоренко Володимир Леонідович (Київ) – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри профілактики пожеж та безпеки життєдіяльності населення Інституту державного управління у сфері цивільного захисту.

Хлібишин Юрій Ярославович (Львів) – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка».

Циганенко Олег Іванович (Київ) – доктор медичних наук, професор, Національний університет фізичного виховання і спорту України.

Панченко Олена Олександрівна (Полтава) – Полтавський обласний центр з гідрометеорології.

Першегуба Ярослав Володимирович (Київ) – кандидат медичних наук, Національний університет фізичного виховання і спорту України.

Решетняк Надія Вікторівна (Харків) – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Резніченко Людмила Сергіївна (Київ) – кандидат біологічних наук, Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка НАН України.

Савчук Дмитро Петрович (Київ) – Інститут водних проблем і меліорації НААН.Склярова Наталія Анатоліївна (Київ) – старший викладач Національний університет фізичного виховання і спорту України.

Самойленко Сергій Іванович (Харків) – кандидат технологічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Теут Василь Михайлович (Київ) – Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Толочко Світлана Вікторівна (Ніжин) – кандидат педагогічних наук, доцент, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут».

Турченко Василь Олександрович (Рівне) – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування.

Шелудченко Леся Сергіївна (Кам'янець-Подільський) – кандидат технічних наук, доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет.

Шкодин Альоша Василівна (Ніжин) – кандидат педагогічних наук, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут».

Наукове видання

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

3-4 / 2017 (18-19)

- *Загальні проблеми екологічної безпеки*
- *Екологія і виробництво*
- *Теоретична екологія*
- *Екологія водних ресурсів*
- *Розвиток природно-заповідного фонду України*
- *Інноваційні аспекти підвищення рівня екобезпеки*
- *Екологічна освіта*
- *Сторінка молодого вченого*
- *Бібліографія*

Адреса редакції:

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корпус 2, Київ, 03035;
тел./факс (+38 044) 206-30-34;
www.ecoj.dea.gov.ua
e-mail: pressdei@ukr.net

Видавничий дім «Гельветика»

E-mail: mailbox@helvetica.com.ua Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4392 від 20.08.2012 р.

Підписано до друку 17.10.2017. Формат 60х84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Цифровий друк.
Ум.-друк. арк. 21,86. Тираж 100. Замовлення № 0218/11.
Ціна договірна. Віддруковано з готового оригінал-макета