

ISSN 2306-9716

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

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

1-2 / 2017 (16-17)

КИЇВ – 2017

УДК 502+504
ББК 20.1

*Друкується за рішенням Вченої Ради Державної
екологічної академії післядипломної освіти та
управління (протокол № 1 від 25.01.2017)
Свідомство про державну реєстрацію
КВ № 15768–4240 р.*

Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор
О.І. Бондар. – К.: ДЕА, 2017.– № 16-17. – 168 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
Зорина О.В. Новый порядок эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод	5
Петрук Р.В., Костюк В.В., Трач І.А. Метод біоіндикації екологічно забруднених територій.....	16
Turovska H., Bogdanenko A., Turovska A. Drinking water safety – one of the main components of ecological safety of the population of Ukraine.....	24
ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ.....	29
Горшков Л.І., Яковенко Л.О. Оцінювання ризиків неупередженості органу сертифікації систем управління.....	29
ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ.....	39
Bondar A., Fylypchuk V., Kuryliuk N., Ayaya Aniyefiok. Deep purification of water in filtration-regeneration bioplato of hydroponic type.....	39
Машков О.А., Теут В.М., Тупкало В.М. Технологія захисту морського середовища з використанням спеціалізованого судна в умовах розливу нафти та нафтопродуктів.....	46
Дятлов С.Є., Кошелев О.В. Антропогенне забруднення та токсичність донних відкладень узмор'я р. Дунай.....	60
Подобайло А.В., Омеляненко І.С., Проценко Ю.В. Особливості літньої добової динаміки концентрації розчиненого кисню у водних біотопах р. Удай в межах національного природного парку «Пирятинський».....	66
ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ.....	73
Задорожня Г.П., Кваша Т.К. Зарубіжний досвід безвідходного і сталого розвитку сільського господарства.....	73
Гетьман В.І. Взаємодія людини і природи – її розуміння суспільством.....	78
ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО.....	83
Внукова Н.В. Оцінка впливу енерго-екологічних факторів на конкурентоздатність водню як моторного палива.....	83
Мнухин А.Г., Мнухина Н.А. Улучшение экологии промышленного района путем переработки породных отвалов.....	93

РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....	100
Красовський В.В. Дослідження структури інтродукційних популяцій субтропічних видів <i>Asimina triloba</i> (L.) Dunal, <i>Punica granatum</i> L., <i>Zizyphus jujuba</i> Mill., <i>Ficus carica</i> L., <i>Amygdalus communis</i> L., <i>Diospyros virginiana</i> L. у Хорольському ботанічному саду.....	100
Лукіша В.В., Шульга О.О. Оцінка екологічних загроз лісам природно-заповідного фонду (на прикладі Ічнянського НПП).....	111
ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ.....	122
Лапшин Ю.С., Кордик Я.С., Машков О.А., Барановська В.Є., Голубцова Н.Ю., Париков Л.Е. Біогаз – як один із чинників забезпечення енергетичної незалежності України.....	122
Черниш Є.Ю., Пляцук Л.Д. Моделювання процесу стимулювання захисних функцій ґрунтового комплексу при використанні біогенного композиту на основі техногенних відходів.....	129
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО.....	141
Денисенко І.Ю. Екологічні аспекти проведення дезактиваційних робіт з очищення насосно-компресорних труб від сольових відкладень з умістом природних радіонуклідів	141
Лобунько А.В. Проблеми екологізації землекористування в процесі поділу земель на їх категорії.....	149
Юрченко В.А., Лебедева Е.С., Коваленко А.В. Снижение экологической опасности выбросов сероводорода из канализационных сетей.....	155
БІБЛІОГРАФІЯ.....	163
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	165

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 504.75:616.5.13

НОВЫЙ ПОРЯДОК ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОД

Зорина О.В.

Институт общественного здоровья им. Марзеева НАМНУ
ул. Попудренко, 50, 02000, г.Киев
wateramnu@ukr.net

Рассмотрены методы разработки новых эколого-гигиенических подходов, необходимых для имплементации европейского законодательства относительно порядка мониторинга природной и питьевой воды. Отмечено, что результаты исследований мониторинга природных вод необходимо осуществлять в соответствии с Водной Рамочной Директивы 2000/60/ЕС с целью выявления источников загрязнения, фоновых концентраций веществ, границ колебания концентраций показателей качества воды и тому подобное. *Ключевые слова:* природные воды, мониторинг источников питьевого водоснабжения, качество питьевой воды.

Новий порядок еколого-гігієнічного моніторингу якості природних і питних вод. Зорина О.В. Розглянуто методи розробки нових еколого-гігієнічних підходів, необхідних для імплементації європейського законодавства щодо порядку моніторингу природної і питної вод. Зазначено, що результати досліджень моніторингу природних вод необхідно здійснювати відповідно до Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС з метою виявлення джерел забруднення, фонових концентрацій речовин, меж коливання концентрацій показників якості води тощо. *Ключові слова:* природні води, моніторинг джерел питного водопостачання, якість питної води.

A new procedure for ecological and hygienic monitoring of the quality of natural and drinking water. Zorina O. The methods of development of new ecological and hygienic approaches necessary for implementation of the European legislation concerning the procedure for monitoring natural and drinking water are considered. It is noted that the results of research on monitoring of natural waters should be carried out in accordance with the Water Framework Directive 2000/60/EC in order to identify sources of contamination, background concentrations of substances, fluctuations of water quality indicators, etc. *Keywords:* natural waters, monitoring of sources of drinking water supply, quality of drinking water.

В Украине контроль качества природных и питьевых вод проводится различными ведомствами несистематически и бессистемно. По этой причине водопроводные очистные соору-

жения и технологии водоподготовки не всегда адекватны фактическому качеству исходной воды и часто не обеспечивают эффективную очистку и обеззараживание питьевой [1-5].

По распоряжению Кабинета Министров Украины от 26.11.14 г. № 1141-р «Об одобрении разработанных Министерством здравоохранения планов имплементации некоторых актов законодательства ЕС» внесены изменения в Закон Украины «Про питьевую воду и питьевое водоснабжение» и для имплементации Водной Рамочной Директивы ЕС 2000/60/ЕС, Директивы 98/83/ЕС по питьевой воде, предназначенной для употребления человеком (с изменениями 2015 года), в действующие ГСанПиН 2.2.4-171-10 «Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком», что необходимо делать с целью внедрения комплексного мониторинга природных и питьевых вод.

Цель. Разработка новых эколого-гигиенических подходов, необходимых для имплементации европейского законодательства, относительно порядка мониторинга природных и питьевых вод.

Материалы и методы. При проведении исследований использованы методы нормативно-поисковый, санитарно-химические и экспертной оценки.

Результаты исследований. Мониторинг природных вод следует проводить согласно Водной Рамочной Директивы 2000/60/ЕС с целью выявления источников их загрязнения, фоновых концентрации веществ, границ колебания концентраций показателей качества воды и т.д., то есть уязвимости водного источника для загрязнений, оценки риска загрязнения воды в перспективе, разработки и осуществления мероприятий, направленных на постепенное устранение загрязнений природной воды. Конечной целью мониторинга является окончательное

устранение опасных веществ в поверхностных и подземных водах. Когда водный объект испытал значительное техногенное воздействие и по какой-либо причине невозможно достичь соответствующей цели, необходимо проводить мероприятия для предотвращения дальнейшего ухудшения качества вод и стремиться поддерживать и восстанавливать в них, насколько это возможно, хотя бы важнейших функций и природных свойств водных экосистем – состояния так называемого базового экологического качества [6].

Особое внимание следует уделять мониторингу источников питьевого водоснабжения, который должен проводиться с учетом результатов мониторинга, проводимого согласно с Директивой 2000/60/ЕС. В годовом цикле поверхностного источника питьевого водоснабжения необходимо выявить закономерные изменения показателей качества его воды (помимо паводкового), когда оно имеет характерные особенности [7]. Качество воды водоисточников должно обеспечивать соответствие получаемой питьевой воды нормативным требованиям с использованием необходимых современных технологий водоподготовки или без них. Перед их использованием качество вод должно анализироваться в течение надлежащего времени для того, чтобы определить границы колебаний его показателей. При использовании поверхностных вод мониторинг должен отражать их качество как минимум в течение трех лет. Перечень показателей должен определяться с учетом местных природных условий, санитарного состояния источника питьевого водоснабжения и прилегающей территории, а также особенностей дальнейшей обработки питьевой воды.

По результатам мониторинга источников питьевого водоснабжения должен разрабатываться порядок мониторинга питьевых вод. Директива 98/83/ЕС (с изменениями 2015 года) содержит минимальные требования к проведению мониторинга в пунктах соответствия качества питьевой воды

(таблица 1), по результатам которого страны ЕС каждые три года публикуют отчет о качестве питьевых вод и мерах, которые планируются или были предприняты для выполнения требований Директивы 98/83/ЕС с целью информирования потребителей из других стран ЕС.

Таблица 1

**Порядок проведения мониторинга качества питьевой воды
согласно с Директивой 98/83/ЕС (с изменениями 2015 года)**

Объем питьевой воды, которая производится или распределяется в пределах зоны снабжения (производительность), м ³ /сут. (Примечания 1 и 2)		Показатели группы А, количество проб в год (Примечание 3)	Показатели группы Б, количество проб в год (Примечание 3)
	≤ 100	>0	>0
> 100	≤ 1 000	4	1
>1 000	≤ 10 000	4 +3 для каждых 1000 м ³ /сут. И части из этого общего объема	1 +1 для каждых 4500 м ³ /сут. и части из этого общего объема
>10 000	≤ 100 000		3 +1 для каждых 10 000 м ³ /сут. и части из этого общего объема
>100 000			12 +1 для каждых 25 000 м ³ /сут. и части этого общего объема

Примечания:

1. Зона снабжения – географически обозначенная зона, в которую питьевая вода поступает из одного или нескольких источников питьевого водоснабжения и качество питьевой воды можно рассматривать как подобную.

2. Объемы питьевой воды следует принимать средние в течение календарного года. Вместо объема питье-

вой воды в сутки можно использовать количество жителей в зоне снабжения с учетом того, что один человек потребляет 0,2 м³/сут. (или 200 л/сут.) питьевой воды.

3. Частота отбора проб рассчитывается следующим образом. Если объем воды в сутки – 4300 м³/сут., то следует отобрать 16 проб питьевой воды в год (4 – для первой 1000 м³/сут. и дополнительно еще 12 для 3300 м³/сут.).

Показатели группы А:

а) кишечная палочка (*E.coli*), колиформные бактерии, ОМЧ при $t\ 22^{\circ}\text{C}$, цветность, мутность, вкус и привкус, запах, водородный показатель, электрическая проводимость;

б) другие показатели в случае, если они могут нести потенциальную угрозу для здоровья потребителей питьевой воды и, в соответствующих случаях, на основании оценки риска;

в) аммоний и нитрит – в случае использования хлорирования с аммонизацией; алюминий и железо – при использовании соответствующих реагентов для обработки питьевой воды.

Показатели группы Б: все остальные показатели, указанные в нормативном документе, но не относятся к группе А.

В пунктах соответствия также должен проводиться полный анализ качества питьевой воды при вводе в эксплуатацию вновь построенных систем питьевого водоснабжения, технологических линий и распределительных сетей, их реконструкции и капитального ремонта, а также «от случая к случаю» определяются вещества и микроорганизмы, для которых не установлены требования в нормативном документе, если есть причина подозревать, что они могут присутствовать в воде в количествах, представляющих потенциальную опасность для здоровья потребителей.

Новый термин «пункт соответствия качества питьевой воды» был введен в 2017 году в Закон Украины «Про питьевую воду, питьевое водоснабжение и водоотведение» по нашей инициативе согласно с европейским законодательством. Пунктом соответствия качества

питьевой воды должно считаться место отбора проб воды, в котором устанавливается соответствие качества воды гигиеническим требованиям, а именно:

– из кранов систем питьевого водоснабжения – для водопроводной питьевой воды;

– в местах использования на предприятии – для питьевой воды, используемой для производственных (технологических) нужд;

– в местах разлива в тару потребителя – для питьевой воды из пунктов разлива питьевой воды;

– в местах разлива в потребительскую тару – для фасованной питьевой воды.

Следует отметить, что согласно ГСанПиН 2.2.4-171-10 контроль качества фасованных питьевых вод проводится в герметичной таре, а Директива 98/83/ЕС и Закон Украины «Про питьевую воду, питьевое водоснабжение и водоотведение» обязывают его проводить в местах разлива в потребительскую тару, где питьевая вода не должна рассматриваться как пищевой продукт (соответствующие изменения в Закон Украины были внесены по нашей инициативе) [8]. Контроль качества, маркировка и др. фасованной питьевой воды должны проводиться согласно с Законом «Про основные принципы и требования к безопасности и качеству пищевых продуктов».

По нашему мнению, на основании данных научных публикаций [9] и многолетнего опыта работы в соответствующей сфере с целью максимального снижения риска подачи некачественной питьевой воды указанный в Директиве 98/83/ЕС порядок мониторинга качества питьевой воды

должен быть расширен в ДСанПиН 2.2.4-171-10 за счет порядка производственного контроля в пунктах

после обработки (очистки) воды, который отличается от действующего на сегодня (таблица 2).

Таблица 2

Порядок проведения периодического производственного контроля качества питьевой воды в пунктах после обработки (очистки) воды

Показатели	Периодичность
1. Содержание остаточных концентраций реагентов (алюминий, общий железо, полифосфат, полиакриамид, кремний и т.д.) в случае их использования	не реже одного раза в смену
2. Остаточные концентрации обеззараживающих реагентов в случае их использования	не реже одного раза в час
3. Содержание диоксида хлора, остаточного свободного хлора и хлоритов – в случае обработки диоксидом хлора	не реже одного раза в час
4. Содержание хлоратов – в случае обработки диоксидом хлора	не реже одного раза в месяц
5. Органолептические и микробиологические показатели	Для питьевой воды подземных источников питьевого водоснабжения или после дополнительной очистки водопроводной питьевой воды: – не реже одного раза в месяц – при производительности предприятия $< 100 \text{ м}^3/\text{сут.}$; – не реже, чем один раз в неделю – при производительности предприятия $100 - 4000 \text{ м}^3/\text{сут.}$; – не реже, чем три раза в неделю – при производительности предприятия $4000 - 10000 \text{ м}^3/\text{сут.}$; – не реже, чем один раз в сутки – при производительности предприятия $\geq 10000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Для питьевой воды из поверхностных источников питьевого водоснабжения: – не реже чем один раз в неделю (каждый день в весенне-осенний период) – при производительности предприятия $< 4000 \text{ м}^3/\text{сут.}$; - не реже чем один раз в сутки – при производительности предприятия $\geq 4000 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Окончание таблицы 2

6. Тригалогенметаны (сумма) – в случае внедрения методов с целью минимизации образования тригалогенметанов в хлорированной воде из поверхностного источника питьевого водоснабжения (преамонизация т.п.) или дополнительной очистки хлорированной водопроводной питьевой воды из поверхностного источника питьевого водоснабжения от тригалогенметанов (сорбция и т.д.)	не реже одного раза в три месяца
7. Вещества, содержащиеся в исходной воде в сверхнормативных количествах, которые удаляются специальными методами (обессоливание, детоксикация, дезодорация, дезактивация, обезжелезивание, обесфторивание т.п.), и которыми обогащают питьевую воду (доминерализация, фторирование, йодирование и т.д.)	не реже одного раза в смену, а при производительности предприятия <5 м ³ /сут. – не реже одного раза в неделю
8. Показатели качества питьевой воды, которые могут изменяться из-за проведения указанных мероприятий	после переоборудования системы водоснабжения и изменений в технологии водоподготовки

На основании такого порядка компетентные органы должны разрабатывать программу мониторинга питьевой воды, учитывая следующее: результаты мониторинга источника питьевого водоснабжения, особенности технологии обработки питьевой воды, условия ее хранения и транспортировки, производительность системы питьевого водоснабжения, и др. Мониторинг питьевой воды должен проводиться постоянно, исследования отбираемой питьевой воды должны отображать ее качество в течение года. Программы мониторинга должны состоять из:

а) сбора и анализа качества отобранных проб воды; и / или

б) измерений, которые фиксируются с помощью непрерывного процесса мониторинга.

Кроме того, программы мониторинга могут состоять из:

а) проверки отчетов о состоянии функциональности и технического обслуживания оборудования;

и / или

б) обследования водосборной площади и водозабора, водопроводных сооружений и установок, мест хранения и распределения.

Программы мониторинга могут быть основаны на общих принципах оценки риска, изложенных в международных стандартах, таких как стандарт EN 15975-2 и принимать во внимание результаты программ мониторинга водных объектов (Директива 2000/60/ЕС). Такая оценка проводится с целью определения возможности внесения изменений в порядок мониторинга качества воды в пунктах соответствия. Например, при наличии водопроводной сети пробы могут отбираться в зоне подачи или очистных сооружений

для конкретных показателей качества, если можно доказать, что содержание вещества не может ухудшаться в течение транспортировки питьевой воды в водопроводной сети. При проведении оценки риска количество показателей для проведения мониторинга качества питьевой воды или частота отбора проб может быть увеличена или уменьшена, если оценка риска подтверждает, что ни один фактор, который потенциально может ожидаться, вероятно, не приведет к ухудшению качества питьевой воды и здоровье потребителя будет защищено.

Надлежащие программы мониторинга (на основании оценки рисков или

без нее) должны разрабатываться компетентными органами, рассматриваться на постоянной основе, обновляться или продлеваться каждые пять лет и краткое изложение результатов оценки риска должно быть доступной информацией.

Требования действующих ГСанПиН 2.2.4-171-10 относительно перечня показателей качества питьевой воды максимально приближены к требованиям Директивы 98/83/ЕС [10], однако по различным причинам в этот документ не было внесено 9 показателей, которые обязательно должны быть в национальном нормативном документе при имплементации этой директивы (таблица 3).

Таблица 3

Показатели, требующие внесения в ГСанПиН 2.2.4-171-10

№ п/п	Название показателя	Фактор наличия загрязнения в питьевой воде
1	Броматы	хлорирование электролитическим гипохлоритом, озонирование или загрязнение исходной воды
2	Многоядерные ароматические углеводороды (сумма концентраций: бензо(b)флуорантена, бензо(k)флуорантена, бензо(ghi)перилена, индено(1,2,3-cd)пирена)	загрязнение исходной воды веществами на основе нефти
3	Эпихлоргидрин	использование полиаминных реагентов, поверхностей, покрытых некоторыми эмалями
4	Винил хлорид	использование соответствующих полимерных материалов
5	Акриламид	применение соответствующих реагентов
Индикаторные показатели		
6	<i>Clostridium perfringens</i> (включая споры)	наличие давних фекальных или удаленных загрязнений воды
7	Электрическая проводимость	естественное или техногенное загрязнение исходной воды солями, в том числе жесткости
8	Тритий	естественное или техногенное загрязнение исходной воды
9	Общая индикативная доза	

Согласно с Директивой 98/83/ЕС ГСанПиН 2.2.4-171-10 необходимо ввести понятие «индикаторных показателей», к которым относятся около 20, из них: 15 санитарно-химических, 3 микробиологических и радиологические. Индикаторные показатели должны определяться как для проведения количественной оценки, так и наблюдения за изменениями качества питьевой воды (мониторинга). В случае сверхнормативного содержания индикаторного (-ых) показателя (-ов) орган исполнительной власти, который реализует государственную политику в сфере санитарного законодательства, должен решить, составляет ли соответствующее качество питьевой воды определенный риск для здоровья потребителей. Если это необходимо, должны приниматься меры по улучшению качества питьевой воды.

В Директиве 98/83/ЕС указано, что меры, принимаемые для имплементации этой директивы ни при каких условиях не должны приводить к повышению загрязнения исходной воды и / или прямому или опосредованному ухудшению существующего качества питьевой воды, поскольку это важно для защиты здоровья потребителей. Питьевая вода не должна содержать микроорганизмы и паразиты и любые вещества, которые, в совокупности или концентрации, представляют потенциальную угрозу для здоровья потребителей. По этому необходимо проводить мониторинг питьевой воды и меры по обеспечению нормативного качества питьевой воды. Если в Директиве 98/83/ЕС не установлены нормативные требования для каких-либо загрязнений, имеющих в наличии в воде, или есть

причина подозревать, что они могут присутствовать в воде в количествах, которые представляют потенциальную опасность для здоровья потребителей, следует обеспечить мониторинг содержания этих веществ в воде. То есть, в национальных нормативных документах стран ЕС количество показателей по сравнению с перечнем директивы может быть увеличено, а нормативы могут быть более жесткими при наличии научного обоснования там, где это необходимо, для предупреждения заболеваемости населения.

В Директиве 98/83/ЕС отсутствуют следующие показатели, которые указаны в ГСанПиН 2.2.4-171-10: общая жесткость, общая щелочность, магний, кальций, кремний, цинк, молибден, формальдегид, хлороформ, дибромхлорметан, тетрахлоруглерод, кобальт, нефтепродукты, фенолы летучие, хлорфенолы, бериллий, стронций, ПАР, хлор, диоксид хлора, сухой остаток.

Результаты проводимого нами мониторинга качества питьевых вод водопроводных, фасованных и доочищенных (с 2001 г. по 2017 г.), которые производили в г. Киев и разных областях Украины, свидетельствуют о возможности исключения ряда показателей из ГСанПиН 2.2.4-171-10. Возможно учесть рекомендацию Директивы 98/83/ЕС и из хлорорганических веществ оставить в национальном нормативном документе лишь маркер наличия их в питьевой воде – сумму ТГМ [11; 12]. Необходимо также указать нормативы для веществ, которые могут быть добавлены в питьевую воду во время ее обработки (таблица 2) и такой показатель как «сухой оста-

ток». Проведенные эпидемиологические исследования свидетельствуют о том, что минеральный состав питьевой воды имеет положительную корреляционную связь с болезнями системы кровообращения в целом и с отдельными нозологиями (ишемическая болезнь сердца и гипертоническая болезнь). Выявлено, что 1150 случаев на 100 тыс. населения заболеваний болезни системы кровообращения среди жителей г. Херсона связаны с минеральным составом питьевой воды, который превышает гигиенический норматив в 2 раза. Полученные результаты корреляционного и регрессионного анализа практически совпадают с международными научными исследованиями в области влияния минеральных компонентов питьевой воды на заболеваемость населения [13-17].

Разработанные требования должны распространяться на все виды питьевых вод (водопроводные перед розливом в герметичную или личную тару потребителя, после доочистки водопроводной питьевой воды, из бюветов, колодцев и каптажей источников) и должны быть обязательными для всех, кто занимается производством питьевой воды, то есть забором воды из источников питьевого водоснабжения и/или доведением ее качества до требований на питьевую воду. Необходимо отметить, что в 2017 году по нашей инициативе в Законе Украины «Про питьевую воду и питьевое водоснабжение» определение термина «производство питьевой воды» было изменено. Указанный мониторинг питьевой воды должен проводиться и на предприятиях пищевой промышленности для технологической воды, кроме случаев, когда орган исполнительной власти,

реализующий государственную политику в области санитарного законодательства считает, что использование такой воды негативно не влияет на безопасность готового продукта питания.

Требования национального нормативного документа могут не распространяться на воды систем питьевого водоснабжения, предназначенные для личного применения с индивидуальных источников производительностью менее 10 м³ в сутки в среднем или такие, которые используют менее 50 человек, если это питьевая вода не поступает в коммерческих целях или для общественного использования. Однако, при этом потребители такой питьевой воды должны быть проинформированы об этом и о мерах, которые могут быть приняты в целях защиты их здоровья в случае загрязнения питьевой воды.

В Директиве 98/83/ЕС большое внимание уделено необходимости информирования потребителей о качестве питьевой воды и мерах по ее улучшению, которые они могут осуществлять. В ГСанПиН 2.2.4-171-10 необходимо внести соответствующие положения. Возможно использовать следующие рекомендации: «Кипятить перед употреблением, приготовлением пищи, чисткой зубов, чаще проводить мойку и дезинфекцию бытовой санитарной техники», «Не использовать для питья и приготовления пищи, чистки зубов. Возможно использовать для купания, принятия душа, в унитазах», «Не использовать для любых целей, в том числе для питья, приготовления пищи, чистки зубов, купания, принятия душа и стирки», «Использовать альтернативное питьевое водоснабжение» и др. Альтернативой водопроводной воде может быть питьевая вода из ста-

ционарных или мобильных пунктов разлива, фасованная или из других источников питьевого водоснабжения. В случае прекращения водоснабжения и / или необходимости использования альтернативного в течение 24 часов и далее следует обеспечивать одного человека не менее 10 л питьевой воды в сутки.

Проведение комплексного мониторинга природных и питьевых вод позволит проводить глубокий анализ состояния вод, разрабатывать и своевременно внедрять мероприятия для защиты здоровья потребителей питьевой воды.

Одной из причин несоответствующего качества питьевой воды является отсутствие комплексного мониторинга природных и питьевых вод. Такой мониторинг должен проводиться с качественной и количественной точки зрения на основании сравнительного анализа с разработкой мероприятий и рекомендаций для предупреждения заболеваемости населения, связанного с водным фактором. Порядок проведения мониторинга питьевых

вод должен основываться на новых научно обоснованных концептуальных подходах.

Выводы

1. Внедрение комплексного мониторинга состояния природных и питьевых вод позволит разрабатывать Планы по обеспечению безопасности воды, рекомендованные ВОЗ, то есть своевременно вносить необходимые изменения в технологические схемы обработки питьевой воды, что позволит подавать потребителю питьевую воду более стабильного и гарантированного качества.

2. С целью имплементации европейского водного законодательства в ГСанПиН 2.2.4-171-10 следует внести изменения, касающиеся порядка мониторинга качества воды в пунктах соответствия, контроля качества воды после ее обработки, введения понятия «индикаторных показателей», расширения перечня определяемых показателей, информирования потребителей о качестве питьевой воды, а также способах альтернативного питьевого водоснабжения.

Литература

1. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. К.: Медицина, 2016. – 400 с.
2. Сташук В.А., Яцик А.В. До питання водної політики в Україні. Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очистки природних і стічних вод: зб. тез доп. міжнародної наук.-практ. конф. К., 2007. – С. 162-166.
3. Гаркавий С.І., Сало Т.Л., Чернокозинський А.В. Екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти впливу скиду стічних вод міст на якість поверхневих вод басейну р. Дніпро / Науковий вісник Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. – 2010. – № 27 (Спецвипуск). – С. 83-92.
4. Левицька С.П. Сучасний вплив антропогенного навантаження на якісний стан поверхневих вод України / Міжнародний Водний Форум «АКВА УКРАЇНА-2004»: зб. тез доп. наук.-практ. конф. К., 2004. – С. 56-57.
5. Луцько В.С. Екологічна безпека водних ресурсів України в умовах глобалізації. Міжнародний Водний Форум «АКВА УКРАЇНА-2003»: зб. тез доп. наук.-практ. конф. К., 2003. – С. 21-29.

6. Горчарук В.В., Жукинский В.Н., Чернявская А.П., Скубченко В.Ф. Разработка эколого-гигиенической классификации качества поверхностных вод Украины – источников централизованного питьевого водоснабжения // Химия и технология воды. 2008. Ч. II. – С. 3-51.
7. Харабрин А.В. Экологический мониторинг качества воды и оценка барьерной роли сооружений водоподготовки (на примере Северного ковшового водопровода г. Уфы): автореф. дис. ...кандидата тех. наук: 03.00.16 «Экология», 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»/Уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа. 2004. – 24 с.
8. Прокопов В.О., Зорина О.В., Соболев В.А. Аналіз ситуації щодо виробництва фасованої питної води в Україні. Екологічний вісник. К., 2011. № 4. – С. 18-19.
9. Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко Н.Ф. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Диоксид хлора. Одеса: ТЭС, 2012. Том 2. – 650 с.
10. Зорина О.В. Імплементация в Україні Директиви 98/83/ЕС про якість води, призначеної для споживання людиною. Гігієна населених місць. – № 63. – 2014. – С. 85-93.
11. Гончарук В.В., Чернявская А.П., Жукинский В.Н. и др. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды. К.: Наукова думка, 2005. – 400 с.
12. Зорина О.В. Гігієнічна оцінка результатів моніторингу хлорованої водопровідної та доочищеної питної води на вміст ХОС в Україні // Гігієна населених місць. – 2013. Вип. 62. – С. 86-91.
13. Прокопов В.О., Липовецька О.Б. Оцінка якості питної води з підземних вододжерел України з погляду впливу на стан здоров'я населення // Науковий вісник НМУ. К., 2012. Вип. 4. – С. 122-126.
14. Прокопов В.О., Липовецька О.Б., Антомонов М.Ю. Вплив мінерального складу питної води на хвороби системи кровообігу // Довкілля та здоров'я. 2016. – № 1. – С. 54-58.
15. Ворохта Ю. М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: автореф. дис. ... кандидата мед. наук: 14.02.01 «гігієна». Київ, 2007. – 23 с.
16. Борзунова Е.А., Кузьмин С.В., Акрамов Р.Л., Киямова Е.Л. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария. 2007. – № 3. – С. 32-34.
17. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes / The new England Journal of Medicine, 2014;371:624-634; Salt in Health and Disease – A Delicate Balance / The new England JOURNAL OF Medicine, 2013, 368:1229 – 1237.

МЕТОД БІОІНДИКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Петрук Р.В., Костюк В.В., Трач І.А.

Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе 95, 21021, м. Вінниця
kostyukv88@gmail.com

Висвітлено методологічні основи визначення функціонального здоров'я населення шляхом біогальванізації активних точок та запропоновано способи використання одержаної інформації для побудови еколого-медичних карт місцевості забрудненої різними екополлютантами. *Ключові слова:* біогальванізація, функціональне здоров'я, еколого-медичне районування, екологічна безпека.

Метод биондикации экологически загрязненных территорий. Петрук Р.В., Костюк В.В., Трач И.А. Изложены методологические основы определения функционального здоровья населения путем биогальванизации активных точек и предложены способы использования полученной информации для построения эколого-медицинских карт местности загрязненной различными екополлютантами. *Ключевые слова:* Биогальванизация, функциональное здоровье, эколого-медицинское районирование, экологическая безопасность.

The method of biological indication of pollute dareas. Petruk R., Kostyuk V., Trach I. The methodological bases for determining the functional health of the population by means of biogalvanization of active points are described, and ways of using the received information for the construction of ecological medical maps of the area contaminated by different ecopolytutans are proposed. *Keywords:* biohalvanization, functional health, environmental-medical zoning, ecological safety.

Існує низка методів біоіндикації територій. Біоіндикація передбачає оцінку стану середовища за допомогою живих об'єктів. Живими об'єктами зазвичай виступають клітини, організми, популяції, спільноти. За їхньої допомоги можна проводити оцінку як абіотичних факторів (температура, вологість, кислотність, солоність, вміст поллютантів тощо), так і біотичних (життєва здатність організмів, їх популяцій і угруповань). Термін «біоіндикація» частіше використовують в європейській науковій літературі, а в американській його зазвичай заміняють аналогічною за змістом назвою «екотоксикологія»[1].

Біоіндикація базується на спостереженні за складом та чисельністю видів-індикаторів.

Метод біоіндикації заснований на вибірковому біологічному накопиченні речовин з навколишнього середовища організмами рослин і тварин. Найбільш небезпечними для біотичних спільнот є антропогенні забруднення ґрунту та водою важкими металами, радіонуклідами, деякими хлорорганічними похідними, оскільки накопичення цих речовин у живих організмах (як усім організмом, так і його окремими частинами) порушує нормальний метаболізм, впливає на біохімічні, цитологічні і фізіологічні процеси та загалом

погіршує стан і відтворюваність популяції [2].

Відомо багато способів дослідження людського організму та виявлення певних впливів довкілля на нього. Більшість методів є непрямими, а опосередкованими. Наприклад, дослідження концентрацій хімічних речовин та доз фізичних впливів у середовищі існування людини. Самі граничні концентрації, рівні дози (ГДК, ГДД, ГДР), зазвичай, розраховуються за допомогою летальних доз (ЛД) впливів певних факторів на піддослідні організми [3]: щури, миші, кури, кролики тощо. Зазвичай, граничні впливи напряму на людський організм не розраховуються, а тому і розкривають об'єктивно вплив факторів середовища на людину [4].

Найбільш якісно і точно виявити впливи довкілля можна лише наляму на людину, проте це неможливо з використанням «концепції ГДК». Для ґрунтового дослідження впливу забрудненого і порушеного довкілля на людину варто проводити детальне дослідження всіх можливих параметрів здоров'я людини: біохімічне дослідження крові, зміни тиску, температури, генетичних впливів, загальне самопочуття людини та ін.

Загалом виявлення кореляції між різними (всіма) видами впливу на довкілля та порушеннями здоров'я людини на певній території є вкрай складною, хоча й є актуальною задачею.

Запропонований нами метод надає можливість використовувати для аналізу впливу екологічної порушеності територій на людський організм. В якості об'єкта дослідження пропонується використовувати дитяче населення. Здоров'я дитячого населення певної території більш об'єк-

тивно відображає екологічну порушеність території, оскільки діти не зловживають шкідливими звичками, не мають професійних хвороб, харчуються, зазвичай, більш якісною їжею, що дозволяє отримувати більш точну інформацію безпосередньо про екологічні впливи на здоров'я населення.

Отже, дослідження функціонального здоров'я дитячого населення з подальшим аналізом медико-екологічних впливів довкілля є вкрай актуальним завданням.

Суть методу біодіагностики і біоіндикації територій за допомогою аналізу функціонального здоров'я населення

Основним предметом дослідження методу еколого-медичного районування є комплексний стан вегетативної нервової системи (ВНС) дитячого організму і аналіз процесів, що на нього впливають.

Показники вегетативної (автономна) нервової система регулюють всі внутрішні процеси організму: функції внутрішніх органів і систем, залоз, кровоносних і лімфатичних судин, гладкої і частково поперечно смугастої мускулатури, органів чуття. Вони забезпечують гомеостаз організму, тобто відносну динамічну постійність внутрішнього середовища і стійкість його основних фізіологічних функцій (кровообіг, дихання, травлення, терморегуляція, обмін речовин, виділення, розмноження та ін.) Крім того, вегетативна нервова система виконує адаптаційно трофічну функцію – регуляцію обміну речовин стосовно до умов зовнішнього середовища [5].

Є ряд методів дослідження окремих показників стану вегетативної нервової системи, зокрема, метод клінортоста-

тичної проби та кардіоінтервалографії, дермографії, метод очно-серцевого рефлексу, гальванічного рефлексу та ін. Усі вони зводяться до процедур або дій, що дозволяють характеризувати тонус симпатичної і парасимпатичної іннервації конкретного органу чи системи і, відповідно, активність симпатичної і парасимпатичної складових вегетативної нервової системи.

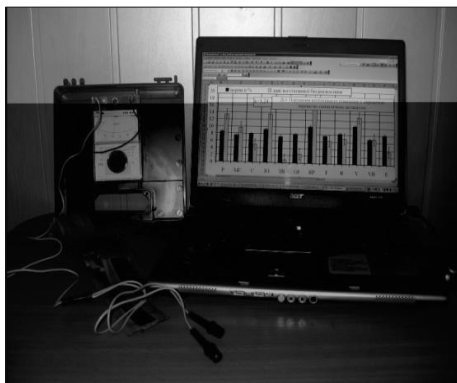


Рис. 1. Комп'ютеризована система Вітатест-24

Для досліджень використано метод біогальванізації активних точок з комп'ютеризованої системи Вітатест-24, що дозволяє реєструвати зміни активності ділянок вегетативної нервової системи і одержувати систематизовані дані, які підлягають подальшому комплексному аналізу. Особливістю цього методу і приладу є можливість реєструвати дані активності точок ВНС органів та систем організму, зокрема, легені (Р), товстий (GI) та тонкий кишковик (IG), шлунок (Е), селезінка і підшлункова залоза (RP), серце (С), нирки (R), сечовий міхур (V), печінка (F) та окремо стан лімфатичної системи (TR). Використовувані символи відповідають французькій системі позначення активних точок. Існує аль-

тернативна міжнародна система активних точок, проте форма позначення не впливає на суть і зміст активних точок. Одержані дані порівнюються з нормою і робиться висновок про ступінь відхилення від неї і рівень порушеності функціонального здоров'я [6].

Метод біодіагностики та прилади для його здійснення офіційно дозволені МОЗ України «Нова медична техніка і нові методи діагностики» (проток. № 5 від 25.12.91 р.; № 1.08-01 від 11.01.94 р.) та Вченою радою МОЗ України (проток. № 1.08-01 від 11.01.94 р.).

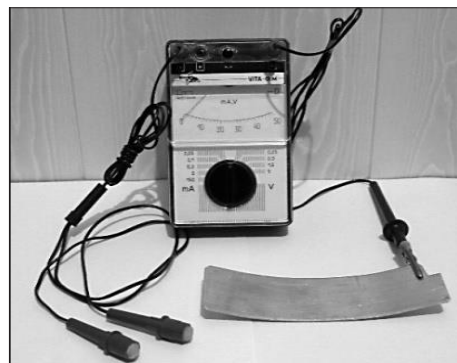


Рис. 2. Комплекс «ВІТА-01-М»

Особливості приладу ВІТА 01 М:

1. для функціонування приладу не використовуються зовнішні джерела енергії;
2. напруга в замкнутому колі не перевищує рівнів мембранних потенціалів (0,03 – 0,6 В);
3. завдяки компактності та ергономічності приладу його можна використовувати як для стаціонарних, так і для експедиційних досліджень.

Безпосередньо проведення експерименту проходить по етапах [7]:

1. підготовка приладу ВІТА-01-М для біодіагностики функціонально-енергетичної рівноваги організму;

2. локалізація репрезентативних біологічно активних зон (БАЗ), що частково представлені в таблиці 1;

3. підготовка діагностичних електродів ДЕ та АЕ: базовий електрод акцептор електронів (АЕ) – випукла пластинка з спеціального сплаву, попередньо покрита окисною плівкою (5 x 7 см); діагностичні електроди (ДЕ – донори електронів) у вигляді посрібленої пари, які розташовані в ебонітових чашках діаметром 1 см і обгорнуті поролоновими прокладками;

4. фіксація спеціальним паском через вологу прокладку (змочену

теплою водою або фізіологічним розчином) АЕ в пупковій області (центральна мезогастральна ділянка (0-зона) з натягом середньої щільності для створення стабільних умов обстеження. Останні звожуються за допомогою теплої води. В процесі тестування електроди ДЕ під прямим кутом з незначним тиском (на рівні дотику), одночасно контактують з кожною парою симетричних БАЗ на протязом 1-4 секунд до одержання стабільних показників. Через кожні три контакти з БАЗ електроди повторно змочуються в заздалегідь приготовленому розчині.

Таблиця 1

Репрезентативні активні зони, що використовуються для проведення вегетативної діагностики [8]

Активні зони	Топографія репрезентативних БАЗ
Н-1 (Р-9) Легені	На поперековій шкірній складці променево-зап'ясткового суглобу з променевої сторони променевої артерії
Н-2 (МС-7) Перикард	По середині поперекової складки променево-зап'ясткового суглобу, між сухожилками м'язів
Н-3 (С-7) Серце	В западині між горохоподібною та ліктьовою кістками на поперековій складці променево-зап'ясткового суглобу
Н-4 (ІГ-4) Тонкий кишковик	На внутрішньому (ліктьовому) краю кисті в проміжку між основою V п'ясткової кістки і кістками зап'ястка
Н-5 (TR-4) Три обігрівачі	На задній поверхні променево-зап'ясткового суглоба в западині між сухожиллям розгиначів пальців і V пальця
Н-6 (GI-5) Товстий кишковик	На променевому краю зап'ястка, між сухожиллями розгиначів великого пальця
F-1 (RP-3) Селезінка - ПШЗ	На медіальній стороні ступні, в западині позаду і знизу від головки I плесняка
F-2 (F-3) Печінка	На задній поверхні ступні, в самому вузькому місці між I та II плесняками
F-3 (R-3) Нирки	В западині посеред відстані між п'ятковим (Ахілловим) сухожиллям і медіальною маломілковою колодочкою
F-4 (V-65) Сечовий міхур	На латеральному боці ступні, в западині позаду і знизу від головки V плесняка
F-5 (VB-40) Жовчний міхур	Збоку і знизу латеральної сторони маломілкової колодочки, в западині зовнішнього боку сухожилля довгого розгинача пальців
F-6 (E-42) Шлунок	На самій високій частині спинки ступні, між суглобами II і III клинчастих кісток та II-III плесняків

Наведені в таблиці 1 дані розкривають лише 12 основних точок важливих для дослідження основних груп органів людини, хоча повний перелік точок містить понад 200 активних зон.

З одержаного масиву даних про стан функціонального здоров'я дитячого населення певної території та усередненої інформації про відхилення вегетативної нервової системи можна проводити аналіз можливих екологічних проблем території і її ступінь екологічної порушеності.

Для визначення нормальних значень вегетативних станів та відхилень від норми використано дані статистичних спостережень 14304 дітей різних статевих вікових груп. Аналізу підлягали не абсолютні значення показників, а відносне співвідношення сумарної симпатичної і парасимпатичної активності ВНС.

У таблиці 2 наведено основні діагностичні нормативи функціонального стану окремих систем [9].

Таблиця 2

Діагностичні нормативи функціонального стану систем

ФЕС	М, мкА	min, мкА	max, мкА	ФЕС	М, мкА	min, мкА	max, мкА
P	10.1	7.3	12.9	V	9.3	5.9	12.7
GI	7.8	5.3	10.2	R	7.6	5.5	9.7
E	7.7	5.0	10.3	MC	8.6	6.3	10.9
RP	9.5	6.1	13.1	TR	7.4	4.4	10.6
C	9.3	5.4	13.1	VB	6.2	3.7	8.6
IG	9.0	7.0	11.0	F	7.5	4.8	10.2

Масив експериментальних даних порівнюється з нормативами функціонального стану, після чого вираховується нормативний показник вегетативного гомеостазу за величини k (зона ФК – зона функціональної компенсації).

Ідеальними є значення, що відповідають зоні рівноваги, відхилення в зону парасимпатичної активності чи симпатичної активності свідчить про відхилення функціонального здоров'я.

Для визначення чисельного значення відхилення використовується коефіцієнт відхилення (k). За формулою (1):

$$k = \sum X(CA) / \sum X(PCA), \quad (1)$$

де $\sum X(CA)$ – сума діагностичних показників, що мають значення вищі

за М, $\sum X(PCA)$ – сума діагностичних показників, що мають значення нижчі за М; М – діагностичний норматив для конкретної активної зони, мкА; X – виміряне значення активності конкретної активної зони, мкА.

Відповідно, при значеннях коефіцієнта відхилення від норми понад одиниці буде спостерігатися симпатична активність і при значеннях менше одиниці – парасимпатична активність (табл. 3).

По індивідуальних показниках відхилення вегетативного гомеостазу судити про екологічну ситуації в регіоні не можна. Проте, по групових показниках (які одержані по великій кількості осіб) можна робити висновки щодо рівня екологічної

Таблиця 3

Нормативні показники вегетативного гомеостазу по величині k

Парасимпатична Активність (ПСА)		Вегетативний гомеостаз			Симпатична активність (СА)	
		Зона ФК ПСА	Зона рівноваги	Зона ФК СА		
значна	виражена				виражена	значна
0,75 і <	0,76- 0,86	0,87-0,94	0,95-1,05	1,06-1,13	1,14-1,25	1,26 і >

Примітка: зона ФК - зона функціональної компенсації

порушеності територій. Для цього варто використовувати таблицю 4. Для визначення враховується сумар-

ний відсоток порушень гомеостазу у досліджуваних дітей конкретно взятої території.

Таблиця 4

Залежність функціонально екологічної порушеності території від стану усереднених відхилень вегетативної нервової системи

Оцінка напруги функціонально-екологічної ситуації регіону	Кількість порушень вегетативного гомеостазу у дітей (в %):		
	В зоні ПА	В зоні ВР	В зоні СА
Зона відносної функціонально-екологічної безпеки	15	70	15
Зона підвищеної функціонально-екологічної уваги	25	50	25
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної напруги	30	50	20
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної катастрофи	45	40	15
Зона функціонально-екологічної катастрофи	65	25	10

Примітка: ПА – парасимпатична активність; ВР – вегетативна рівновага; СА – симпатична активність

Фактично вид комплексного відхилення функціонального здоров'я (симпатичний чи парасимпатичний) не має значення. Для оцінювання порушеності території особливе значення має відносна кількість порушення вегетативного гомеостазу, що визначається у відсотках.

Використання одержаних даних для побудови карт забруднення і подальшого аналізу

Для ефективного використання і аналізу даних функціонального

здоров'я населення певної території варто використовувати географічну прив'язку кожного випадку дослідження.

Важко заперечити той факт, що переважна більшість інформації по захворюваннях має географічний аспект і тому її можна просторово аналізувати і наочно представляти у вигляді карт, схем, діаграм, графіків та малюнків. Для ефективного аналізу і візуалізації просторової інформації існують потужні засоби – географічні інформаційні системи (ГІС), які не

лише дозволяють створювати електронні карти на основі високовмісних баз даних, але за допомогою різнопланового аналізу наявної просторової інформації вирішувати проблеми різної складності.

У Вінниці з 2001 року функціонує геоінформаційна система органів місцевого самоврядування міста Вінниці на базі ПЗ ГІС «Карта 2000» [10-12].

Сьогодні у складі МГІС Вінниці розгорнуть ГІС Сервер 2011. Основний продукт – ГВС «Карта 2011», що базується на ГІС пакеті «Панорама», дозволяє візуалізувати одержану інформацію для подальшого аналізу. Ці карти можна використовувати для нанесення даних з визначення функціонального здоров'я і побудови карт комплексного забруднення довкілля.

Метод картографування можна використовувати для глибокого аналізу різних параметрів довкілля, які можуть включати також стан лісових насаджень, мисливської теріофауни та ін.

Висновки

Наведений метод є унікальним і дозволяє провести екологічний аналіз території за допомогою цільової групи організмів – людини.

Метод дослідження є неінвазивний і мало затратний, що дозволяє проводити обстеження різних віково-статевих груп і отримувати дані з мінімальною статистичною похибкою.

Наведений метод не враховує такі суб'єктивні для різних людей показники як ГДК, ГДД, а тому оцінює вплив довкілля на кожного піддослідного об'єктивно за його можливостями протистояти антропогенним впливам.

Наведений метод є вкрай перспективним у біоіндикації територій забруднених радіонуклідами, хімічними засобами захисту рослин, територій з забрудненими об'єктами гідросфери і атмосфери, дозволяє оцінювати сумарні впливи всіх негативних факторів довкілля на здоров'я людини.

Література

1. Клименко М. О. Моніторинг довкілля / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. – К.: Академія, 2006. – 360 с.
2. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
3. Edell DJ. 1986. A peripheral nerve information transducer for amputees: Long-term multichannel recordings from rabbit peripheral nerves. IEEE Trans Biomed Eng 33:203
4. Нагайчук В. В. Вплив біогальванізації на культуру *E. Coli* та гемолітичного стафілококу / В. В. Нагайчук // Вісник морфології. – 2010. – № 16(3). – С. 716-720.
5. Енциклопедія анатомії людини. – К., 2000.
6. Scott, Bryan O., "The principles and practice of electrotherapy and actinotherapy". Springfield, Ill., C.C. Thomas, c1959. 314 p.
7. Макац В.Г. Оцінка функціонального здоров'я і вегетативних порушень у дітей зони радіаційного контролю України при їх оздоровленні в умовах питного курорту Моршин (методичні рекомендації) // Вінниця – Баня Лісовицька, 2003, 55 с.
8. Судаков К.В. Функциональные системы организма. / К.В. Судаков. – М., Медицина 1987.
9. Макац В.Г. Биогальванизация в физио- и рефлексотерапии (экспериментально-клинические исследования) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Пятигорск. 1992. 47с.
10. Нова екологія: [Електронний ресурс]: – Геоінформаційні системи в екології – Режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voecos-2374-1.html>.

11. КБ «Панорама: [Електронний ресурс]: – Создание геоинформационной системы органов местного самоуправления города Винница– Режим доступа: <http://www.gisinfo.ru/projects/53.htm> (дата звернення: 12.12.2015).
12. С.М. Крижановський. Метод автоматизації розрахунку та візуалізації індексу загального забруднення міста / С.М. Крижановський, І.В. Давидова / Вісник ЖДТУ. 2013. № 4 (67)

DRINKING WATER SAFETY – ONE OF THE MAIN COMPONENTS OF ECOLOGICAL SAFETY OF THE POPULATION OF UKRAINE

Turovska H., Bogdanenko A., Turovska A.

National University of Water and Environmental Engineering
11 Soborna str., 33028, Rivne
nonna_yan@ukr.net

It is considered highly effective, cost-effective natural method of water purification. The results of the research and the advantages of the proposed water treatment technology, which is characterized by flexibility and high efficiency with respect to different types of pollution and can be used for decolouration and lightening the reagentless water for drinking purposes. Summarizes the scientific approaches to the analysis of contemporary problems of water supply and indicated measures to address them. *Keywords:* effective water supply, safety, quality of drinking water, water purification, bio-explanatory filter.

Безпека питного водопостачання – одна з головних складових екологічної безпеки населення України. Туровська Г.І., Богданенко О.В., Туровська А.О. Розглянуто високоефективний, економічно вигідний метод очищення природної води. Наведено результати досліджень та переваги запропонованої технології водоочищення, яка характеризується універсальністю та високою ефективністю відносно різних видів забруднень і може застосовуватися для безреагентного знебарвлення та прояснення води для питних цілей. Узагальнено наукові підходи до аналізу сучасних проблем водопостачання. *Ключові слова:* ефективне водозабезпечення, безпека, якість питної води, водоочищення, біопрояснювальний фільтр.

Безопасность питьевого водоснабжения – одна из главных составляющих экологической безопасности населения Украины. Туровская Г.И., Богданенко А.В., Туровская А.О. Рассмотрено высокоэффективный, экономически выгодный метод очистки природной воды. Приведены результаты исследований и преимущества предлагаемой технологии водоочистки, которая характеризуется универсальностью и высокой эффективностью в отношении различных видов загрязнений и может применяться для безреагентного обесцвечивания и осветления воды для питьевых целей. Обобщены научные подходы к анализу современных проблем водоснабжения и указаны меры по их решению. *Ключевые слова:* эффективное водоснабжение, безопасность, качество питьевой воды, водоочистка, биопроясняющий фильтр.

A significant share among the problems of mankind is occupied by ecological ones. Because of their global nature in the last quarter of the 20th century, they are now widespread almost everywhere, in particular, relevant for Ukraine. In connection with the deteri-

oration of the ecological situation, the main problems of ecology are the conditions for providing the population with water, its quality and the possibilities for improvement. Until recently, these problems were not so acute due to the relative purity of natural water supply sources

and their sufficient quantity. But in the last decades the situation has changed. The increase in risk and the reduction in safety for water supply systems are due, first, to a sharp deterioration in the quality of natural waters due to microbial, chemical and radioactive contamination, and, secondly, by a significant decrease in water supplies.

Also urgent is the issue of the protective function of the existing technology of potable water purification in relation to pathogenic viruses and bacteria. The urgency of this issue is due, first of all, to the high incidence of viral hepatitis A in Ukraine, the waterway of which is the trigger mechanism of the epidemic process. This makes effective water supply of the population a leading problem of modern hygiene. The urgency of this provision is also established at the international level, therefore the task of "ensuring the safety of drinking water and sanitation" has been attributed by the World Health Organization to important problems that require immediate resolution in the coming years, and determines the relevance and importance of research in this area.

Formulation of the problem

The paradigm of "greening" water policy, especially in the field of drinking water supply, which is approved in Western Europe, is also crucial for Ukraine. The right of citizens of Ukraine to the ecologically clean natural habitat and the satisfaction of physiological and domestic needs in water is enshrined in Ukrainian legislation [1, 2]. In this regard, the safety of drinking water supply has become one of the main components of the overall environmental safety of the population of Ukraine. At the same time, the norma-

tive provision of centralized water supply, aimed at meeting the high requirements for water quality, should cover not only technical and economic, but also environmental factors.

By current standards [3-5] drinking water must be safe epidemiologically and radiation, harmless chemical composition and have favorable organoleptic properties. At the same time, the content of impurities in water, as well as microbiological indicators should not exceed the standards established by regulatory documents. This is very important, because the constant consumption of inferior water shortens the life of a person for 5-10 years and contributes to the development of many severe chronic diseases.

Consequently, in conditions of sharp deterioration of the condition of drinking water supply sources, the drinking water and water of reservoirs play a leading role in the spread of many bacterial and viral infections. Therefore, the development of highly effective, economically profitable methods of purifying natural water is the most urgent task of hygienic science and technology of water purification.

The realities of the development of modern water supply in Ukraine make it necessary to improve existing scientific approaches to this issue. Taking this into account, it is advisable to develop and use new filtering materials, as well as new "alternative" methods and methods of preparing drinking water as the most economically viable and environmentally appropriate.

Results of the study

The problem of drinking water supply to the country's population is given considerable attention. A large number

of experimental and epidemiological studies indicate undoubtedly the negative impact of water pollutants on the health of the population [6-8]. Great contribution to the solution of the water supply problem at the state level was made by A.V. Yatsyk, A.M. Tugai, V.I. Melnik, A.K. Zapolsky and other scientists. The issue of providing drinking water to individual regions was investigated by: M. A. Safonov, Orlov V.A., A.F. Kiselev, V.D. Rud, N.V. Yanko and others.

However, many aspects of this problem still require further research and practical application. In particular, the issues related to providing the population with quality drinking water have not been sufficiently solved, which determined the relevance of the study.

The purpose of the work is to increase the degree of purification of natural waters, it is one of the promising directions of intensification of the processes of improving the quality of natural waters in conditions when the sources have suffered great anthropogenic impact and generalization of scientific approaches to the analysis of modern water supply problems and the formation of measures for their solution.

The method of immobilized organisms on "inert" carriers refers to promising methods of intensifying surface water purification processes without significant capital expenditures. The main advantages of this method in comparison with physical and chemical are, first of all, ecological purity and reduction of energy costs, a significant reduction in the number of maintenance personnel and ease of maintenance. This method is characterized by universality and high efficiency in relation to various types of pollution.

An assessment of the current scientific and technical level of the surface water purification field on clarifying filters and the use of natural biocenoses immobilized on media with a developed surface confirmed the feasibility of creating and investigating water purification bio-clarifier filters for which Ukrainian patents have been issued.

Due to the microorganisms being fixed to the carrier in water and the presence of bacteria of various destructive activity and sensitivity in the biocenosis of bacteria, stable water purification is provided, with significant changes in the composition of the contaminants in it. Fixed microorganisms carry out a variety of microbiological transformations of organic substances.

The results of the conducted studies made it possible to reveal some features of the process of biological purification of natural waters. A significant effect of water purification according to Permanganate oxidation (32.85 ... 50.12%) is established, which indicates a sufficiently high level of extraction of organic substances. Approximately the same degree of pollution reduction can be achieved with the use of coagulation treatment of water. However, biological treatment removes a significant portion of ammonium compounds, nitrites and nitrates, and is not achieved with coagulation. A sufficiently high effect of removal of ammonium nitrogen (92.23 ... 96.77%) indicates that the nitrification process is taking place, and this confirms the high degree of extraction of oxidizing organic substances. Determination of biochemical consumption of purified water oxygen showed that its value did not exceed 2.5 mg O₂ / dm³. So, in the purified water there are only important difficult oxidizing organic matter in acceptable concentrations.

When filtering the water, it is noted that the quantitative content of bacteria decreases sharply, that is, the biogeneity of water decreases. It is this method of extracting bacterial cells from water that has great advantages in comparison with chemical methods of water sterilization (chlorination). A considerable number of ions of multivalent metals with a high adhesion-coagulating potential was also found in the carrier zone.

Thus, the use of the proposed purification technology, unlike traditional, significantly increases the efficiency and reliability of water treatment of surface waters with significant economic effect.

Of course, the problem of providing the population with quality drinking water in sufficient quantities is complex. According to the strategy of optimization of drinking water safety management should be based on the following tasks:

- ensuring the sanitary-epidemiological safety of water;
- ecological and hygienic justification for new solutions aimed at ensuring safety and harmlessness of water at the stages of its processing and delivery to the consumer;
- monitoring the effectiveness of the measures taken to assess their impact on the morbidity caused by the “water factor”.

Real optimization of water quality is possible only if these tasks are carried out in a complex manner, and they provide for the implementation of the concept of “risk management” in the production of drinking water and the plan for ensuring the safety of drinking water [1; 9].

Conclusions

The safety of drinking water is an important place. The lack of reliable methods for the specific prevention of many viral and bacterial infections transmitted by water entails the hygiene of water and water supply, sanitary protection of reservoirs and water treatment technology, the need to develop highly effective, cost-effective methods for purifying natural water.

In analyzing the production of potable water and assessing the effectiveness of innovations in water supply, the foundation should be the “concept of risks”, and for optimization of water supply – the possibility of real and legally developing domestic approaches; to improve modern equipment, which is responsible for the quality control of drinking water; apply the experience of other states in the creation and use of new filter materials, as well as new “alternative” methods and methods of preparing drinking water.

References

1. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 27. – Ст. 218.
2. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 16. – Ст. 112.
3. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 35 с.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води, призначеної для споживання людиною. Затв. МОЗ України від 12.05.2010 р., № 400. – К. – 49 с.
5. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролю якості. – К. Мінекономрозвитку України. – 25 с.

6. Ахматов М. Вода, которую мы пьем. – М.: ЭКСМО, 2006. – 192 с.
7. Шестопапов В.М. Безпечність питної води в Європейському і Українському водному законодавстві / В.М. Шестопапов, М.В. Набоко, С.А. Омельчук, Л.П. Почкайлова // Довкілля та здоров'я. – 2008. – № 4 (47). – С. 18-25.
8. Оценка качества воды Днепра и Десны в местах крупных питьевых водозаборов / И.С. Езловецкая, И.Н. Лавренчук // Вода і водоочисні технології. – 2014. – № 1 (14). – С. 19-27.
9. Water Safety Plan. – Geneva: WHO, 2002; 2004. Guidelines for Drinking-water Quality. / The 3rd ed. – Geneva: WHO, 2004.

ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ

УДК 504.658:361

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ НЕУПЕРЕДЖЕНОСТІ ОРГАНУ СЕРТИФІКАЦІЇ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Горшков Л.І., Яковенко Л.О.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
dei2005@ukr.net

Досліджено послідовність дій під час визначення, аналізування, оцінювання, моніторингу та документування ризиків щодо конфлікту інтересів, які виникають під час виконання процесу сертифікації. Послідовність процесу оцінювання ризиків розглянуто на прикладі оцінювання ризиків органу сертифікації систем управління. Запропоновано процес оцінювання ризиків з урахуванням вимог міжнародних стандартів серії ISO 31000 та ДСТУ EN ISO/IEC 17021-1:2015. *Ключові слова:* ризики, небезпеки, імовірність, невизначеність, орган сертифікації.

Оценка рисков беспристрастности органа сертификации систем управления. Горшков Л.И., Яковенко Л. О. Исследована последовательность действий во время определения, анализа, оценки, мониторинга и документирования рисков по конфликту интересов, которые возникают во время выполнения процесса сертификации. Последовательность процесса оценки рисков рассмотрена на примере оценки рисков органа сертификации систем управления. Предложено процесс оценки рисков с учетом требований международных стандартов серии ISO 31000 и ДСТУ EN ISO / IEC 17021-1: 2015. *Ключевые слова:* риски, опасности, вероятность, неопределенность, орган сертификации.

Evaluation of the risks of impartiality of the certification body of management systems. Gorshkov L., Yakovenko L. The sequence of actions during the determination, analysis, evaluation, monitoring and documenting risks of conflict of interests that arise during the process of certification process was investigated. The sequence of the risk assessment process is considered in the example of the risk assessment of the certification body of management systems. The risk assessment process is proposed taking into account the requirements of the international standards ISO 31000 and DSTU EN ISO / IEC 17021-1: 2015. *Keywords:* risks, hazards, probability, uncertainty, certification body.

Діяльність органів сертифікації систем управління (далі – ОС) в сучасних умовах передбачає необхідність постійного розвитку, змін та ново-

введень, що неможливе без ризику. Насамперед, це ризики, що можуть призвести до упередженості процесів аудиту, сертифікації та їх результатів.

Для надання компетентної, послідовної сертифікації, яка заслуговує на довіру, ОС має бути неупередженим. Важливо розпізнати та зрозуміти загрози неупередженості, що можуть виникнути у процесі діяльності ОС, оцінити ризик, який впливає з конкретної та потенційної загрози, а також запровадити заходи щодо усунення або зменшення таких загроз. Оцінювання ризиків є найбільш ефективним запобіжним заходом, під час якого враховують не тільки інциденти, що сталися у минулому, але й небезпеки (потенціальні ризики), які ще не викликали негативних наслідків.

Термін «ризик» визначають як вплив невизначеності. Під впливом розуміють відхил, позитивний або негативний, від очікуваного. Невизначеність означає стан нестачі (навіть часткової) інформації стосовно розуміння чи знання події, її наслідку чи ймовірності[1]. Ризик часто характеризують посиленням на можливі події та можливі наслідки чи на їх поєднання і подають з погляду на поєднання наслідків події (охоплюючи зміни в обставинах) та ймовірністю її виникнення [2].

Ризик неможливо передбачити чи усунути повністю. Проте його можна досліджувати, визначати його ступінь і природу, оцінювати та аналізувати, обирати ефективні методи управління ним. Відповідно до вимог п. 5.2.3 стандарту [3] ОС повинен оцінити ризики, що пов'язані з його діяльністю, а також визначити заходи з управління ризиками.

Ризики ОС можуть охоплювати, але не обмежуватися такими, що мають відношення до:

- цілей аудиту;
- вибірки, використаної у процесі аудиту;

– реальної та сприйманої неупередженості;

– правових та регуляторних питань, а також питань відповідальності;

– організації-заявника, щодо якої проводять аудит, та середовища, в якому зазначена організація провадить діяльність;

– впливу аудиту на заявника та його діяльність;

– здоров'я та безпеки членів групи аудиту;

– сприйняття зацікавлених сторін;

– заяв сертифікованого заявника, що вводять в оману;

– використання знаків.

Сучасне розуміння процесу керування ризиком базується на концепції прийнятного ризику, згідно з якою основною метою є одержання максимальної стійкості діяльності ОС шляхом утримання очікуваного рівня ризику в заданих межах. Стійкість передбачає гнучке реагування на всі зовнішні й внутрішні впливи для того, щоб не запобігати новим обставинам, властивостям і відносинам, а кваліфіковано використовувати їх для постійного відновлення та самовдосконалення, тобто, здатність системи пристосовуватися до умов управління, що змінюються.

Виклад основного матеріалу

Процес загального оцінювання ризиків щодо конфлікту інтересів, що виникають під час провадження сертифікації через взаємозв'язки ОС та можуть призвести до загрози неупередженості, охоплює такі етапи:

- визначення;
- аналізування;
- оцінювання потенціальних ризиків, що пов'язані з небезпеками і визначення їх прийнятності;

- документування ризиків;
- моніторинг.

Передусім, для визначення ризиків варто створити з числа персоналу ОС робочу групу з експертів та спеціалістів з екологічного управління, сертифікації та ризиків (далі – Група). Федерація асоціації управління ризиками Європейської (FERMA) рекомендує до процесу ідентифікації ризиків залучати незалежних консультантів. Члени Групи регулярно (щонайменше один раз на рік) мають визначати, аналізувати, оцінювати

можливі ризики щодо конфлікту інтересів, що виникають під час виконання процесу сертифікації. У своїй діяльності вони можуть використовувати настанови стандарту[4].

Результати оцінювання/повторного оцінювання ризиків використовують для прийняття рішень, які можуть впливати на встановлення та досягнення цілей, адекватність і результативність заходів управління операціями, що є джерелами ризиків. Результати рекомендуємо занести до табл. 1.

Таблиця 1

Результати оцінювання ризиків

№ з/п	Ризик	Опис наслідку ризику	Причина (джерело) ризику	Бальна оцінка		
				імовірність	тяжкість	ризик
1	2	3	4	5	6	7

Оцінювання ризиків можна виконувати у послідовності, що наведена на рис. 1.

Свою діяльність Група має розпочинати з етапу збирання інформації, який передбачає постійний моніторинг факторів зовнішнього середовища та умов діяльності ОС. На цьому етапі здійснюють збирання, оброблення, передавання та аналізування різного роду інформації, що дає можливість оцінити виникнення максимально широкого кола ризиків. Для визначення можливих ризиків члени Групи повинні максимально використовувати усі доступні джерела інформації, зокрема:

- статутні та організаційно-розпорядчі документи ОС;
- нормативно-правові акти та організаційно-розпорядчі документи Мінекономрозвитку України, НААУ, ДП «УкрНДНЦ» тощо;

- Положення про ОС та посадові інструкції персоналу;

- документи системи управління ОС;

- дані, отримані за результатами зворотного зв'язку із заявниками, від персоналу ОС та зацікавлених сторін;

- результати зовнішніх/внутрішніх аудитів;

- інформацію у засобах масової інформації;

- дані за результатами попереднього визначення небезпек і оцінювання ризиків тощо.

Виявлення (ідентифікація) небезпек полягає у визначенні всіх джерел, ситуацій або дій (чи їх поєднання), що притаманні діяльності ОС та несуть потенційну загрозу виникнення конфлікту інтересів.

Джерелами загроз неупередженості ОС можуть бути:

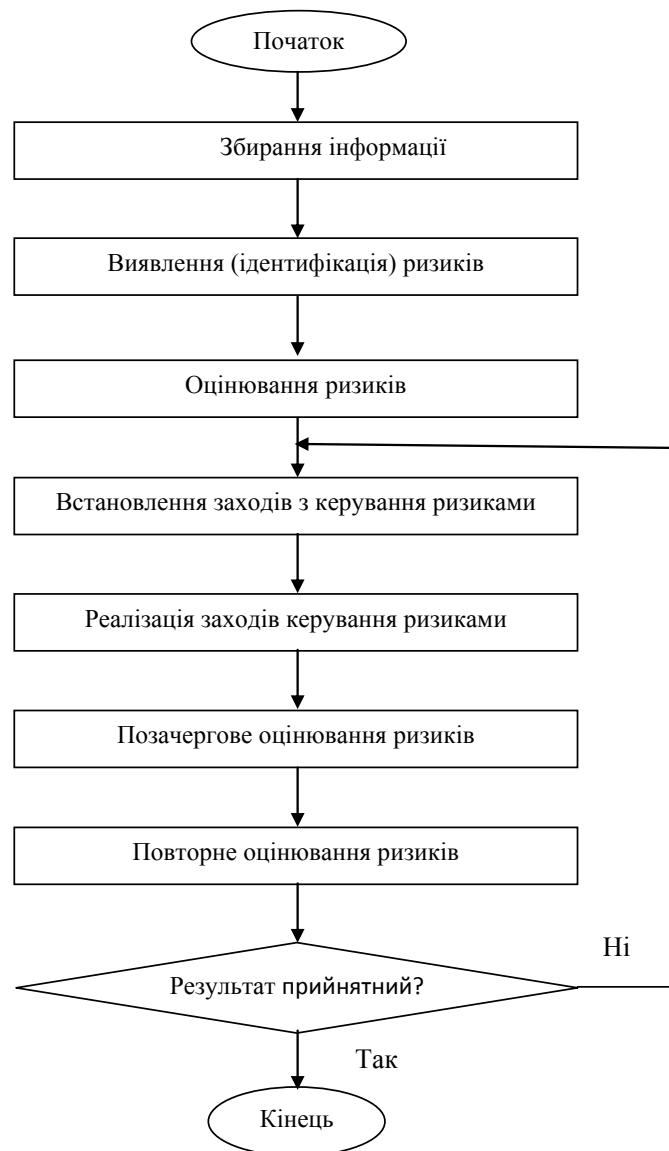


Рис. 1. Схема процесу «Оцінювання ризиків»

- органи влади;
- керівництво;
- права власності;
- персонал;
- розподіл ресурсів;
- фінанси;

- договори та угоди;
- навчання співробітників.

Під час виявлення небезпек потрібно враховувати можливість взаємного зв'язку кількох небезпек разі одночасного їх виникнення.

Результати ідентифікації вносять у колонки 2-4 табл. 1.

Далі Група(на основі виявлених небезпек та їх причин)має оцінити наслідки кожної небезпеки та її імовірність. Існує багато методів оцінювання ризику. У стандарті [4] дана характеристика 31-му методу та описано, в яких ситуаціях їх найкраще застосовувати. Ми пропонуємо ризики ОС оцінювати за допомогою матриці наслідків/імовірностей, що передбачає поєднання якісних або напівкількісних оцінок наслідків та імовірностей для одержання рівня ризику чи його ранжування. Цей метод застосовний, оскільки у ОС можна ідентифікувати багато ризиків і потрібно визначати, які ризики потребують подальшого чи докладнішого аналізування, які необхідно обробляти насамперед, а які з них на даний час не потребують подальшого розглядання. Матричну оцінку також можна застосовувати для визначення прийнятності чи неприйнятності ризику. Перевагою даного методу також є візуалізація представлення даних.

Оцінювання кожного ризику полягає в аналізуванні імовірності його виникнення, можливих наслідків, визначенні величини та прийнятті рішення стосовно прийнятності чи неприйнятності ризику. Процес оцінювання ризику охоплює визначення відповідних зацікавлених сторін та консультування з ними з метою обговорення факторів, що негативно впливають на неупередженість, зокрема, на відкритість та сприйняття громадськістю. Такими сторонами можуть бути заявники ОС, промислові і торгівельні асоціації, урядові регуляторні органи

або інші урядові структури, неурядові організації, в тому числі організації із захисту прав споживачів. Консультування з ними ОС повинен проводити без надання переваг будь-якій стороні.

Головною метою оцінювання ризиків є їх розподіл на прийнятні та неприйнятні. Для неприйнятних ризиків повинні бути розроблені заходи щодо їхнього усунення або переведення до категорії прийнятних.

Вважаємо, що ОС до неприйнятних ризиків ОС потрібно віднести вимоги стандарту [3] щодо заборони:

- проведення сертифікації системи управління іншого органу з сертифікації;
- пропонування або здійснювання консультування щодо систем управління ОС як частиною юридичної особи та будь-якою особою під організаційним контролем ОС;
- пропонування або здійснювання внутрішніх аудитів своїх сертифікованих заявників;
- сертифікування системи екологічного управління (СЕУ) заявника, внутрішні аудити якої ОС здійснював, щонайменше протягом двох років від дати закінчення внутрішніх аудитів;
- сертифікування СЕУ заявника щонайменше протягом двох років після закінчення консультування;
- залучення до здійснення аудитів СЕУ консалтингової організації;
- представлення або пропонування діяльності ОС як такої, що пов'язана з діяльністю організації, яка надає консультування з питань СЕУ;
- заявляння чи натякання, що сертифікація може бути простішою, легшою, швидшою або дешевшою, якщо буде задіяна певна консалтингова організація;

– залучання до аудиту або іншої сертифікаційної діяльності персоналу, зокрема того, який працює на керівних посадах та/або здійснював консультування щодо СЕУ;

– дозволяння комерційному, фінансовому або будь-якому іншому тиску ставити під загрозу неупередженість;

– залучання персоналу, як внутрішнього так і зовнішнього, доки він не зможе продемонструвати відсутність конфлікту інтересів.

Ризик оцінюють як добуток імовірності (колонка 5 табл. 1) та тяжкості наслідків (колонка 6 табл. 1). У колонку 7 табл. 1 заносять бальну оцінку ризику.

Імовірність кожного конкретного ризику визначають відповідно табл. 2, тяжкість наслідків – табл. 3. На підставі даних, одержаних у колонці 7 табл. 1, визначають пріоритетність ризику в залежності від числових критеріїв ризику (табл. 4). Для унаочнення представлення категорій ризику Група може визначити для них певне кольорове маркування, наприклад, зелене, жовте та червоне. Звертаємо увагу, що запропоновані критерії у таблицях 2-4 наведені як приклад застосування матриці наслідків/імовірностей. Конкретні ситуації повинні враховувати різноманітні чинники, що характерні для даного ОС.

Таблиця 2

Критерії для бальної оцінки можливості виникнення потенціальної причини небезпеки

Оцінка імовірності	Опис	Імовірність виникнення	Бал
Дуже низька	Тільки надзвичайна ситуація	Імовірність виникнення протягом року менша 10%	1
Низька	Малоймовірно	Імовірність виникнення протягом року 11- 20%	2
Середня	Іноді виникає в особливих випадках	Імовірність виникнення протягом року 21-50% або виникає мінімум один раз на один рік	3
Висока	Зазвичай виникає в ряді випадків	Імовірність виникнення протягом року 51-80% або виникає мінімум один раз на один квартал	4
Дуже висока	Виникає в більшості випадків	Імовірність виникнення протягом року більше 81% або виникає мінімум один раз на один місяць	5

Рішення щодо рівнів оцінювання ризиків приймає керівник ОС, наприклад, (табл. 4):

– ризики в діапазоні від 1 до 5 – зона низьких ризиків, їх вважають прийнятними, вони не потребують вжиття заходів керування;

– ризики в діапазоні від 6 до 12 – зона середніх ризиків, їх вважають

значними, вони потребують вжиття заходів керування;

– ризики в діапазоні від 15 до 25 – зона високих ризиків, їх вважають неприйнятними, вони потребують обов'язкового вжиття заходів керування.

Члени групи розробляють заходи керування ризиками, що належать

Таблиця 3

Критерії для бальної оцінки тяжкості наслідків

Оцінка тяжкості наслідків	Опис				Бал
	Грошовий еквівалент	Законодавчий/нормативно-правовий аспект	Задоволеність зацікавлених сторін	Репутаційний ефект	
Дуже мала	Невеликі проблеми, величина збитків до 1000 грн	Незначні порушення (адміністративна відповідальність), що підлягають коригуванню	Незначні проблеми за відсутності скарг та апеляцій	Незначний вплив на репутацію (1-2 статті у ЗМІ)	1
Мала	Невеликі проблеми, величина збитків до 5000 грн	Порушення (адміністративна відповідальність), що підлягають коригуванню	Негативна реакція деяких зацікавлених сторін, наявність 1 скарги та 1 апеляції за рік	Втрата репутації, яку можна відновити (3-5 статей у ЗМІ)	2
Середня	Фінансові проблеми, величина збитків до 10000 грн	Порушення (адміністративна відповідальність), що може призвести до призупинення діяльності	Негативна реакція деяких зацікавлених сторін, наявність 1 скарги та 1 апеляції за півроку	Втрата репутації, яку можна відновити	3
Велика	Серйозні фінансові проблеми, величина збитків до 20000 грн	Грубе порушення (адміністративна відповідальність), що може призвести до призупинення діяльності	Дуже негативне відношення, наявність 1 скарги та апеляції за квартал	Втрата репутації, яку складно відновити	4
Дуже велика	Фінансові проблеми, величина збитків більше 20000 грн (максимальна страхова сума)	Загроза подальшому існуванню, втрата атестату акредитації	Дуже негативне відношення, наявність 1 скарги та 1 апеляції за місяць	Непоправна втрата репутації	5

до зон середніх та високих ризиків (пріоритетного керування), для зниження значення ризику або пере-

воду значення в менш небезпечну зону. Визначені заходи можуть охоплювати:

Таблиця 4

Числові критерії для оцінювання ризиків

Тяжкість наслідків, бали	Імовірність виникнення, бали				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

- реалізацію визначених заходів зниження (пом'якшення) ризику;
- оптимальне прийняття рівнів ризиків, що забезпечує відповідність політиці ОС та критеріям ризиків;
- повне уникнення ризиків;
- перенесення ризиків на інші сторони (страхування тощо).

Для демонстрації повноти та завершеності аналізування ризику можна вести перелік виключених на момент даного оцінювання ризиків.

Під час визначення заходів необхідно використовувати всі можливі ресурси ОС (адміністративні, навчальні, технічні тощо). Вибір заходів базується на значенні ризику до і після їх втілення. За наявності кількох варіантів рішення розглядають кожен і приймають той, що дозволить суттєво знизити ризик. Заходи заносять в ієрархічному порядку від найбільшого до найменшого рівня ризику до колонки 4 Плану впровадження заходів керування ризиками (табл. 5).

Таблиця 5

План впровадження заходів керування ризиками

№ з/п	Номер цілі СУ ОС	Опис ризику	Значення ризику до прийняття заходів	План робіт				Ризик після прийняття заходів (залишковий)			Аналіз результативності	
				Найменування заходу	Термін виконання	Відповідальні особи	Запланований об'єм витрат, грн	Імовірність	Тяжкість	Значення	Позитивно K_p	Негативно K_n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Варто зауважити, що керування ризиком не зводиться виключно до дії на джерело ризику з метою зниження рівня. Управляти можна не лише внутрішніми, але й зовнішніми ризиками, наприклад, це може бути ухилення від ризику, страхування ризику тощо.

Для реалізації кожного заходу призначають відповідальну особу, встановлюють терміни та забезпечують ресурсами. У План впровадження можна вносити зміни. У такому випадку їх документують (фіксують версію та дату внесення змін). Визначена особа повинна

проводити моніторинг виконання заходів, а керівник ОС повинен контролювати реалізацію заходів у встановлені терміни.

При виявленні небезпек, що не враховані під час попереднього аналізування, проводять позачергове оцінювання ризиків. Такі небезпеки можуть спричинити:

- зміни у законодавчих та інших нормативно-правових актах;
- суттєві зміни в системі управління (СУ), зокрема, в організаційній структурі ОС;
- аналізування інцидентів, апеляцій та скарг;
- надходження інформації від персоналу ОС про виявлені ними нові або невраховані раніше небезпеки.

Щодо нових ризиків члени Групи оформляють додатковий протокол до основного. Якщо такі ризики підлягають пріоритетному керуванню, то для них розробляють заходи керування.

Повторне оцінювання ризиків проводять за необхідності або не менше ніж раз на рік під час підготування даних для щорічного аналізування з боку керівництва. У випадку, коли заходи щодо зниження ризиків не виявилися результативними (ризик не переведено до категорії «прийнятний»), проводять повторну процедуру встановлення заходів керування.

Результативність процесу виконання заходів керування ризиками оцінюють за коефіцієнтом K_n , де n приймає значення від 1 до 2:

K_1 – кількість оцінених ризиків/загальна кількість ризиків. Прийнятне значення 0,9 – 1,0;

K_2 – кількість ризиків доведених до рівня прийнятних ризиків/загальна

кількість ризиків. Прийнятне значення 0,9 – 1,0.

Процес оцінювання ризику має бути неперервним, тому Група повинна проводити регулярний моніторинг усіх видів ризику та переглядати записи в реєстрі ризиків. Для цього проводять регулярне аналізування кожного ризику та правильність опису і розрахунку, відповідність існуючим небезпекам, наслідкам, оцінці імовірності виникнення, вибраних заходів керування, що спрямовані на зменшення ризику. Діяльність з моніторингу обов'язково перевіряють під час внутрішнього аудиту.

Висновки

Для отримання та підтримки довіри ОС вкрай важливо демонструвати свою неупередженість, зокрема, показати, що його дії з оцінювання ризиків стосовно конфлікту інтересів, який виникає під час провадження сертифікації та може призвести до загрози неупередженості, є достатніми для усунення або мінімізації таких ризиків. Розгляд практичної послідовності виявлення та опису ризиків ОС дозволяє зробити певні висновки. По-перше, розглядання ризиків ОС як добутку імовірності та тяжкості наслідків можливої події дозволяє використовувати матрицю як зручний формат для їх відображення. По-друге, така послідовність виявлення та описування враховує вимоги основних міжнародних стандартів з ризик-менеджменту. По-третє, застосування спеціальної матриці ризик-аналізу суттєво полегшує та візуалізує процес виявлення та оцінювання ризиків. Отже, використання міжнародних стандартів

надає можливість керівникам ОС до небезпечних подій і використання досягти припустимого рівня ризику послідовності оцінки ризиків та за допомогою системного підходу результативно керувати ними.

Література

1. ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування
2. ДСТУ ISO Guide 73:2013 Керування ризиком. Словник термінів
3. ДСТУ EN ISO/IEC 17021-1:2015 Оцінка відповідності. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем менеджменту. Частина 1. Вимоги
4. ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризиків

ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 504.4:528.71:628.35

DEEP PURIFICATION OF WATER IN FILTRATION-REGENERATION BIOPLATO OF HYDROPONIC TYPE

Bondar A.¹, Fylypchuk V.², Kuryliuk N.³, Ayaya Aniyefiok⁴.

¹State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management
35, Metropolitan Vasyl Lipkivsky Str., 03035, Kyiv
dei2005@ukr.net;

²National university of water and environmental engineering
11, Soborna st., 33000, Rivne
elfi@infokom.rv.ua;

³Scientific-Production Enterprise "AKVA-U" Ltd
39, Gagarin Str., 33022, Rivne
atol.rosa@gmail.com;

⁴"AQUA technologies limited liability company" Ltd., Nigeria
angloukr@gmail.com

The comparative analysis of results of researches of efficiency of deep water purification is provided in filtration-regeneration bioplato of hydroponic type and the bioplato of various designs. It is shown that use of an medium drainage for fixed washing with circulating and washing waters of the filtering loading, biofilms, root system of plants and a drainage of the bioplato, and also hydroautomatic purification of circulating and washing waters allows to provide the self-recovered operating mode of a complex of treatment facilities and to reach high quality and stability of water purification. *Keywords:* water treatment, biophytotechnology, higher aquatic plants, bioplato, filtering, self-cleaning filters.

Глибоке очищення води у фільтраційно-регенераційних біоплато гідропонного типу. Бондар О.І., Филипчук В.Л., Курилюк М.С., Айайа Анієфіок. Наведено порівняльний аналіз результатів дослідження ефективності глибокого очищення води у фільтраційно-регенераційних біоплато гідропонного типу та біоплато інших конструкцій. Показано, що застосування середнього дренажу для постійної промивки циркуляційно-промивними водами фільтрувальної засипки, біоплівки, кореневої системи рослин і дренажу біоплато та гідроавтоматичного очищення циркуляційно-промивних воддозволяє забезпечити самовідновлювальний режим роботи комплексу очисних споруд і досягти більш високої якості та стабільності очищення води. *Ключові слова:* очищення води, біофітотехнологія, вищі водні рослини, біоплато, фільтрування, самопромивні фільтри.

Глубокая очистка воды в фильтрационно-регенерационных биоплато гидропонного типа. Бондарь А. И., Филипчук В. Л., Курилюк Н. С., Айайа Анифеиок. Приведен сравнительный анализ результатов исследований эффективности глубокой очистки воды в фильтрационно-регенерационных биоплато гидропонного типа и биоплато различных конструкций. Показано, что использование среднего дренажа для постоянной промывки циркуляцион-

но-промывными водами фильтрующей загрузки, биопленки, корневой системы растений и дренажа биоплато, а также гидроавтоматической очистки циркуляционно-промывных вод позволяет обеспечить самовосстанавливаемый режим работы комплекса очистных сооружений и достичь высокого качества и стабильности очистки воды. *Ключевые слова:* очистка воды, биофитотехнология, высшие водные растения, биоплато, фильтрование, самопромывные фильтры.

Filtration bioplato like facilities for purification and post-purification of household, industrial wastewater, surface runoff become widespread in recent years. Their advantage is that they practically do not require electric power consumption and chemical reagents, significant maintenance and provide high quality water treatment from a wide range of organic and mineral pollutants.

In the bioplato system, complex interrelated aerobic-anaerobic processes occur, which are accompanied by filtration, sorption, absorption and transformation by plants and microorganisms of various compounds and elements. The main mechanism for water purification on bioplato is the activity of hetero and autotrophic organisms. As the highest aquatic vegetation from macrophytes broadleaf cattail, great bulrush, flowering rush, arrowhead, water weed, water lily, calamus root, rootless duckweed, pondweed and others are used.

A positive factor that significantly influences the purification is the formation on the surface of a filtering deposit of the bioplato and the plants root system of biofilm, in which various microorganisms develop in the form of an immobilized bacterial medium and inoculant, through which the organic substances and various toxic compounds are effectively decomposed and removed [1].

Research analysis

Most often in countries with a warm and moderate climate, a bioplato with

the above ground water surface is used. Thus, according to research in the UK, the average percentage reduction in pollutant concentrations in household wastewater is 48% for BOD, 83% for suspended substances, 51% for total nitrogen, 13% for phosphorus, 99% for pathogens. In the United States, the degree of household wastewater purification using the water hyacinth according to BOD5 reaches 97-98%. In China, the efficiency of water purification from silver, suspended substances, phosphorus and nitrogen compounds, respectively, was 100%, 91%, 54% and 93%. Bioplato is used effectively for the treatment of household wastewater and surface runoff in the Netherlands, Japan, Norway, Australia and other countries [2; 3; 4].

However, in regions with a warm climate in the open water of the bioplato, harmful insects, including the larvae of the malarial mosquito can propagate. The presence of above ground water surface also causes the formation of harmful aerosols and unpleasant odors. In the open bioplato, the regulation of mass exchange, gas saturation and aeration of water processes is not ensured, the mineralized sludge and sediment are not removed. This leads to colmatation of drainage systems, filtering backfilling, development of anaerobic processes, causes secondary water pollution and a significant reduction in the efficiency of purification from contaminants.

At the Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences

of Ukraine, open bioplato of various designs for water purification, which showed high efficiency was investigated [5]. Wide research and implementation of such structures is carried out at the Institute of Ecological Problems (Kharkiv) [6]. In the State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management (Kiev), the bioplato with floating filling in the form of special rafts with aquatic plants and algae planted in them has been developed [7]. Closed hydroponic filtration bioplato were proposed by the Scientific and Engineering Center "Potential-4". In them, the water level is lower than the upper level of filling, in which the planted aquatic plants and algae and their root system is constantly washed with water moving vertically from top to bottom or from the bottom up.

At the same time, in such closed hydroponic filtration bioplato there is a gradual colmatation of the root system of aquatic plants and algae, pore space of filtering fill and drainage with bio-film and mineralized sediment, accumulation of sludge in the bottom part of structures, decrease in the flow of oxygen and nutrients to the root system of aquatic plants and algae, which can lead to a decrease in efficiency work of facilities, peptization of sediment and secondary pollution of water.

The purpose of the article is to highlight the results of the development and investigation of the filtration-regenerative bioplato of hydroponic type (FRBHT) in which constant and controlled washing and regeneration in the hydro-automated mode of the filtering backfill, the root system of the aquatic plants and algae (APA) and drainage systems are realized.

Research methodology

Filtration-regenerative bioplato of hydroponic type (FRBHT-1), in which the water level is below the upper level of the filtration filling, was investigated at the municipal wastewater treatment facilities in the town of Kivertsi (Volyn region) and in the city of Kamenka-Buzka (Lviv region).

Bioplato (FRBHT-1), which explored in Kivertsi (see Fig.), consisted of a rectangular ferroconcrete reservoir (1) 13 m wide, 50 m long and 2.6 m deep, in which a two-layer activated biopreparations – inoculum filtering filling was placed (2, 15). The upper layer of the filtering filler (2) consisted of a mixture of granite and basalt gravel fractions of 35-50 mm, the bottom layer (15) from the blown granite-basalt gravel fraction of 10-25 mm. The thickness of all layers of the filtering fillings was 2100 mm, in which the upper filtering granite-basalt layer had 1400 mm.

In the thickness of the filter filling (2 and 15) the upper (6), middle (5) and lower (4) drainages, which were placed evenly across the entire area of the reservoir, were mounted. The upper drainage (6) of the source water distribution was located in the radical system of higher water plants-macrophytes and moisture-loving trees (APA) (8) and connected to the water supply pipeline for purification (1), as well as to the pipeline of circulating and rinsing water and collector (pipeline) clarified washing water of a self-washing foam polystyrene filter. The bottom drainage (4) for collecting and removal the purified water was placed on the bottom of the reservoir at the bottom of the filter filling. The medium drainage (5) for collection and removal of circulating

and rinsing water was placed in a filter filling between the upper and bottom drainages.

As the APA, we used willow of energy species (40-45%), reed (30-35%), broadleaf cattail (15-10%), miscanthus (10-5%), calamus and other higher water volunteers (5%), the root system of which was in the upper part of the filter filling (2) were used.

The self-washed polystyrene foam filter (11) for filtering treatment of circulating and rinsing water was made in the form of a cylindrical steel tank in which the filter filling was made of granules of foamed polystyrene. The filter is equipped with a device (12) for the hydro-automatic cleaning of the filter filling (operated without operators and latches).

FRBHT-1 works as follows. The water for purification is fed by the collector (3) to the upper part of the bioplato (1), distributed over the drainage over its area and filtered from top to bottom through the upper layer of the filter filling (2). Since in FRBHT-1 the water level is below the upper level of the filtration filling, in which the APA are planted, then their root system is constantly washed with water moving vertically from the top to the bottom.

Then the water is filtered through the bottom layer of the filling (15). Purified water (filtrate) is collected by the lower drainage system (4), move out off by the collector (7) into the contact reservoir and then pass into the reservoir or sent to the consumer after additional post-treatment and disinfection.

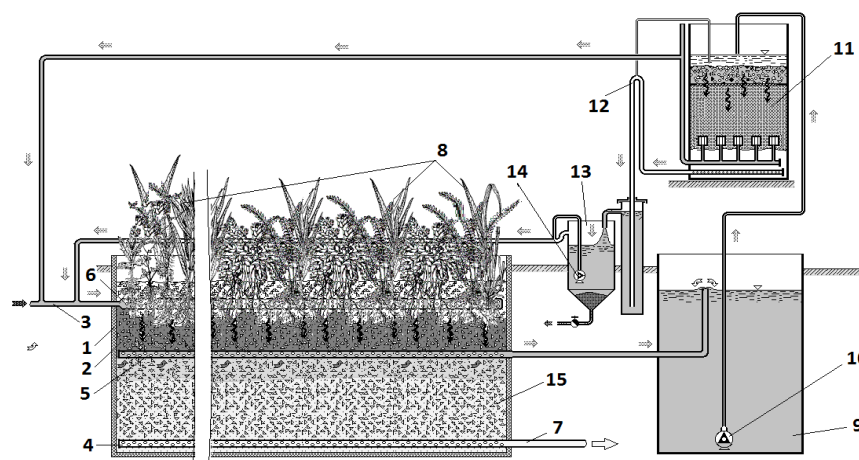


Fig. Principal scheme of FRBHT-1:

1 – body of bioplato, 2 – upper layer of filter filling, 3 – water supply collector for purification, 4 – bottom drainage for draining purified water, 5 – medium drainage for collection and removal of circulating and rinsing waters, 6 – upper drainage of water distribution in the inter-root system of APA, 7 – collector for draining purified water (filtrate), 8 – higher aquatic plants and / or moisture-loving trees (APA), 9 – storage device for circulating and rinsing waters, 10 – pump, 11 – self-washed polystyrene foam filter, 12 – Hydro-automatic filter washing device, 13 – tank-developer of filter rinsate, 14 – pump of developer rinsate, 15 – bottom layer of filter filling

Since during the filtration of water the active sludge film, suspended mineral and organic impurities accumulate in the filter filling, a part of the filtered water is continuously removed from the lower zone of the root system of the APA by an medium drainage (5) into the storage device (9) and then periodically or continuously by a pump 10) is supplied for post-treatment from a slurry for a self-washing polystyrene filter (11). As a result, intensive mass transfer takes place in the root-filtering filling and washing of the inter-root space of the APA (8). Purified circulating and rinsing water is returned to the bioplato through the collector (3). The filter (11) is periodically washed with a device for hydro-automatic washing (12).

The duration of the research was 3 stages for 12-30 days during 18 months of production operation of the bioplato. The main variants of the bioplato operation were investigated: 1 – without the use of medium drainage in the bioplato and foam polystyrene filter (the bioplato analogue of the closed hydroponic filtration bioplato of the “Potential-4” design was investigated); 2 – during cyclic (periodic) washing of the filtering filling of bioplato with the use of a self-washing foam polystyrene filter; 3 – with a constant washing of the filtering filling of the bioplato using a self-washing foam polystyrene filter.

Research results

The exploitation results of bioplato in different variants showed the following. When the bioplato operates in the first variant, in which the washing of the filtering filling was periodically performed in a manual mode by stopping the work of the facilities for 40-90 minutes and draining the wash water 6 times during

the research period and 3 times during the setting up period of the bioplato operation, it is possible to obtain fairly stable cleaning water results.

However, essential shortcomings of such biophytopurification of water is the need for periodic stopping of the bioplato operation for the regeneration of the filtering filling and for the continuous monitoring of the facilities by qualified service personnel. With a higher content of suspended substances in the source water, rapid and uncontrolled colmatation of the root system of the APA, drainage and filtering of the bioplato occurs, which leads to a deterioration in the quality of water purification due to the development of anaerobic processes, a deterioration in the mass exchange of the root system with “raw” water, significant complication of control over the operation of the complex of structures, especially during periods of prolonged rainfall, early snowfall, flooding.

The operation of FRBHT-1 in the second variant was carried out without interruption of the supply of water for purification and periodic washing of the filtration filling of the bioplato. This variant allows to obtain more stable results of water purification compared to the first variant. The efficiency of water purification in this way compared with some parameters with the previous variant was on average 20-30% higher. The disadvantages of the second variant of water purification are the necessity of manually setting the modes and changing the periodicity of the washing cycles of the filtering filling of the bioplato and the constant control over the work of the complex of structures in case of fluctuations of water quality indicators at the entrance to the bioplato.

The operation of FRBHT-1 in the third variant was carried out by continuous washing of the bioplate filtration filling without affecting the subjective factor and stopping the water supply for cleaning and stopping its operation. This variant showed stable and best results. Compared with the previous variants, it allowed to improve the degree of water purification by individual control parameters by 50-70%, especially when water is fed with a higher content of suspended substances and nutrient compounds of nitrogen and phosphorus due to the improvement of mass transfer processes in the root system of filtering filling and constant flushing of mineralized films of active sludge.

The degree of sewage purification during bioplate operation in various variants is shown in the table. As can be seen from the results of research, the highest degree of purification was observed in the treatment of sewage in the third variant. On the basis of researches, a number of methods have been developed for

water purification and FRBHT-1 structures, which are protected by Ukrainian patents [9; 10].

Conclusions

The results of the research showed that the use of the filter-regenerative bioplate of hydroponic type (FRBHT-1) in comparison with the known technological schemes of biophytoremediation of water and bioplate designs allows for the constant automatic washing of the filtering filling, the root system of APA and bioplate drainage and hydro-automatic cleaning of circulating and rinsing waters to provide self-healing operation of a complex of treatment facilities. This enables, regardless of the size and productivity of the bioplate, the cyclicity of water supply, the climatic conditions to achieve higher quality and stability of non-reagent water purification, to abandon the maintenance staff and to continuously monitor the work of the complex of water treatment biophytorestructures.

Table 1

Degree of sewage purification at various variants of FRBHT use

No	Indicator	Concentration at the entrance to FRBHT-1, mg/dm ³		The average efficiency of sewage purification		
		After settling	After purification in aerotanks and settling	Variant 1	Variant 2	Variant 3
1	Suspended substances	60	15	60-80	65-90	85-95
2	Biochemical Oxygen Consumption 5	65	15	65-80	70-90	85-95
3	Chemical consumption of oxygen	180	60	50-75	55-80	70-90
4	Ammonium nitrogen	2,5	0,5	75-80	80-87	95-99
5	Phosphates	6,5	2,5	55-65	63-72	70-85
6	Oil products	15	4,0	80-85	85-90	95-99
7	SPAR	4,0	1,5	75-80	79-85	90-97

References

1. Дикиева Д.М., Петрова И.А. Химический состав макрофитов и факторы, определяющие концентрацию минеральных веществ в высших водных растениях. Гидробиологические процессы в водоемах / Под ред. И.М. Распопова. – Л.:Наука, 1983. – С. 107–213.
2. Healy A., Cawley M. Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland in Western Ireland. // J. Environ. Quality. 2002. – P. 1739–1747. 31.
3. Gleichman-Verheyc E.G., Putten W.H., Vander L. // Alvalwaterzuivering met helofytenfilters, een haalbaarheidsstudie. – Tijdschr. watervoorz. en. afvalwater. 25, № 3. – 1992. – P. 56–60.
4. Blankenberg A.-G.B., Braskerud B.C. «LIERDAMMEN» – a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: Diffuse Pollut. Conf. :Dublin, 2003. – P. 128–130.
5. Волга А.С., Кравец В.В. Очистка и обессоливание воды в гидромелиоративном канале при помощи высшей водной растительности в условиях поливного хозяйства // Сб.тр. Всесоюз. конф. по ВВР и прибрежным растениям, – Борок, 1977. – С. 107–109.
6. Ладыженский В.Н., Саратов И.Е. Защита водных объектов от загрязнения поверхностным стоком с территории полигонов ТБО. 1-ая Конференция с международным участием «Сотрудничество для решения проблемы отходов», 6 февраля 2004 г. Харьков, Украина. – С. 6–7.
7. Кравец В.В., Остапенко Н.В. Використання біологічних ставків з вищими водяними рослинами в практиці очищення стічних вод // Інформаційний бюлетень Держбуду. – Київ, 2002. – № 4. – С. 38.
8. Коцарь Е.М. Инженерные сооружения типа «биолато» как блок доочистки и водоотведения с неканализованных территорий / Тез. докл. междунар. конф. «Aquategra». Санкт-Петербург, 1999. – С. 72–73.
9. Курилюк О.М., Курилюк М.С., Филипчук В.Л. та ін. Синергетичний комплекс очищення води AQUA-U-ELION.174. Патент № 95617 // Промислова власність. – 2014. – № 24. – 10 с.
10. Курилюк О.М., Курилюк М.С., Бондар О.І. та ін. Фітобіоплато з підземним біореактором-фільтром AQUA-123U. Патент № 97064 // Промислова власність. – 2015. – № 4. – 13 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО СУДНА В УМОВАХ РОЗЛИВУ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ

Машков О.А.¹, Тєут В.М.¹, Тупкало В.М.²

¹ Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
mashkov_oleg_52@ukr.net;

² Київський інститут інтелектуальної власності та права
Національного університету «Одеська юридична академія»
Харківське шосе, 210, 02121, м. Київ
v.tupkalo@mail.ru

Розглянуто питання підвищення екологічної безпеки морських акваторій від забруднення нафтою та нафтопродуктами. На основі оцінки точності визначення позиціонування техногенних забруднювачів нафтопродуктами водних поверхнь нафтою запропоновано систему морського екологічного моніторингу з використання спеціальних суден. *Ключові слова:* екологічна безпека, судно екологічного моніторингу, техногенні забруднювачі, нафтопродукти.

Технология защиты морской среды с использованием специальных судов в условиях разлива нефти и нефтепродуктов. Машков О.А., Тупкало В.Н., Тэут В.Н. Рассмотрены вопросы повышения экологической безопасности морских акваторий от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. На основе оценки точности определения позиционирования техногенных забруднювачив нефтепродуктами водной поверхности нефтью предложена система морского экологического мониторинга по использованию специальных судов. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, судно экологического мониторинга, техногенные загрязнители, нефтепродукты.

Protection of the marine environment with the use of special vessels in terms of spill of oil and oil products. Mashkov O., Tupkalo V., Taut V. Issues of raising the ecological safety of marine waters from oil and petroleum pollution are considered. On the basis of the estimation of the accuracy of the determination of the position of technogenic polluting oil products with the aqueous surfaces of oil, a system of marine ecological monitoring for the use of special vessels was proposed. *Keywords:* environmental safety, boat environmental monitoring, industrial pollutants, petroleum products.

За сучасного екологічного стану навколишнього середовища національна безпека держави дедалі більше стає залежною саме від раціонального використання природних ресурсів, пом'якшення наслідків надзвичайних ситуацій природного й техногенного

характеру та якісного управління прогнозування процесів, що впливають на екологічну ситуацію. Дослідження свідчать, що саме взаємодія природних і соціальних чинників визначає рівень негативного антропогенного впливу на довкілля України. Тому

забезпечення екологічної безпеки вимагає передусім розв'язання екологічних проблем, що гарантує громадянам проживання в гармонії з навколишнім середовищем.

Відповідно до Закону України «Про екологічну експертизу» до видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку (розроблено Міністерством екології та природних ресурсів і Міністерством охорони здоров'я) віднесено видобування нафти, нафтохімія й нафтопереробка.

У забрудненні річок, морів і океанів одне з провідних місць належить вуглеводням і, в першу чергу, нафті і нафтопродуктам. Саме нафта на сьогодні є основним забруднювачем води. Відповідно до Міжнародної конвенції із запобігання забруднення моря з суден (1973 р.), зміненої і доповненої протоколом від 1978 року (MARPOL 73/78), до найбільш шкідливих хімічних забруднювачів належать нафта та продукти її переробки (до 3000 інгредієнтів), більшість з яких отруйні для будь-яких живих організмів. Запобігання таких техногенних катастроф – є складовою і багатоплановою екологічною проблемою.

Існує чимало способів боротьби з нафтовими розливами та ліквідації їхніх наслідків. Плаваюча нафтова плівка може охоплювати значний за розміром простір. Встановлено, що одна крапля нафти утворює на поверхні водойм пляму площею близько $0,25 \text{ м}^2$, а одна тонна нафти покриває площу до 500 га поверхні водойми. Зібрати або знищити нафту, розливу по поверхні води, пропонується з використанням суден екологічного моніторингу.

Відомо, що води Чорного та Азовського морів були найбільш забруднені нафтовими вуглеводнями (НВ), фенолами, хромом шестивалентним. Дещо менше у водах було сполук азоту, синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), загального фосфору.

Середньорічні концентрації НВ коливаються у межах 4,8-6,4 ГДК у водах гирла р. Південний Буг, гирла р. Дніпро, Бузького і Дніпровського лиманів. Максимальний вміст НВ досягав рівня 10 ГДК у водах гирла р. Південний Буг, Бузького і Дніпровського лиманів, 4,4-6,0 ГДК – гирла р. Дніпро та порту Одеса, <1,0 ГДК – у водах Сухого лиману та вхідного каналу до нього.

Спостереження за станом забруднення вод Азовського моря проводили у Таганрозькій затоці на акваторії порту Маріуполь, його зовнішньому рейді та у Бердянській затоці. Максимальну концентрацію нафтових вуглеводнів на рівні 21,6 ГДК відмічено у вересні на акваторії порту Маріуполь.

Застосування морських суден з екологічного моніторингу показано на рис. 1.

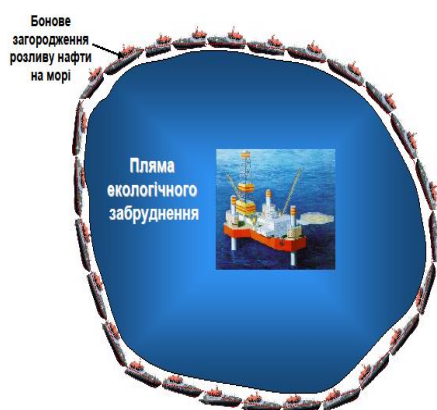


Рис. 1. Застосування суден екологічного моніторингу

**Екологічна небезпека,
пов'язана з нафтою
та нафтопродуктами**

Нафта і нафтопродукти є дуже небезпечним джерелом забруднення для водоймищ. Нафта – складна суміш із тисяч різних органічних компонентів. Поведінка нафти у водоймах мінлива та залежить не тільки від її типу, але й від температури та інших фізичних параметрів навколишнього середовища.

До складу нафти входять різного класу вуглеводні: аліфатичні (метанові), циклічні насичені (нафтенові), циклічні ненасичені (ароматичні), особливо токсичні для гідроекосистем та їх мешканців.

Не дивлячись на ряд міжнародних угод, забруднення гідросфери нафтою прогресує. Розрахунки свідчать, що літр нафти, розлитої по поверхні моря, поглинає розчинений кисень із 400 тис. літрів морської води, а тонна нафти, розтікаючись по поверхні води, може покрити плівкою акваторію в 10 квадратних кілометрів.

Нафтове забруднення належить до найбільш поширених техногенних надзвичайних ситуацій, які завдають значної шкоди природним екосистемам та деяким видом господарської діяльності: рибальство, туризм та ін.

Особливістю викидів нафтопереробних заводів та хімічної промисловості є їх локальний характер, що призводить до утворення високих концентрацій нафти і нафтопродуктів на обмеженій, переважно прибережній ділянці морської акваторії. Смоли і асфальтени як компоненти нафтового забруднення найбільш стійкі до впливу зовнішніх факторів.

Широке розповсюдження плівкової нафти впливає на природу океану

та клімат Землі, вміст кисню і водяної пари в атмосфері. Нафтопродукти, що надходять до Світового океану, знижують здатність води до природного самоочищення, змінюють санітарний режим, стимулюють розвиток деяких патогенних бактерій та вірусів. Негативний вплив нафтових забруднень позначається і на інших компонентах природних екосистем, включаючи водорості, ракоподібні, молюски, риби та інші. Однією з особливостей нафтових вуглеводнів є здатність збільшувати свій вміст у 10 разів на кожному наступному рівні трофічного ланцюга. Отже, якщо нафтові вуглеводні або хлоровані дифеніли потрапляють спочатку у водорості, потім по ланцюгах живлення до риб, то їх накопичується вже в 10 тис. разів більше, ніж у початковій ланці, і в 100 тис. разів більше, ніж у воді.

Плівка нафти перешкоджає процесу аерації – поглинання водою кисню з атмосфери. Так, при постійній витраті кисню у водоймі припинення аерації може стати згубним для її живого світу, адже нафта і нафтопродукти належать до речовин, які важко окислюються мікроорганізмами. Тому самоочищення водойм, забруднених нафтою, відбувається на відстанях іноді за 500-900 км від місця забруднення, де виявляються сліди вуглеводнів нафти.

Визначення ступеня екологічної небезпеки від забруднення морських акваторій нафтою та нафтопродуктами

Дослідженнями виявлено понад 400 груп речовин, які можуть викликати забруднення води. Це хімічні, біологічні і фізичні забруднювачі. Серед хімічних забруднювачів до

найбільш поширених належать нафта і нафтопродукти, СПАР (синтетичні поверхнево-активні речовини), пестициди, важкі метали тощо. Дуже небезпечними для води є біологічні забруднювачі (віруси та інші хвороботворні мікроорганізми) та фізичні (радіоактивні речовини, теплове забруднення та ін.).

Широке та різноманітне застосування у господарстві палива, індустріальних масел, мастил, емульсій, розчинників призводить до того, що стічні води майже всіх промислових і транспортних підприємств у різних кількостях містять нафтові забруднення. Особливо великі обсяги забруднених нафтопродуктами вод утворюються при експлуатації водооборотних систем охолодження нафтопереробних заводів. Небезпечними також є аварії танкерів у морських акваторіях.

Проблема забруднення гідросфери нафтою та нафтопродуктами, запобігання потраплянню нафтопродуктів у навколишнє середовище вивчали П.А. Коротков, А.И. Писанський, Н.М. Джура, Ю.М. Ситник, Гомеля Н.Д. та ін. вчені. Класифіковані основні причини забруднення морських акваторій наступні. По-перше, це танкерний флот, забезпечує транспортування половини видобутої на світовому шельфі нафти. У світі видобувають близько 2,2 млрд тонн нафти на рік, в морі – близько 440 млн тонн. Її транспортування на танкерах (щорічно по 1,5 млрд т), звичайно ж, не обходиться без аварій. Причина техногенних катастроф та аварій має антропогенний характер (господарська діяльність людей через прийняття непродуктивних рішень, халатність, а іноді й непрофесіоналізм і незнання природних закономірностей).

Техногенні екологічні катастрофи, викликані розливами нафти внаслідок аварій на танкерах, є найбільш поширеними. За даними міжнародної організації ІМСО, загальна кількість нафти і нафтопродуктів, які щорічно потрапляють у води Світового океану, вже зараз досягає 10 млн т і ця небезпека зростає із збільшенням тоннажу танкерів та їх кількості. За підрахунками фахівців, загальна ймовірність аварії становить 0,4 на 1000 рейсів, ймовірність ризику розливу – 0,05 на 1000 рейсів у відкритому морі і 0,25 у небезпечних місцях. З урахуванням можливої частоти аварії з посадкою на мілину і зіткненням середній розмір нафтового розливу може бути оцінений як 1/48 від кількості перевезеної за рейс нафти.

По-друге, на забруднення морських акваторій впливає промислово-побутова діяльність людини. Великі маси нафти з суші надходять у моря по ріках, з побутовими й зливними стоками. Щорічний обсяг забруднення нафтою з цього джерела перевищує 2 млн т. Зі стоками промисловості і нафтопереробних заводів у море щорічно потрапляє до 0,5 млн т нафти.

По-третє, має місце природний розлив нафтопродуктів. Наприклад, у протоці Санта-Барбара у Каліфорнії вже багато століть у море просочується з тріщин і ущелин у морському дні щорічно 3000 т нафти, проте забруднення біля берегів не спостерігається.

При ліквідації наслідків забруднення морських акваторій слід враховувати ефект самоліквідації нафтозабруднення, що пояснюється кількома причинами.

– *Випаровування нафти*. Бензин повністю випаровується з поверхні

води за 6 годин, за добу – не менше 10 % сирової нафти, приблизно за 20 днів – 50 %, але більш важкі нафтопродукти майже не випаровуються.

2. *Емульгація нафти.* Нафта емульгує, розбивається на дрібні крапельки. Сильне хвилювання моря сприяє утворенню емульсії нафти у воді і води в нафті. При цьому суцільний килим нафти розривається, перетворюється в дрібні крапельки, що плавають у товщі води, нафта розчиняється. У її складі є речовини, розчинні у воді, хоча їхня частка, загалом, невелика.

Еколого-економічна оцінка забруднення морських акваторій нафтою

Збитки від забруднення нафтою включають:

- збитки від забруднення навколишнього природного середовища (у тому числі прямі збитки внаслідок погіршення стану навколишнього природного середовища, загибелі риби, гідробіонтів, кормових організмів, порушення нерестовищ) та втрачені внаслідок такого забруднення доходи (втрата потомства риби тощо);
- витрати на заходи з відтворення природних ресурсів, які були фактично вжиті або мають бути вжиті;
- витрати на попереджувальні заходи, а також подальші збитки або шкода, заподіяна попереджувальними заходами;
- неодержані внаслідок порушення господарської діяльності доходи.

Розрахувати маси нафти та нафтопродуктів, скинутих у водний об'єкт внаслідок витоку або виливу, можна різними способами.

1. Розрахунок маси нафти та нафтопродуктів (далі – нафта) за

фактичними даними обсягу розливної нафти може бути визначений за балансом між початковою кількістю нафти, що знаходилася у ємності, і кількістю нафти, що у ній залишилася після виливу. Кількість нафти у ємності визначається за даними документів про заповнення ємності або будь-яких інших даних. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$M_n = M_{\text{поч}} - M_{\text{зал}}, \quad (1)$$

де M_n – маса нафти, що потрапила у водний об'єкт, т; $M_{\text{поч}}$ – початкова маса нафти, що перебувала в ємності, т; $M_{\text{зал}}$ – маса нафти, що залишилася в ємності після виливу, т.

2. У випадку розливу нафти під час вантажно-розвантажувальних робіт, коли кількість нафти, що перекачується, фіксується приладами, маса скинутої нафти встановлюється за показниками вимірювальних приладів про кількість перекачаної нафти і фактичну наявність нафти у відповідних ємностях або розраховується з огляду на продуктивність перекачувального механізму і часу виливу.

Розрахунок маси нафти за результатами інструментально-лабораторних вимірювань

Оцінюється маса нафти на одиниці площі поверхні води та концентрація розчиненої і емульгованої нафти у забрудненому водному шарі.

Маса нафти, що потрапила у водний об'єкт (МН), розраховується за формулою:

$$M_n = M_{\text{п}} + M_{\text{р}}, \quad (2)$$

де $M_{\text{п}}$ – маса нафтової плівки; $M_{\text{р}}$ – маса розчиненої та емульгованої нафти. Маса нафтової плівки ($M_{\text{п}}$) визначається за формулою:

$$M_{\pi} = M_{\text{пм}} S \quad (3)$$

де $M_{\text{пм}}$ – питома маса нафти на 1 м^2 поверхні води; S – площа поверхні води, забрудненої нафтою, м^2 .

Обчислення розміру збитків, завданих внаслідок забруднення навколишнього природного середовища, що сталося у разі витоку або зливу нафти із суден, проводиться з урахуванням визначеної маси нафти та такс, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 3 липня 1995 р. № 484 «Про затвердження такс для обчислення розміру відшкодування збитків, заподіяних внаслідок забруднення із суден, кораблів та інших плаваючих засобів територіальних і внутрішніх морських вод України».

Оцінка точності визначення позиціювання техногенних забруднювачів нафтопродуктами морських акваторій

Катастрофічне забруднення Чорного і Азовського морів є загальновизнаним фактом. Для адекватної оцінки сучасного екологічного стану морських акваторій необхідно проводити екологічний моніторинг. Екологічний стан Чорного і Азовського морів погіршується переважно за рахунок інтенсифікації господарської діяльності, підвищення рівня концентрації промисловості і сільського господарства у береговій зоні моря. Тому дані моніторингу якості є основою для розробки законодавчої бази і забезпечення контролю за забрудненням і морським природокористуванням.

Під морським екологічним моніторингом (МЕМ) розуміють екологічний моніторинг морського природного об'єкта – Чорного і Азовського

морів. Завданнями МЕМ є оцінка, діагноз і прогноз стану морського середовища. Ці завдання вирішуються за результатами спостережень за станом довкілля, і джерелами і чинниками впливу. Об'єктами морського екологічного моніторингу є:

- морське середовище в межах виключно морської економічної зони України в Чорному і Азовському морях – це центральний об'єкт спостережень МЕМ;

- джерела забруднення: берегові, морські, річковий стік, атмосферний стік;

- чинники впливу (гідрометорологічні, кліматичні, сезонні та різні види забруднення морського середовища);

- вплив основних забруднюючих речовин на фізико-хімічні параметри морського середовища, продуктивність, обмінні процеси (океан-атмосфера, океан-живе речовина, океан-морське дно тощо).

Найбільш схильним до виникнення екологічних та техногенних катастроф є Азово-Чорноморський басейн, якому належить $1/3$ континентальної Європи. Ця екосистема унікальна за різноманіттям біоресурсів і одночасно найбільш екологічно неблагополучна з екосистем через скидання промислових вод і нафторозливів внаслідок високого обсягу перевезень нафтових вантажів.

Основним завданням моніторингу є максимально точне визначення позиціювання об'єктів. У нашому випадку – джерел техногенного забруднення морської акваторії (суди, платформи), по яких необхідно здійснити географічну прив'язку басейну та визначити технологію ліквідації наслідків техногенного забруднення.

Для оцінки точного визначення позиціонування об'єктів доцільно застосовувати космічні знімки і перетворення піксельної системи координат зображення в географічну або картографічну проекцію.

Географічну прив'язку можна проводити у три етапи:

- за орбітальними даними;
- за картографічними даними (берегова смуга);
- по опорних точках.

Первинне оброблення зображення географічної прив'язки виконують за орбітальними даними з точністю від 1 до 15 км.

Для оцінки точності прив'язки доцільно використовувати наявні в акваторії стаціонарні водні об'єкти, які в подальшому можна розглядати як базу даних опорних крапок. Похибка їх визначення може бути від 300 м до 2 км.

Розміщення та щільність контрольних точок відіграють важливу роль у точності географічної прив'язки. Як контрольні точки можна використовувати об'єкти з відомими координатами з точністю від 0,1 до 0,5 розміру пікселя зображення. Для оцінки точності визначення позиціонування об'єктів на космічному знімку застосовують геоінформаційну систему ArcGIS.

Дослідження свідчать про доцільність використання бази даних опорних крапок для уточнення географічної прив'язки радіолокаційних даних. Уточнення прив'язки з використанням радіолокаційних даних може покращити точність розрізнення знімку.

Запобігання та боротьба з забрудненням водних поверхнь нафтою

Перспективним напрямом боротьби із забрудненням водної

поверхні є використання методів дистанційного виявлення й оконтурення плям нафти й нафтопродуктів (рис. 2). Розроблені радіофізичні методи для рішення цієї задачі засновані на принципі розходження контрастності оптичних, теплових і радіоактивних властивостей гідроповерхні «чистої» води і забрудненої нафтою і нафтопродуктами. Створені методи дають змогу виявляти й оконтурювати забруднення одразу після розливу нафти, коли ще при малих витратах реально здійснити повне очищення акваторії.

Під час розливу нафти, як встановлено дослідженнями, на поверхні акваторії утворюється нафтовий шар завтовшки в декілька сантиметрів (2-6 см), що через кілька годин розпливається на значну площу (літр нафти на 1 га), при цьому товща плівки сягає 0,1-0,01 мм. Через кілька діб товща плівки зменшується до молекулярного шару і при цьому частина нафти емульгує й перебуває в товщі води у вигляді включень.

Нафтова плівка призводить до виникнення температурного контраста між чистою водою й водою, забрудненою нафтопродуктами:

- зменшенням швидкості випаровування з поверхні води через придушення нафтовою плівкою високочастотних водних хвиль;
- зміною випромінювальної здатності забрудненої поверхні води через більш високий коефіцієнт відбиття нафтопродуктів;
- більш низькою теплопроводністю нафти і нафтопродуктів (у 3-6 разів) і теплоємністю (1,5-2,5 рази) порівняно з «чистою» водою.

Оптичні властивості чистої води також істотно відрізняються від



Рис. 2. Метод виявлення й оконтурення плям нафти й нафтопродуктів з використанням спеціалізованого судна з системою лазерних датчиків

властивостей води, забрудненої нафтопродуктами. Для чистої води в океані довжина хвилі максимально розсіяного світла в близькій УФ і видимій області спектра дорівнює 470 нм, коефіцієнт заломлення $n=1,3$, кут Брюстера 530. У забрудненій нафтопродуктами воді за рахунок електронних переходів легкі фракції нафти, які присутні у нафтових плівках на поверхні води і поглинають випромінювання в області 300 нм, можуть давати люмінесценцію в діапазоні 360-460 нм; більш важкі фракції поглинають в області 370 нм і дають люмінесценцію в області 520 нм.

В ІЧ-області коефіцієнт заломлення нафти більший, ніж у води, що зумовлює більш високий коефіцієнт відбивання від нафтових плівок.

Істотно відрізняються і поляризаційні характеристики.

Відповідно до існуючих методів дистанційного виявлення нафтових (і не тільки нафтових) забруднень їх поділяють на пасивні, напівактивні й активні.

Пасивні методи засновані на реєстрації теплового випромінювання (ІЧ і НВЧ) і природного гамма-випромінювання; напівактивні методи засновані на опроміненні природними (Сонце, Місяць) і штучними джерелами електромагнітного випромінювання в широкому спектральному діапазоні й в аналізі зіставлення зміни спектрального складу прийнятого сигналу забруднених і незабруднених ділянок поверхні акваторії; при використанні активних методів досліджувана водна поверхня опромінюється

джерелами випромінювання заданого спектрального складу (лазером) із реєстрацією відбитого випромінювання, флуоресценції чи комбінаційного розсіювання.

При вимірі відбитого УФ випромінювання можна зафіксувати сиру нафту і важкі нафтопродукти, прозорі нафтопродукти фіксуються дещо складніше. Максимальний контраст нафта-вода спостерігається при товщині плівки до 1 мкм. Метод відбиття на мілководді істотно ускладнюється через погіршення співвідношення сигнал/шум внаслідок росту фону від піска й черепашника.

Методика виявлення нафтових плям на основі спектрів флуоресценції дозволяє при використанні кількох довжин хвиль збудження (гелій-кадмієвий, ексімерний, аргонний, лазери з довжиною хвилі, що перебудовується, рубіновий) розрізняти до кількох десятків сортів нафти. Однак при цьому варто звернути увагу на усунення фонові люмінесценції від мікроорганізмів морського середовища.

Використання активної радіолокації для виявлення нафтових забруднень ґрунтується на ефекті зміни розсіяного сигналу нафтовою плівкою порівняно з чистою водою. Однак істотне обмеження застосуванню цього методу створюють сильні вітри (швидкість не більше 5-8 м/с), при яких характер хвилювання не визначається наявністю на поверхні води нафтопродуктів.

Найбільш перспективною є методика, яка базується на використанні відбитого лазерного випромінювання.

При врахуванні ослаблення лазерного випромінювання в атмосфері й морських хвиль має місце таке співвідношення для розрахункової висоти над рівнем моря, на якій можливе дис-

танційне виявлення нафтових плівок методом відбиття:

$$P = P_0 \frac{S_0}{h^2} q \cos^3 \Theta \quad (4)$$

де P – потужність сигналу, що приходить на прийомну антену; P_0 – потужність випромінювання лазера; S_0 – площа антени, $q = rT^2$ – геофізичний фактор (r – коефіцієнт яскравості моря, T – функція пропускання атмосфери); h – висота точки вимірювання над рівнем моря; Θ – кут візування.

Умова спостереження сигналу на висоті h визначається співвідношенням $h/P > Q$, де Q – гранична чутливість системи.

Система морського екологічного моніторингу з використання спеціальних суден

Пропонуються створити систему морського екологічного моніторингу (СМЕМ) з використанням спеціальних суден. Головне призначення такої системи, – проведення спостережень і лабораторного контролю за станом забруднення водної поверхні, відбору проб і виконання лабораторних досліджень зараженості об'єктів радіоактивними і хімічними речовинами та бактеріальними засобами (рис. 3).

На систему морського екологічного моніторингу з використанням спеціальних суден покладаються такі завдання:

1. при нормальній діяльності в повсякденних умовах:

- систематичне спостереження і лабораторний контроль забруднення об'єктів навколишнього природного середовища;

- виявлення забруднення (зараження) об'єктів навколишнього середовища;

– виявлення і контроль джерел небезпечного підвищення зараження (забруднення);

– виявлення ознак виникнення загрози стихійного лиха.

2. при виникненні надзвичайних ситуацій:

– виявлення радіоактивного, хімічного і бактеріологічного (бактеріального) зараження в районах моніторингу;

– оцінка небезпеки для населення і об'єктів навколишнього середовища (з метою використання режимів захисту населення і тварин).



Рис. 3. Система морського екологічного моніторингу (авторська модель)

Функціонально СМЕС передбачає виконання спостереження, збирання, обробки, передачі, збереження та аналізу інформації про стан морського середовища, прогнозування стану та розробку науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативних змін морської акваторії.

Серед існуючих сучасних методів моніторингу стану морської акваторії найбільш перспективними є методи дистанційного зондування та геоінформаційні системи (ГІС).

Застосування цих технологій дозволяє здійснювати моніторинг у режимі реального часу. Завдяки цьому можна моделювати складні природні та техногенні процеси: активні геологічні процеси, складна тектоніка, підвищена сейсмічна небезпека, значні підтоплення, різке погіршення стану катакомб тощо.

Слід брати до уваги, що в районі морських акваторій розміщені великі підприємства, промислово-транспортні вузли, термінали, небезпечні склади та інші об'єкти, які

не тільки спричиняють інтенсивне навантаження на природне середовище, але й здатні викликати значні екологічні негаразди. Зростання інтенсивності судноплавства збільшує напруженість ситуації. Тому в районі морських акваторій особливо необхідна оцінка промислово-небезпечних об'єктів і небезпечних зон, наприклад, районів які прилегли до нафтогавані.

Використання ГІС викликано необхідністю інтегрувати дані і технології в єдину державну систему. Для державних органів управління важливо постійно мати нову інформацію про стан навколишнього середовища для забезпечення екологічної безпеки. Отже, СМЕМ повинна відповідати вимогам оперативності інформації.

Оперативний моніторинг морських акваторій здійснюється шляхом систематичних і додаткових спостережень за кількісними та якісними параметрами навколишнього середовища. Він встановлюється під час виникнення несанкціонованих чи аварійних забруднень та стихійного лиха в зонах підвищеного ризику, в зонах впливу аварій і надзвичайних ситуацій, на окремих об'єктах, джерелами забруднення, в районах, які визначено як зони надзвичайної екологічної ситуації та районах можливих аварій зі шкідливими екологічними наслідками. Метою оперативного моніторингу морських акваторій є оповіщення, забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо ліквідації їх наслідків та захисту населення, екосистем, власності.

До суб'єктів оперативного моніторингу морських акваторій слід відне-

сти систему (флотилія) спеціальних суден.

Об'єктами оперативного моніторингу морських акваторій є складові навколишнього середовища: метеорологічні умови, атмосферне повітря, водні, земельні (берегові), біологічні ресурси, рекреаційні морські зони, території з особливим статусом, наземні та водні екосистеми, антропогенні фактори, техногенно небезпечні об'єкти, у тому числі потенційно небезпечні морські промислові підприємства і об'єкти на територіях розвитку небезпечних геологічних процесів.

У разі виникнення надзвичайної ситуації (виявлення екстремально високого рівня забруднення навколишнього середовища, спричиненого аварією, катастрофою, стихійним лихом, що створило загрозу здоров'ю населення, призвело або може призвести до матеріальних втрат) інформація від СМЕС оперативно передається відповідним органам у системі виконавчої гілки влади з пропозиціями про вжиття необхідних заходів для ліквідації наслідків аварії, катастрофи.

Наземна інфраструктура СМЕМ може здійснювати класифікацію надзвичайних ситуацій (розробка конкретних класифікаційних ознак; оцінка економічних збитків; аналіз причин виникнення надзвичайних ситуацій; розробка заходів та мобілізаційних програм з ліквідації надзвичайних ситуацій).

Відповідно до рівня надзвичайної ситуації (загальнодержавний, регіональний, місцевий, об'єктовий) необхідно приймати рішення щодо відповідних керівних і організаційних структур для усунення наслідків надзвичайної ситуації.

В останнє десятиліття технології відображення і аналізу можливих наслідків небезпечних явищ і ситуацій зазнали істотних змін. У першу чергу вони торкнулися важливих показників систем – оперативність (режим реального часу); висока інформативність і наочність (відображення об'єктів на картах і космічних знімках високої детальності в 2D і 3D режимах); доступність віддаленому користувачеві.

При цьому слід враховувати, що СМЕМ призначена, насамперед, для міжвідомчої інформаційної взаємодії і забезпечення аналітичної підтримки процесів підготовки, прийняття та контролю управлінських рішень на основі використання сучасних методів просторового аналізу і моделювання процесів розвитку і прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій.

Основними технічними блоками системи є:

- підсистема збору даних;
- аналітична підсистема;
- підсистема підтримки управлінських рішень.

Підсистема збору даних.

Завдання підсистеми – оперативне одержання і систематизація даних з метою їх необхідної організації для подальшого аналізу.

У першу чергу за допомогою геоінформаційних технологій виконуються операції по організації базових електронних карт місцевості і цифрових моделей рельєфу. Потім створюються тематичні карти, що характеризують стан навколишнього середовища; карти розміщення мереж спостереження за природними і техногенними явищами; схеми розподілу сил і засобів реагування на надзвичайні ситуації; прив'язка потенційно небезпечних

об'єктів тощо. Найважливішим чинником, що визначає загальний технологічний рівень системи, є рівень технологічного забезпечення основних постачальників інформації.

Аналітична підсистема. Основним завданням аналітичної підсистеми є одержання якісно нової прогнозованої та аналітичної інформації в процесі обробки вихідних даних в оптимальній формі для підготовки конкретного управлінського рішення на основі відповідних вимог чинного законодавства, методик і алгоритмів. Аналітична підсистема включає такі складові:

- прогнозно-моделюючі комплекси (ПМК), встановлені на локальних робочих місцях аналітиків як в Центральній, так і в ряді берегових підсистем (засоби прогнозування та просторового аналізу можливих наслідків надзвичайних ситуацій);
- комплекс оцінки ризиків життєдіяльності і господарювання та блок статистичної оцінки розподілу надзвичайних ситуацій;
- інструменти просторового аналізу морських підсистем, що дозволяють визначати місце розташування ситуації та прокладати оптимальний маршрут до неї від місця локалізації сил і засобів реагування.

Блок підтримки управлінських рішень.

Механізми та методи автоматизованої підтримки управлінських рішень є на сьогодні найбільш важливою ланкою у системах цього типу, коли важливу роль відіграє вибір оптимального рішення з кількох конкуруючих варіантів, підготовлених і візуалізованих у блоці обробки даних. Відповідно на цьому етапі підвищуються роль геоінформаційної складової взагалі вимоги до наочності,

доступності та ступеня автоматизації інтерфейсу робочого місця такого рівня зокрема. Оскільки управлінець, який приймає рішення на даному рівні, не має можливості освоювати всі технології, за допомогою яких готується результативна інформація, його основний інструмент – документ, отже, система повинна забезпечувати високу наочність і рівень автоматизації одержання документа. При цьому особа, що приймає рішення, тепер має можливість ефективніше аналізувати надзвичайну ситуацію, розраховувати маршрути доступу морських суден до місця нафтозабруднення, використовувати статистику розподілу надзвичайної ситуації по території на електронній карті.

Отже, наземна (берегова) частина СМЕМ вирішує такі завдання:

- оперативне інформаційно-аналітичне забезпечення при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій та відображення інформації на засобах колективного користування;
- постійний прийом інформації про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації, виконання необхідних розрахунків, своєчасне доведення до управлінських структур пропозицій щодо організації заходів запобігання або ліквідації їх наслідків;
- підтримка стійкого, безперервного та оперативного управління спеціальними морськими суднами, збір та обробка оперативної інформації про виконання аварійно-рятувальних робіт під час ліквідації надзвичайної ситуації.

Висновки

На сьогодні склалася помітна тенденція щодо перенесення пріоритетів природно-техногенної безпеки з реагування на надзвичайні ситуації і ліквідації їх негативних наслідків на сучасні методи моніторингу, прогнозування і попередження виникнення небезпечних явищ і процесів. Важливу роль при цьому відіграє методологічний інструментарій спостереження, еколого-математичне моделювання, просторовий аналіз.

Проведеними дослідженнями встановлено, що для підвищення екологічної безпеки морського середовища у разі розливу нафти та нафтопродуктів доцільно застосовувати спеціалізовані судна екологічного моніторингу. Розглянуто питання екологічної безпеки, яка пов'язана з нафтою та нафтопродуктами.

Запропоновані підходи щодо визначення ступеня екологічної безпеки від забруднення морських акваторій нафтою та нафтопродуктами. Розглянуті питання еколого-економічної оцінки забруднення морських акваторій нафтою. Для усунення наслідків забруднення морських акваторій нафтопродуктами необхідно оцінити точність визначення позиціювання техногенних забруднювачів нафтопродуктами морських акваторій та ліквідувати забруднювачів за допомогою суден екологічного моніторингу з використанням сучасної технології захисту навколишнього середовища.

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]. – К.-Х.: ДЕІ-ГПІ, 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. Использование космической радиолокации широкого обзора для картографирования нефтяных загрязнений моря / А.Ю. Иванов, И.С. Ермошкин, М. Фанг и др. // *Исследование Земли из космоса*. 2005. No 4. -С. 78–95.
9. Методика обчислення розміру збитків від забруднення нафтою, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 26 квітня 2003 р. № 631.
10. 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.
11. Fingas M.F. Review of oil spillremote 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.
12. http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/2vze/zb_m/0029_zb_m_2VZE.pdf
13. <http://kursak.net/lekciya-2-monitoring-chs/http://www.ecoline.kiev.ua/articles/lidar/lidmua.html>

УДК 551.35:574.64:628.394(498.81)

АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ТА ТОКСИЧНІСТЬ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ УЗМОР'Я Р. ДУНАЙ

Дятлов С.Є., Кошелев О.В.

Інститут морської біології НАН України
вул. Пушкінська, 37, 65011, м. Одеса
sergey.dyatlov@gmail.com

Наведено результати сучасної екологічної оцінки донних відкладень узмор'я р. Дунай за показником токсичності. Визначено просторовий розподіл важких металів та нафтопродуктів у донних відкладеннях у зоні впливу глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море.
Ключові слова: узмор'я Дунаю, антропогенне забруднення, біотестування, токсичність.

Антропогенное загрязнение и токсичность донных отложений взморья р. Дунай. Дятлов С.Е., Кошелев А.В. Приведены результаты современной экологической оценки донных отложений взморья р. Дунай по показателям токсичности. Определено пространственное распределение тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных отложениях в зоне влияния глубоководного суднового хода Дунай – Черное море. *Ключевые слова:* взморья Дуная, антропогенное загрязнение, биотестирования, токсичность.

Anthropogenic pollution and toxicity of bottom sediments of a beach of the Danube River. Dyatlov S., Koshelev A. Results of a modern ecological assessment of ground deposits in a beach of the Danube River on indicators of toxicity. Definitely spatial distribution of heavy metals and oil products are given in ground deposits in a zone of influence of the deep-water ship motion Danube – the Black Sea. *Keywords:* the Danube shores, anthropogenic pollution, bioassay, toxicity.

Дунайське узмор'я – один з найбрудніших районів акваторії Чорного моря. Із стоком Дунаю надходить приноситься близько 83 млн т суспензії, збагаченої шкідливими інгредієнтами. У зоні геохімічного бар'єру осідають важкі метали, мікроелементи та інші поллютанти, які визначають деградацію екосистем [10].

Визначення екологічного стану морських акваторій не може бути достовірним без оцінки ступеня забруднення донних відкладень. Офіційних документів, що регламентують забрудненість морських донних відкладень в Україні, наразі не затверджено, тоді як донні відкла-

дення є своєрідним депо для накопичення низки токсичних елементів та їх сполук як природного, так і антропогенного походження. Встановлення градації токсичності можливе лише за методами біотестування [12].

Донні відкладення традиційно використовуються як індикатори інтенсивності та масштабів техногенного забруднення водних екосистем [9]. Вони є найбільш забрудненим компонентом водних екосистем, адже акумулюють усі види забруднюючих речовин, що надходять з річним стоком, атмосферними опадами та з техногенними продуктами господарчої діяльності людини і є

постійним джерелом вторинного забруднення [6].

Як тест-організми в різних екотоксикологічних дослідженнях ракоподібні вибирають частіше через їх широке поширення, великого значення в харчових ланцюгах та високу чутливість до забруднення і гіпоксії [3; 13-14]. Амфіподи адекватно відображають стан седиментів і останніми роками успішно застосовуються при оцінці їх токсичності як в естуарних, так і в прісних екосистемах [13-14]. Для токсикометричних досліджень якості донних відкладень встановлено міжнародний стандарт [14] по визначенню токсичності з використанням *Hyalella azteca* Saussure, 1858 (Amphipoda: Hyalellidae).

Постійно виконується моніторинг Суднового ходу Дунай – Чорне моря Інститутом морської біології НАН України з 2004 р. Результати попередніх еколого-токсикологічних досліджень авандельти Дунаю опубліковані раніше [4-5]. Якість води української ділянки р. Дунай встановлено за показниками вмісту специфічних токсичних речовин залежно від гідрологічного режиму [7].

Мета досліджень – проаналізувати сучасний стан антропогенного забруднення донних відкладень узмор'я р. Дунай у зоні впливу глибоководного суднового ходу Дунай – Чорне море за показниками вмісту важких металів та нафтопродуктів та визначити їх токсикологічний статус.

Методика досліджень. Проби донних відкладень відбирали за допомогою дновичерпувачів Петерсона з площею захвату 0,025 м. Відбір верхнього шару донних відкладень товщиною шару 0-5 см проводили з центральної частини їх колонки, яка не контактувала зі стінками трубки.

Підготовка проб і вимірювання вмісту металів проводили за ГОСТом 30823-2002, кількісне вимірювання вмісту металів у зразках – на атомно-емісійному спектрофотометрі ЕМАС – 200 CCD, ртуті – з використанням аналізатора ртуті «Юлія-2М».

Гостра токсична дія визначена з використанням *H. azteca* [13-14]. Під час дослідів фіксували смертність в експериментальних пробах та контролі. Для приготування водних екстрактів донних відкладень і контролю використовували відфільтровану морську воду солоністю 12 ‰, слід зазначити, адже така солоність цілком відповідає межах солоностної толерантності обраного тест-об'єкта.

Умови проведення аналізу: температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$, фотоперіод 16 год. – день, 8 год. – ніч. Під час дослідів тест-об'єкти не годувалися. Дослідження проб води та контролю виконано в 30 мл посудинах за щільності посадки 1 організму на 5 мл. Через 24 і 48 год. у кожному варіанті підраховували кількість ракоподібних, що вижили. Критерієм гострої токсичності проб була загибель більш, ніж 50 % особин протягом 48 год. Водні екстракти донних відкладень готували згідно з методикою [3; 11].

Проби донних відкладень відбирали за схемою станції (рис. 1).

Результати дослідження. Керівним міжнародно-правовим документом з охорони поверхневих, транзитних, прибережних та підземних вод є прийнята Європейським Парламентом та Радою Європи 23 жовтня 2000 р. Водна рамкова директива ЄС (ВРД) [1], яка є обов'язковою до виконання в країнах ЄС та бажаною для використання в країнах-сусідах. Вимоги директиви поширюються і

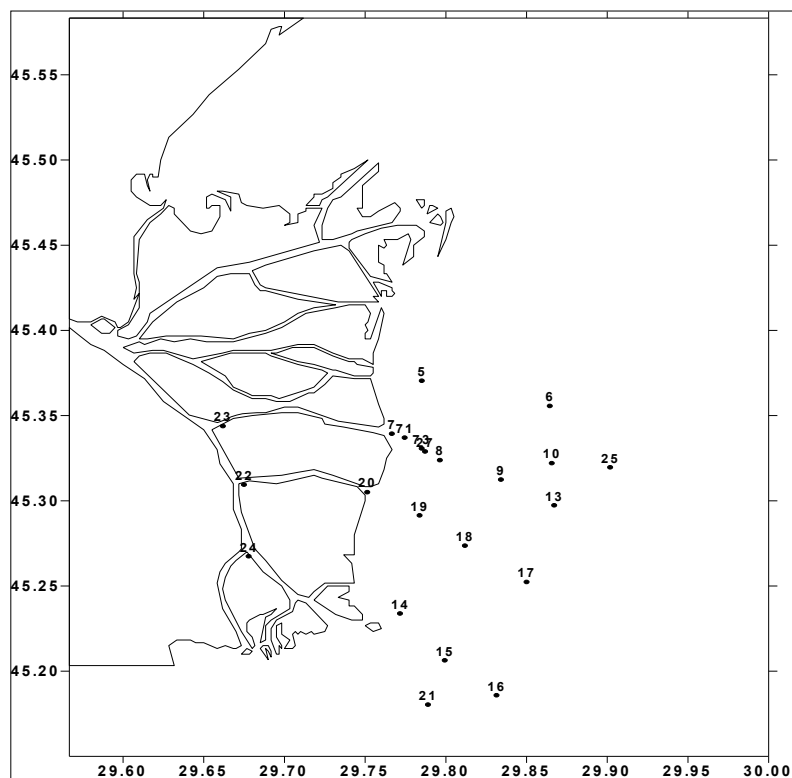


Рис. 1. Схема станції відбору проб

на Україну через наявність спільних з ЄС транскордонних річкових басейнів (р. Дунай, р. Тиса), що вимагає виконання зобов'язань ратифікованих Україною у відповідних конвенціях. Водна рамкова директива ЄС передбачає покращення екологічного стану водних об'єктів української частини дельти Дунаю, включаючи перехідні води дунайського узмор'я до стану другого «доброго» класу до кінця 2015 р. Вимоги ВРД узагальнюють одержанні біотестові результати за уніфікованою п'ятибальною шкалою, яка характеризує екологічний стан водних об'єктів, що вже використовується для екологічної оцінки дельти Дунаю [2].

Результати біотестування відповідно до національного проекту [1; 8] з використанням *H. azteca* дали змогу охарактеризувати пункти відбору проб донних відкладень за класом токсичності та класом екологічного стану (табл. 1).

Результати біотестування наведено як середні значення та стандартні похибки смертності у досліді порівняно з контролем, де тест-об'єкти експонувались у контрольній воді.

Біотестовий аналіз проб показав, що в ході зйомки 2014 р. на жодній станції не спостерігали 50-ти відсоткового перевищення смертності тест-об'єктів, що свідчить про відсут-

Таблиця 1

Показники смертності *H. azteca* при біотестуванні водних екстрактів донних відкладень та відповідні класи токсичності й екологічного стану

№ станції	Смертність тест-об'єктів, % (M±m)	Клас токсичності	Клас екологічного стану за Водною рамковою директивою ЄС
2	0,0±0,0	Не токсично	Відмінно
4	12,8±0,8	Слабо токсично	Добре
7	8,0±0,3	Не токсично	Відмінно
7-1	0,0±0,0	Не токсично	Відмінно
7-2	0,0±0,0	Не токсично	Відмінно
7-3	0,0±0,0	Не токсично	Відмінно
7-4	12,8±0,8	Слабо токсично	Добре
8	21,1±0,4	Помірно токсично	Задовільно
10	0,0±0,0	Не токсично	Відмінно
10-2	0,0±0,0	Не токсично	Відмінно
10-4	8,0±0,2	Не токсично	Відмінно
14	27,2±0,9	Помірно токсично	Задовільно
15	28,3±0,4	Помірно токсично	Задовільно
17	20,0±0,3	Слабо токсично	Добре

ність гострої летальної токсичності проб донних відкладень.

За результатами зйомки, проведеної у 2014 р., донні відкладення авандельти Дунаю за показником «токсичність» віднесені до трьох категорій екологічного стану за Водною рамковою директивою ЄС: відмінний, добрий та задовільний. До останнього віднесені станції № 4, 8, 14 та 15. Донні відкладення зі станцій № 7, 7-1, 7-3, 10, 10-2, 10-4 характеризуються як такі, що мають відмінний екологічний стан, решту станцій віднесено до другого, «доброго» класу якості.

З усіх проаналізованих проб донних відкладень максимальну токсичність зареєстровано в пробах зі станцій № 8, 14, 15, де смертність тест-об'єктів перевищувала 20 %. Це свідчить про присутність забруднюючих речовин у донних відкладеннях в концентраціях, які мають токсич-

ний вплив для тест-об'єктів, але вони здатні пристосуватися до такого рівня забруднення та нормально розвиватися протягом часу, обмеженого тривалістю експеримента.

Оскільки гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин для донних відкладень відсутні в Україні, то обґрунтовано використання допустимого рівня концентрації (ДК), що розроблений у Нідерландах і діє у країнах-учасниках ЄС [15], та сприятиме інтеграції моніторингових досліджень національного сектору Чорного моря до загальноєвропейського хімічного моніторингу морських екосистем.

У табл. 2 наведено результати аналітичного виміру пріоритетних забруднюючих речовин (важких металів та нафтопродуктів) у донних відкладеннях авандельти Дунаю.

Вміст нафтопродуктів (НП) у донних відкладеннях коливався від

Таблиця 2

**Вміст важких металів (мкг·г⁻¹ с.р.) та нафтопродуктів (мг·г⁻¹ с.р.)
у донних відкладеннях узмор'я р. Дунай у 2014 році.**

Номери станції	Cd	Pb	As	Cu	Hg	Co	Ni	Cr	Zn	Fe	НП
4	0,01	0,91	5,49	1,36	1,32	1,21	5,93	2,29	6,56	776,70	0,01
7	0,15	1,11	11,60	16,16	1,88	9,91	52,66	17,08	113,99	2266,10	0,70
7-1	0,02	1,02	3,76	2,54	1,07	1,75	14,74	6,46	24,41	970,50	0,12
7-3	0,05	1,54	5,72	6,67	0,45	2,11	18,30	5,91	35,10	1652,60	0,15
7-4	0,07	1,30	5,38	6,67	1,32	4,07	20,15	5,49	33,03	1726,00	0,11
8	0,02	1,38	3,89	3,22	8,85	1,58	14,00	4,39	25,40	1255,40	0,53
10	0,02	2,45	5,03	5,64	1,02	2,54	23,60	6,71	33,00	2654,50	0,06
10-2	0,11	1,73	0,00	4,88	1,51	1,38	10,44	3,53	12,07	1441,70	0,08
10-4	0,01	0,69	3,47	2,66	0,59	1,68	12,08	3,46	19,46	1388,80	0,03
14	0,09	2,77	5,95	9,37	4,82	2,34	20,01	6,43	39,54	2422,40	0,10
15	0,36	3,21	24,98	26,05	9,92	9,93	51,57	30,45	176,19	3215,90	1,35
17	0,04	0,87	4,99	1,44	2,72	0,50	6,90	3,91	9,70	1207,80	0,27
середнє значення	0,08	1,58	6,69	7,22	2,96	3,25	20,86	8,01	44,04	1748,20	0,29
ДК	0,80	85,0	29,0	35,00	0,30	20,00	35,00	100,00	140,00	—	50,00

0,01 до 1,35 за середнього значення цього показника 0,29 мг·г⁻¹ с.р.

Звертає увагу порівняно високий вміст у донних відкладеннях небезпечного поллютанта ртуть, кількісний вміст якої набував значення 8,85 та 9,92 мкг·г⁻¹ с.р. на станціях 8 та 15. Крім того на станції № 15 зафіксовано й найбільший вміст кадмію. За результатами біотестування ці станції віднесені до категорії помірно токсичних, що свідчить про прояв токсичної дії забруднюючих речовин. Загалом, збіг результатів біотестування та аналітичного вимірювання компонентного складу донних відкладень за вмістом важких металів та нафтопродуктів свідчить про адекватне визначення нормованого показника «токсичність» з використанням як тест-об'єкта *H. azteca*.

Результати досліджень вкотре підтверджують доцільність проведення інтегральної токсикологічної оцінки якості води та донних відкладень, що враховує сумісну дію усіх хімічних

сполук токсичної дії на біоту гідро-екосистем та дає можливість характеризувати їх екологічний стан відповідно до міжнародних вимог, що особливо актуально для трансграничних водних об'єктів.

Висновки

Проведена оцінка сучасного стану антропогенного забруднення та токсикологічного статусу донних відкладень авандельти Дунаю дала можливість узагальнити таке:

– помірна токсичність донних відкладень узмор'я р. Дунай виявлена на 3 станціях, що становило 21,4 % загальної кількості станцій. Проби донних відкладень зі станцій № 8, 14, 15 показали помірно токсичну дію для тест-об'єктів та за результатами токсикологічного аналізу вони віднесені до «задовільного» класу екологічної якості водного середовища, тоді як решта станцій віднесені до класу якості «відмінно» та «добре»;

– помірне антропогенне забруднення та помірна токсичність донних відкладань авандельти Дунаю вочевидь пов'язані з річковим стоком безпосередньо р. Дунай та будівництвом і експлуатацією глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море.

Література

1. Турега О.Н. Экологическая обстановка района Дунайского взморья // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского Серия: География. – Т. 22 (61), № 2. – 2009. – С. 154–159.
2. Юровский Ю.Г., Юровская Т.Н., Прусов А.В. Проблемы оценки экологического состояния донных отложений и субмаринная разгрузка подземных вод // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: Зб. наук. пр. – Севастополь, 2012. – № 26. – С. 48–57.
3. Томилина И.И., Комов В.Т. Донные отложения как объект токсикологических исследований (обзор) // Биология внутренних вод. – 2002. – № 2. – С. 20–26.
4. Кондратьева Л.М. Вторичное загрязнение водных экосистем // Водные ресурсы. – 2000. – Т. 27, № 2. – С. 221–231.
5. ДСТУ 4168-2003. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на морських ракоподібних (Crustacea) (ISO 14669:1999, MOD). – Київ: Держстандарт України, 2004. – 20 с.
6. ASTM E1706-05. Standard test method for measuring the toxicity of sediment-associated contaminants with freshwater invertebrates, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2005. – 118 p.
7. ISO 16303:2013. Water quality – Determination of toxicity of fresh water sediments using *Hyalella azteca*, 2013. – 27 p.
8. Дятлов С.Є., Секундяк Л.Ю., Маковецкая И.М., Никулин В.В. Мониторинг содержания тяжелых металлов в воде и донных осадках Килийской дельты и взморья р. Дунай // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2007. – Вип. 4 (26). – Одеса: «ІНВАЦ». – С. 156–166.
9. Дятлов С.Є., Нікулін В.В., Петросян А.Г., Кошелев О.В., Богатова Ю.І., Руснак О.М., Урдя В.Д., Подплетная Н.Ф., Секундяк Л.Ю. Результати еколого-токсикологічного моніторингу судового ходу Дунай-Чорне море у 2008р. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2010. – № 3 (44). – С. 82–85.
10. Лозовіцький П.С. Специфічні речовини токсичної дії у воді річки Дунай // Екологічні науки: науково-практичний журнал. – 2014. – № 4. – С. 21–35.
11. Щербань Э.П., Арсан О.М., Шаповал Т.Н. и др. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для их биотестирования // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 100–111.
12. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. – Київ, 2006. – 244 с.
13. Гончарова М.Т., Ляшенко В.А. Оцінка токсичності донних відкладів водних об'єктів Дунайського біосферного заповідника // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2011. – № 2 (47). – С. 90–94.
14. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (проект). – Харків, 2012.
15. Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95.

ОСОБЛИВОСТІ ЛІТНЬОЇ ДОБОВОЇ ДИНАМІКИ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ У ВОДНИХ БІОТОПАХ Р. УДАЙ В МЕЖАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПИРЯТИНСЬКИЙ»

Подобайло А.В., Омеляненко І.С., Проценко Ю.В.
Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»
просп. Академіка Глушкова, 2, 03022, м. Київ
decanat_bf@univ.kiev.ua

Вивчено закономірності добової динаміки кисню на руслі та в заплавній системі ріки Удай. Визначено динаміку концентрації кисню на всіх станціях у денні та нічні години в межах Національного природного парку «Пирятинський». Зазначено, що мілководні стації характеризуються значними перепадами концентрації розчиненого кисню. Особливо несприятливий кисневий режим складається в нічні часи за гальмування світлової фази фотосинтезу та інтенсивного споживання кисню гідробіонтами за високих температур. *Ключові слова:* НПП «Пирятинський», річка Удай, кисень, добова динаміка, температура, фотосинтез.

Особенности летней суточной динамики концентрации растворенного кислорода в водных биотопах р. Удай в рамках национального природного парка «Пирятинский». Подобайло А.В., Омеляненко И.С., Проценко Ю.В. Изучены закономерности суточной динамики кислорода на русле и в пойменной системе реки Удай. Определена динамика концентрации кислорода на всех станциях в дневные и ночные часы в пределах Национального парка «Пирятинский». Отмечено, что мелководные станции характеризуются значительными перепадами концентрации растворенного кислорода. Особенно неблагоприятный кислородный режим состоит в ночные часы за торможение световой фазы фотосинтеза и интенсивного потребления кислорода гидробионтами при высоких температурах. *Ключевые слова:* НПП «Пирятинский», река Удай, кислород, суточная динамика, температура, фотосинтез.

Features of the summer daily dynamics of the concentration of dissolved oxygen in the water biotopes of the river Uday in the limits of the national natural park "Pyryatynsky". Podobaylo A., Omelyanenko I., Protsenko Y. The regularities of the daily dynamics of oxygen in the channel and in the flood system of the river Uday are studied. The dynamics of concentration of oxygen at all stations in the day and night hours within the limits of National Nature Park "Pyryatynsky" is determined. It is noted that shallow stones are characterized by significant variations in the concentration of dissolved oxygen. Especially unfavorable oxygen regime is formed at night for the inhibition of the light phase of photosynthesis and the intensive consumption of oxygen by hydrobionts at high temperatures. *Keywords:* NPP "Pyryatynsky", river Uday, oxygen, daily dynamics, temperature, photosynthesis.

Річка Удай є притокою Дніпра 7000 км² [1]. Збереження біологічного різноманіття водно-болотних угідь є одним із основних завдань національного природного парку

(НПП) «Пирятинський», який створений у 2009 році на середній течії цієї річки. Важливим аргументом заповідання ділянки ріки в межах Пирятинського району Полтавської області довжиною 65 км було збереження природного характеру течії, потужної заплавної системи.

З початку функціонування національного парку служби державної охорони природно-заповідного фонду неодноразово фіксували випадки масової загибелі риб у водоймах через придуху. У 2011 та 2013 рр. такі факти відмічалися в літній період. Тому, вивчення особливостей кисневого режиму річки Удай та її заплавної системи спрямовано на розробку природоохоронних заходів зі збереження водно-болотних угідь НПП «Пирятинський».

Одним із визначальних чинників, який впливає на життя гідробіонтів, особливо у прісноводних екосистемах, є концентрація розчиненого кисню. Збагачення води киснем в основному відбувається за рахунок інвазії з атмосфери та виділень фото синтезуючими організмами. Збіднення вмісту газу спостерігається внаслідок евації з води в атмосферу та впливу споживання на окислювальні процеси, зокрема на дихання [2].

На основі аналізу багаторічних даних спостережень Державної гідрометеослужби (за 1989–2005 рр.) фахівцями Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту виявлено особливості формування кисневого режиму поверхневих вод України [3]. Виявлено, що прогрівання води в літній період до 22–25°C через фізичні закономірності падіння розчинності газів

з ростом температури може призвести до зменшення розчинності кисню. Автори висловлюють припущення, що не лише температура, але й висока інтенсивність окислення органічних сполук зумовлює мінімальні значення концентрації кисню у воді в літній період. Удай належить до річок, які характеризуються недонасиченням води киснем протягом усього року, а емпіричні криві залежності вмісту кисню від температури води розміщені нижче нормальної кривої розчинності кисню. Таких річок в басейні Дніпра кілька: Удай, Інгулець, Конка, Мокра Московка, Остер, Сула [3].

На значні коливання концентрації розчиненого кисню протягом доби за умов інтенсивного прогрівання води, що контактує з теплим повітрям, та під дією сонячного випромінювання вказують результати досліджень річок Африки [4]. Насичення води киснем тут змінювалось більше, ніж на порядок – від світлої до темної пори доби. Автори пов'язують це з інтенсивною фотосинтетичною діяльністю і обґрунтовують необхідність враховувати добову динаміку при вивченні газового режиму водойм. Показники концентрації кисню одержані вдень можуть неадекватно відбивати реальну ситуацію щодо умов дихання гідробіонтів. Кисневий режим верхньої частини Канівського водосховища визначається фотосинтетичною діяльністю занурених рослин та режимом роботи Київської ГЕС. У світлу частину доби у зарослому біотопі вміст кисню значно вищий, ніж на ділянці без рослин, що є наслідком активної фотосинтетичної діяльності. Відсутність денного максимуму

та нічного мінімуму в незарослому біотопі пояснюється надходженням у ранкові часи збіднених на кисень водних мас з нижнього б'єфу ГЕС під час пікових попусків [5].

Доведено, що вплив водної рослинності на газовий режим залежить не лише від фотосинтезу, а й від розміщення листків. На прикладі *Trapanatans* у річці Гудзон показано, що фотосинтетична та дихальна функція занурених рослин має збалансований вплив на концентрацію розчиненого кисню у воді. Ситуація кардинально міняється тоді, коли плаваючі листки вкривають поверхню водойми суцільним шаром і перешкоджають газообміну між водою й атмосферою. Затінення товщі води перешкоджає процесам фотосинтезу, що призводить до виснаження запасів кисню [6].

Однак причини задухи, які періодично виникають у водоймах, що мають різний природоохоронний статус у межах природно-заповідного фонду України дослідження кисневого режиму вод до теперішнього часу не проводили.

Мета роботи – вивчити закономірності добової динаміки кисню в різних біотопах річки Удай в межах НПП «Пирятинський».

Матеріали і методи досліджень. Інформацію щодо кисневого режиму річки Удай збирали в липні-серпні 2013–2015 рр. на ділянці р. Удай в районі с. Леяки Пирятинського р-ну Полтавської обл. (Кейбалівське науково-дослідне природоохоронне відділення НПП «Пирятинський»). Вимірювання концентрації розчиненого кисню та температури води здійснювали оксиметром HANNAHI 9146 на глибині 0,3 м у трикрат-

ній повторності. Виміри проводили цілодобово через кожні 2 год. Прозорість води визначали за диском Секі. Координати встановлювали з використанням навігатора GarminTrexLegendCx.

Дослідження проводили на 3-х станціях, що принципово відрізняються за своїми гідрологічними та гідробіологічними особливостями:

– станція 1 (N50°20,135'E032°29,800) розміщена на стрижні, глибина 4 м, постійна течія, вища водна рослинність в місці вимірювань відсутня; прозорість води за диском Секі 3,0–3,5 м;

– станція 2 розміщена в лівобережному затоні, глибина 0,7 м, течія відсутня, товща води заповнена зануреною вищою водною рослинністю, поверхня води вкрита шаром ряски-малої (*LemnaminorL.*), Р. багато кореневої (*Spirodelapolyrhiz*), Р. триборозенчастої (*LemnatisulcaL.*), вольфії безкореневої (*Wolffiaarrhiza*); географічні координати – N50°20,133'E032°29,892', прозорість води за диском Секі – до дна;

– станція 3 розміщена на мілководній ділянці, що використовується як водопій для великої рогатої худоби поблизу лівого берега річки, глибина 0,7м, течія відсутня, має місце незначна кількість зануреної вищої водної рослинності; у 2013 р. поверхня води була вільна від вищої водної рослинності, дно вкривалося суцільним шаром нитчастих водоростей; у 2014–2015 рр. поверхня води накривалася шаром ряски; географічні координати – N50°20,115'E032°29,928', прозорість води за диском Секі до дна.

Результати досліджень. За матеріалами Літопису природи НПП «Пирятинський», у 2012–2014 рр.

липень та серпень характеризувалися найвищими середніми температурами повітря у приземному шарі: 21,3–25,5 °С. Температура води в червні місяці переходила межу в 20 °С і лише наприкінці серпня в окремі дні на мілководдях знижувалася до 19 °С. Коливання температури води під час наших досліджень відбувалися в межах +19,8 – +25,5 °С (рисунок 1).

Найбільш стабільним добовим температурним режимом характери-

зується станція 1. Це пояснюється найбільшою глибиною та наявністю течії. Станції 2 та 3, що розміщені на мілководдях, де практично відсутня течія, мають дещо більшу амплітуду змін температури води. Однак характер коливання добової температури води подібний на всіх трьох станціях: підвищення у ранкові часи з 7 до 13–15 год. та зниження у вечірні й нічні години з 19 до 3 год. В очевиднь, що він спряжений з прогріванням води сонячним промінням.

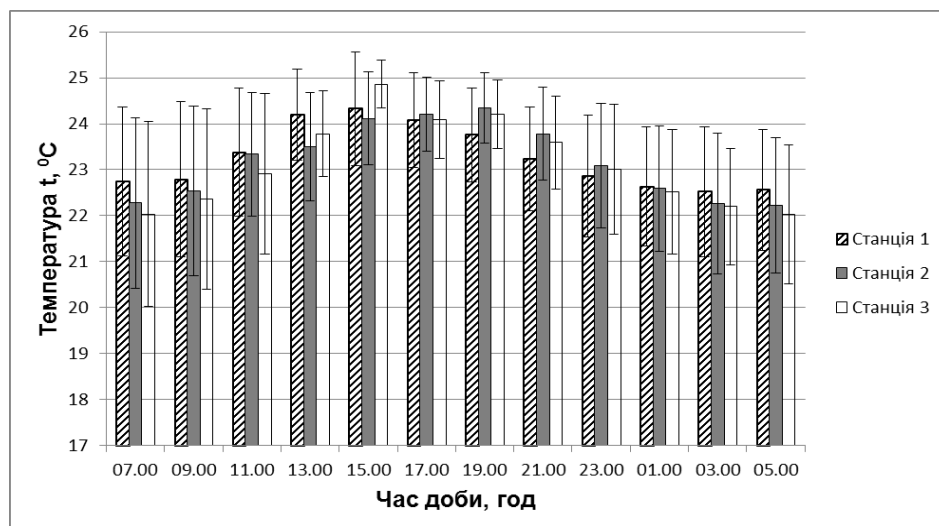


Рис. 1. Добова динаміка температури води в літній період у 2013–2015 роках

На час досліджень схід сонця припадав на 5.08–5.43, захід – на 20.23–20.59. Концентрація розчиненого у воді ріки Удай кисню в літній період змінюється у дуже широких межах: від 0,00 мг/л до 10,93 мг/л (таблиця 1).

Критично низькі концентрації розчиненого у воді кисню в р. Удай (<1 мг/л) відмічені в нічний та передранковий час доби [7]. Спільною рисою динаміки концентрації кисню

на всіх станціях за весь період досліджень є зростання в денні години та зниження – у нічні. Однак мають місце деякі особливості протікання цих процесів залежно від особливостей біотопу. На станції 1, яка вирізняється наявністю течії та значною глибиною, зміни концентрації розчиненого кисню були найменшими, протікали найбільш плавно, жодного разу не зафіксовані «нульові» значення. Лише в нічні години у липні

Таблиця 1

Добова динаміка концентрації розчиненого кисню в річці Удай

Час доби, год	Станція 1		Станція 2		Станція 3	
	М	±m	М	±m	М	±m
1	2	3	4	5	6	7
Серпень 2013р.						
07.00	3,11	0,34	1,74	0,25	0,47	0,14
09.00	3,81	0,68	1,92	0,43	0,77	0,13
11.00	3,55	0,51	1,90	0,15	0,53	0,22
13.00	3,65	0,07	1,66	0,59	8,40	0,89
15.00	3,70	0,03	2,42	0,28	10,16	1,08
17.00	3,68	0,23	3,00	0,29	9,02	1,20
19.00	3,70	0,04	2,69	0,22	8,95	1,13
21.00	3,58	0,20	2,81	0,35	8,80	0,03
23.00	2,89	0,21	1,95	0,27	0,99	0,29
01.00	2,93	0,07	1,34	0,28	0,82	0,42
03.00	2,71	0,34	0,72	0,10	0,29	0,08
05.00	2,64	0,11	0,85	0,10	0,36	0,08
Липень 2014р.						
07.00	2,01	0,06	1,57	0,25	1,20	0,37
09.00	2,43	0,10	1,41	0,49	0,89	0,14
11.00	2,35	0,36	2,24	0,20	0,85	0,15
13.00	3,40	0,11	2,18	0,16	1,24	0,12
15.00	4,21	0,34	2,99	0,24	2,33	0,09
17.00	3,92	0,19	2,51	0,02	1,65	0,24
19.00	2,93	0,07	1,98	0,22	2,09	0,32
21.00	3,53	0,15	1,67	0,35	1,32	0,08
23.00	3,08	0,14	1,41	0,07	1,41	0,16
01.00	3,31	0,21	2,07	0,36	1,46	0,20
03.00	2,89	0,08	1,85	0,42	1,08	0,40
05.00	2,86	0,02	2,16	0,06	1,07	0,07
Липень 2015 р.						
07.00	2,25	0,05	1,60	0,05	1,37	0,10
09.00	3,16	0,13	2,05	0,12	1,76	0,07
11.00	3,24	0,02	2,09	0,12	2,21	0,50
13.00	3,10	0,04	1,48	0,15	1,41	0,03
15.00	3,20	0,07	1,64	0,30	2,34	0,64
17.00	3,26	0,09	2,02	0,17	2,00	0,25
19.00	3,21	0,04	2,51	0,01	1,59	0,06
21.00	3,20	0,05	1,94	0,14	1,34	0,04
23.00	2,82	0,10	0,86	0,16	0,22	0,19
01.00	2,67	0,06	1,11	0,41	0,00	0,00
03.00	0,98	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
05.00	0,62	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00

2015 року падіння рівня розчиненого кисню були нижчими за 2 мг/л.

Мілководні станції 2 та 3 характеризуються значними перепадами концентрації розчиненого кисню. Швидкість цих змін значно більша. Вже з 23 год., з настанням темряви, в цих біотопах складаються умови гострого дефіциту кисню – до 0 мг/л у передранкові години. Особливо значні коливання концентрації кисню зафіксовані на станції 3 18 серпня 2013 р., у денні години вода була пересичена киснем ($10,16 \pm 1,08$ мг/л), що відповідає 123% від повного насичення. В нічні години мало місце зниження до $0,29 \pm 0,08$ мг/л.

З огляду на те, що розчинність газів у воді залежить від температури, нами здійснено кореляційний аналіз процесів насичення води киснем та прогрівання водних мас. Встановлено позитивний зв'язок між змінами температур та концентрації в воді кисню (коефіцієнт від 0,88 до 0,9). Це суперечить загальним фізичним закономірностям розчинності газів у воді. Отже, безпосередній вплив змін температури води на розчинність не визначає динаміку газового режиму в р. Удай.

Зростання концентрації розчиненого кисню в денні години відбувається в очевидь під впливом фотосинтезу вищої водної рослинності та водоростей. Річка Удай характеризується високою прозорістю води. Тому за високих літніх температур процеси фотосинтезу мають відбуватися інтенсивно. Однак на мілководних ділянках, що поросли вищою водною рослинністю, можуть складатися умови з недостатньою освітленістю. Водна поверхня на Станціях 2 та 3 у 2014–15рр. в період досліджень була

повністю вкрита шаром ряски товщиною 3–10 см. У різних комбінаціях цей шар був утворений ряскою малою, р. триборозенчастою, р. багатокореневою та вольфією безкореневою.

Затінення товщі води та дна обмежує фотосинтез зануреної рослинності. Через це мілководні станції характеризуються нижчим умістом розчиненого кисню в денні часи. Про міру впливу затінення можна судити по показниках, що одержані на станції 3 18 серпня 2013 р. Під дією згонних вітрів водна поверхня очистилась від ряски і в сонячний день можна було візуально спостерігати виділення бульбашок кисню нитчастими водоростями. Насиченість води перевищувала 100%

Шар ряски впливає на газовий режим мілководних станцій не лише через затінення водної товщі, але й ізолюючи її від повітря. В нічні години розчинений у воді кисень витрачається на дихання гідробіонтів та на розкладання відмерлої органіки. Мілководдя річки Удай характеризуються потужними донними відкладами, які сягають від 10 см до 1м. Подекуди шар мулу має більшу товщину, ніж шар води над ним. За температури води понад 20 °С процеси розкладання мертвої органіки в заплавах водоймах додатково системи р. Удай відбуваються дуже інтенсивно. Якщо вдень поглинання кисню деструкторами врівноважуються фотосинтезом, то в нічні часи баланс може підтримуватися лише шляхом надходжень з атмосфери. Однак, саме цей шлях виявляється перекритим товщею плаваючої вищої водної рослинності. Такого роду вплив мали зарості *Trapanatans* у річці Гудзон [5]. Саме така ізоляція шаром ряски

спричинила повну відсутність кисню на станціях 2 та 3 на річці Удай в передранкові години під час наших досліджень у 2014–2015 рр.

Висновки

Річка Удай характеризується низькими показниками концентрації розчиненого кисню в літній період, які здебільшого не перевищують 4 мг/л. Добова динаміка кисню у воді річки Удай має типовий характер з підвищенням показників вдень та зниженням в темну пору доби, що визначається інтенсивністю процесів фотосинтезу. Температура має

опосередкований вплив на зміни концентрації кисню шляхом інтенсифікації процесів розкладання органіки в літній період. Ризик виникнення літніх придух на мілководних ділянках заплавної системи річки Удай у межах НПП «Пирятинський» зумовлюється ізоляцією водної поверхні від атмосферного повітря потужним шаром ряски. Цей чинник унеможливорює інвазію кисню з атмосфери. Особливо несприятливий кисневий режим складається в нічні часи через гальмування фотосинтезу та інтенсивного споживання кисню гідробіонтами за високих температур.

Література

1. Малі річки України: Довідник / А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Богатов та ін.; За ред. А. В. Ячика. – К.: Урожай, 1991. – 296 с.
2. Кравчинський Р. Л. Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Інгулець // Наук. праці УкрНДГМІ, 2009, Вип. 258. – С. 149–159.
3. Осадчий В.І., Осадча Н.М. Кисневий режим поверхневих вод України // Наук. праці УкрНДГМІ, 2007, Вип. 256. – С. 265–285.
4. The diurnal variation of the physico-chemical parameters of a lowland river flow in a semi-arid landscape with human interferences in Zimbabwe Clifford Tafangenyasha, Brian E. Marshall and Lawrence T. Dube International Journal of Water Resources and Environmental Engineering Vol. 2 (6), pp. 148–163, September 2010.
5. Цапліна К.М. Функціональні показники занурених рослин водосховищ у різних гідрологічних та гідрохімічних умовах // Науковий збірник Київський національний університету ім. Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001, Том 2. – С. 696–701.
6. Temporal dynamics of dissolved oxygen in a floating-leaved macrophyte bed Kara Goodwin, Nina Caraco and Jonathan Cole Freshwater Biology (2008) 53, 1632–1641.
7. Подобайло А.В., Омеляненко І.С. Добова динаміка розчиненого кисню в річці Удай в межах національного природного парку «Пирятинський» // Інтегроване управління водними ресурсами: наук. збірник / За ред. В.І. Щербак. – 2014. – С. 154–159.

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ

УДК 502.5:573.6:631.51.82

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД БЕЗВІДХОДНОГО І СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Задорожня Г.П., Кваша Т.К.
Український інститут науково-технічної інформації
вул. Леонтовича, 180, 03150, м. Київ
uintei@uintei.kiev.ua

Досліджено стан та тенденції розвитку екологічно чистого сільського господарства, технології засобів захисту рослин та їх генетичне перетворення. Розглянуто нанобіотехнологічні технології очищення ґрунтів та води, схеми сертифікації органічної сільськогосподарської продукції з застосуванням конвергентних інформаційно-космічних технологій дистанційного контролю. *Ключові слова:* сільське господарство, екологічні технології, захист рослин, очищення ґрунтів, сертифікація органічної продукції.

Зарубежный опыт безотходного и устойчивого развития сельского хозяйства. Задорожная Г.П., Кваша Т.К. Исследовано состояние и тенденции развития экологически чистого сельского хозяйства, технологии средств защиты растений и их генетическое преобразование. Рассмотрены нанобиотехнологични технологии очистки почв и воды, схемы сертификации органической сельскохозяйственной продукции из применением конвергентных информационно-космических технологий дистанционного контроля. *Ключевые слова:* сельское хозяйство, экологические технологии, защита растений, очистки почв, сертификация органической продукции.

Foreign experience of non-waste and sustainable development of agriculture. Zadorozhnyia G., Kvasha T. The state and trends of the development of ecologically pure agriculture, technologies of plant protection means and their genetic transformation are investigated. Nanobiotechnological technologies of soil and water purification, schemes of certification of organic agricultural products using converged information-space technologies of remote control are considered. *Keywords:* agriculture, ecological technologies, plant protection, soil clearing, certification of organic products.

Сільське господарство світу в найближчі 50 років розвиватиметься в умовах істотних обмежень на глобальному рівні: відсутність доступних нових земель; зміна кліматичних умов (температурного режиму та режиму

опадів); деградація ґрунтів; зростаючий регіональний дефіцит прісної води; зниження темпів зростання врожайності навіть при збільшенні обсягу внесення добрив; відсутність нових рибних ресурсів; зростання

чисельності населення; використання екологічно чистої продукції у зв'язку з підвищенням добробуту населення.

У зв'язку з цим у найближчі десятиліття людство буде активно вирішувати ці проблеми. Наприклад, у Китаї основною проблемою сільського господарства буде перехід з переважно вегетаріанської дієти на дієту з великою часткою м'ясних продуктів, що вимагатиме збільшення в кілька разів використання поживних речовин, прісної води, ґрунтів. Значно зросте навантаження на сільське господарство, що сприятиме негативному впливу на навколишнє природне середовище. Для країн африканського континенту характерні інші проблеми – низька врожайність і негативний вплив розширення посівних площ на довкілля (вирубування лісів і опустелювання). Росія у близькій перспективі відчуватиме істотну залежність від імпорту продовольства (м'ясна продукція), розвитку міжнародних ринків. Можливо, що зберігатиметься нестійка ситуація у довгостроковому періоді.

Різке підвищення врожайності може одночасно посилити негативний вплив на навколишнє середовище через викиди парникових газів (особливо метану і закису азоту, які перевищують парниковий ефект CO_2), ерозії ґрунтів, виснаження горизонтів прісної води, посилення евтрофікації, знищення біорізноманіття через переведення земель у сільськогосподарське використання.

Для запобігання глобальних викликів у сфері продовольчої безпеки людство потребує сільського господарства нового типу, що відповідатиме моделі безвідходної економіки за принципами сталого розвитку. Саме цим питанням приділяють значну увагу провідні

міжнародні організації та національні уряди, особливо, розробці нових ресурсоощадних технологій [1; 2].

Великобританія є батьківщиною всесвітньо відомих результатів сільськогосподарських досліджень в галузі технологій і науки (селекція рослин і тварин, дистанційне зондування, метеорологічне прогнозування). Зокрема, технології Agri-Tech спрямовані на вирішення проблем харчування зростаючої кількості населення та збереження природного середовища [3].

Майбутнє сільського базується засновано на застосуванні автоматизованих систем у прийнятті рішень, комплексній автоматизації і роботизації виробництва, технологіях проектування і моделювання екосистем. Ця тенденція передбачає мінімізацію використання зовнішніх ресурсів (паливо, добрива і агрохімікати) за умов максимального залучення локальних факторів виробництва (поновлювані джерела енергії, біопалива, органічні добрив тощо).

Розвиток перспективних технологій захисту рослин

У більшості країн світу використання нових технологій забезпечує ефективні результати щодо боротьби зі шкідниками, відновленням і збереження корисних властивостей ґрунтів і ґрунтових вод. Здійснення дистанційного інтегрованого контролю сприяє дотриманню сертифікаційних вимог до органічного сільського господарства. Підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь і здешевлення продуктів харчування в другій половині XX століття пов'язані з розробкою широкого спектра отрутохімікатів, які забезпечують користування захисту врожайів сіль-

ського господарських культур від шкідників. Дослідженнями виявлено, що лише рослиноїдні комахи знищують до чверті врожаю і така ситуація лише посилюватиметься у зв'язку з адаптаційною мінливістю живих організмів (під впливом пестицидів формуються стійкі до них популяції шкідників) [3].

У 2004 р. Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі значно обмежила використання хімічних пестицидів і значну увагу приділяє розробці нових технологій боротьби з хворобами рослин.

Альтернативою традиційної хімізації є новітні досягнення біотехнології. Проблему захисту рослин від шкідливих організмів на сучасному етапі розвитку людства вирішується через створення і застосування біологічних засобів захисту рослин (біопрепарати, ентомофаги і біологічно активні речовини). Основу біологічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів становлять існуючі в природі мікроорганізми, комахи, кліщі та інші представники фауни, а також речовини, що продукуються ними. Їхнє застосування не завдає шкоди навколишньому середовищу і засвідчує не лише високу екологічну безпеку цих засобів, але й економічну ефективність, яка близька, а іноді й перевищує відповідні показники у разі використання хімічних пестицидів. Важливу роль відіграють також високоспецифічні біопестициди, що не мають побічних екологічних ефектів наприклад токсини, які шкідливі тільки для невеликої кількості видів живих організмів, що виробляються генно-модифікованими рослинами або мікробними спільнотами – симбіонтами рослин) [3].

Швидше за все, маючи на меті збільшення врожайності на обмеженій

площі одночасно зі стійкістю до змін клімату, людство буде активно використовувати генетичне перетворення рослин. На сьогодні генну модифікацію використовують в основному у виробництві сої (70% від усієї площі під культурою), бавовни (49%), кукурудзи (26%), ріпаку / канола (21%). Площа під ГМ-культурами становить 9% від світової площі під сільськогосподарськими культурами, переважно це США, Бразилія, Аргентина, Індія, Канада та Китай [4].

Світовий ринок ГМ-культур (фрукти, овочі, горіхи, сухофрукти та інші продукти садівництва і квітникарства, стійкі до шкідників) до 2020 р. сягатиме 781 млн дол. проти 436 млн дол. у 2015 р. Площі під посівами генно-модифікованих культур до 2030 року можуть скласти до 300–320 млн га. Ці культури стійкі до шкідників за рахунок генів, що експресують специфічні біотоксини (в тому числі на основі Bt) [3].

У цьому напрямку були розроблені в різні періоди дві технології: – технологія ряду трансгенних сільгоспкультур з генами Bt, токсичними для комах і нешкідливими для людини (період 1990–2014 рр.);

– інтеграція мікробних спільнот, які б виробляли ендотоксини безпосередньо в агроєкосистемі (період до 2030 р). Використання цих технологій у виробництві сприятиме підвищенню врожайності сільськогосподарських культур на 25% за рахунок знищення рослиноядних комах в агроценозах, зниженню отруєнь і захворюваності працівників сільського господарства через застосування агрохімікатів, скороченню терміну до збору врожаю після обробки сільськогосподарських угідь отрутохімікатами.

Нанобіотехнологічні технології очищення ґрунтів та води

Використовувані в сільському господарстві агрохімікати, утворювані стоки і звалища, а також радіаційні відходи негативно впливають на ґрунти і ґрунтові води, піддаючи їх все більш інтенсивнішим кумулятивним забрудненням. Механічні та хімічні методи їх ремедіації надзвичайно дорогі при застосуванні на великих територіях, найчастіше пов'язані з видаленням і утилізацією родючого шару ґрунту і не дають достатнього очищення. Нанота біоремедіація, взяті окремо, також мають недоліки. Так, рівномірний розподіл наночастинок, що виконують адсорбційні й нейтралізуючі функції, по всій площі і товщі ґрунту який піддається ремедіації, надзвичайно важкий через тенденцію наночастинок до злипання. Біологічні методи не завжди можна застосовувати через високу універсальну токсичність окремих забруднювачів, неможливості знешкоджувати біологічними методами окремі прості токсини. У ряді випадків ці проблеми можуть вирішити конвергентні нанобіотехнологічні технології за рахунок доставки і розподілу реагуючих наночастинок мікроорганізмами, переробки мікроорганізмами результатів реагування наночастинок з контоменантами, або адгезії до наночастинок проміжних токсичних продуктів біопереробки небезпечних забруднювачів.

Для очищення ґрунтових вод і ґрунтів пропонуються дві технології: нуль-валентне залізо вперше використано в якості реагента для наноремедіації ґрунтів і ґрунтових вод (2000 р.) та використання конвергентних нанобіотехнологічних технологій (2020 р.).

Застосування цих технологій сприяло значному скороченню витрат на ре

медіації великомасштабних забруднених об'єктів порівняно із застосуванням традиційних механічних і хімічних методів, скороченню часу, необхідного для повного очищення ґрунтів і ґрунтових вод, можливості відмови від видалення та утилізації родючого шару ґрунту, що дасть змогу зберегти очищені території для сільськогосподарського використання, одночасного очищення і біологічної активації ґрунтів (комплексне харчування рослин, підвищення інтенсивності фотосинтезу за рахунок удобрювальних властивостей деяких препаратів-біодеструкторів).

Здійснено структурний аналіз використовуваних наночастинок для ремедіації ґрунтів і ґрунтових вод, %: нанорозмірне нуль-валентне залізо (60%), біметалічні частинки (29%), емульговане нуль-валентне залізо (9%), наноксиди (2%).

Обсяг глобального ринку нанотехнологій для охорони навколишнього середовища в 2020 р. при прогнозованому щорічному темпі приросту 10,2% може становити 41,8 млрд дол., причому чверть цього ринку припадатиме на наноремедіацію [3]. Наведені технології сприятимуть одержанню екологічно чистої органічної продукції. Структура роздрібної торгівлі органічними продуктами харчування у світі становить у млн євро: у США (27), Німеччині (7), Франції (4,8), Китаї (3,7) Канаді (2,5), Великобританії (2,3), Італії (2,1), Швейцарії (1,8), інших країнах (9,9).

У розвинених країнах (США, Німеччина, Китай, Франція, Канада, Великобританія, Італія, Швейцарія) та в Росії діють схеми добровільної сертифікації екологічної відповідальності та схеми сертифікації органічної сільськогосподарської продукції, побудовані на періодичній перевірці виробни-

ків акредитованими аудиторами. Дуже часто трапляються випадки одержання недостовірних результатів, а тому використовуються більш досконалі методи дослідження, які базуються на конвергентних інформаційно-космічних технологіях дистанційного контролю. Цілодобовий багатопараметричний моніторинг сільгоспугідь можна реалізовувати за рахунок конвергентних інформаційно-космічних технологій дистанційного контролю на основі угруповань нано- та пікосупутників, флотів беспілотних літальних апаратів (БПЛА), сенсорних мереж та інфраструктур розподілених обчислень БПЛА, що літають по заданих маршрутах на висоті до 100–150 м і здійснюють спектральну зйомку місцевості навіть при сильній хмарності. Сенсорні мережі відстежують лише незначні зміни концентрації небезпечних речовин у навколишньому середовищі. Інтеграція моніторингових даних та застосування алгоритмів

їхнього інтелектуального аналізу дозволяють ідентифікувати додаткові ризики екологічних порушень [5; 6].

Застосування конвергентних інформаційно-космічних технологій дистанційного контролю дозволить обмежити недобросовісну конкуренцію на ринку органічної сільгосппродукції, підвищити довіру споживачів до органічної продукції, якість і безпеку органічної сільгосппродукції за рахунок проведеного в режимі реального часу багатопараметричного моніторингу земель, які використовуються для органічного землеробства.

Для вирішення проблем у сфері продовольчої безпеки людства необхідне сільське господарство нового типу, що відповідає моделі безвідходного виробництва та принципам сталого розвитку, а тому досвід та тенденції світового наукового, технологічного та інноваційного розвитку доцільно взяти до уваги спеціалістам державної сфери та науковцям.

Література

1. Федоренко В.П. Достижения и перспективы биологического метода защиты растений в Украине / В.П. Федоренко, А.Н. Ткаленко, В.П. Конверская // Информ. бюл. ВПРС МОББ. – 2009. – № 39. – С. 5–11.
2. Білітюк А.П., Скуратовська О.В., Писаренко П.В. Біологізація технології – засіб підвищення урожаїв і якості зерна/ А.П. Білітюк, О.В. Скуратовська, П.В. Писаренко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2007. – № 3. – С. 92–98.
3. Стратегія для сільськогосподарських технологій. – [Електронний ресурс]. / Режим доступу : https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/227259/9643-BIS-UK_Agri_Tech_Strategy_Accessible.pdf. – 2013. – 52 с.
4. Рациональное природопользование / Глобальные технологические тренды. – 2016. – № 7. – С. 1–4. [Електронний ресурс]. / Режим доступу : <https://issek.hse.ru/trendletter/news/187434013.html>
5. Біомаса – найшвидший спосіб скорочення викидів вичерпного вуглецю [Електронний ресурс]. / Режим доступу : https://docviewer.yandex.ua/?url=https%3A%2F%2Fcorporate.vattenfall.com%2Fglobalassets%2Fcorporate%2Fabout_vattenfall%2Fresearch_and_development%2Fr-d_magazine_december_2010.pdf&name=g-
6. Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция. под ред. Д.И. Дубровского. М.: ООО «Издательство МБА», 2013. – 272 с.
7. Инновационная цивилизация XXI века: конвергенция и синергия – технологий. Тенденции и прогнозы на 2015–2030 гг. [Електронний ресурс]. / Режим доступу : http://www.vixri.ru/wp-content/uploads/2011/08/inf3_2010.pdf

ВЗАЄМОДІЯ ЛЮДИНИ І ПРИРОДИ – ЇЇ РОЗУМІННЯ СУСПІЛЬСТВОМ

Гетьман В.І.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, м. Київ
wi.getman@gmail.com

Капіталістична система господарювання (де головне прибуток) у сучасній моделі «цивілізації» є причиною глобальних екологічних негараздів та загострення взаємовідносин людини і природи. Аналізуються ці взаємовідносини та контроль людини над навколишнім природним середовищем. *Ключові слова:* довкілля, взаємодія, самознищення.

Самоликвидация человека и природы. Гетьман В.И. Капиталистическая система хозяйствования (главное – доход) в современной модели «цивилизации» является причиной глобального экологического неблагополучия и обострения взаимоотношений человека и природы. Анализируются эти взаимоотношения и контроль человека за окружающей природной средой. *Ключевые слова:* среда, взаимодействие, самоликвидация.

Self-destruction of man and nature. Hetman V. The causes of the current global environmental problems must be sought in the capitalist economic system (where income is the most important), in the modern model of “civilization” and as a consequence to this, in the relationship between man and nature that can be regarded as human impact on nature and the reaction of nature. This article analyzes these relationships, where the most important is – control of the environment by man and its thorough study. *Keywords:* environment, interaction, self-destruction.

Можна сказати, що призначення
людини полягає у тому, щоб знищити
свій рід, попередньо зробивши земну
кулю непридатною для життя...
Жан Батіст Ламарк

Бурхливий економічний розвиток у світі призвів до тотального нищення природи та безвідповідального ставлення до неї людей та владних структур. Стан природного середовища у багатьох регіонах планети опинився під загрозою жахливої деградації, коли неможливим стає його самовідновлення і самовідтворення. Процеси впливу людини на природу стали непомірно негативними і тільки прискорюються. Це парниковий ефект, дефіцит кисню та озонові діри, кислотні

дощі, згубні концентрації радіоактивних ізотопів, хімічне забруднення ґрунту, води, харчових продуктів тощо.

На очах одного покоління з'явилися отруєні річки (і моря), задушливе, шкідливе повітря, загиблі ліси (щороку у світі вирубують 11,1 млн га тропічних лісів або 21 га за хвилину), зникли сотні видів тварин і рослин (за останні 200 років швидкість елімінації видів зросла як мінімум у 40 разів). Повсюдно спостерігається виснаження ґрунтів, зни-

ження рівня ґрунтових вод, почасти-шали кліматичні аномалії.

Розвиток «цивілізації» нині супроводжується вибухонебезпечним зростанням населення Землі, обсягів відходів виробництва, споживацьким ставленням людей до життя. Процеси деградації стали не тільки природними, а й суспільними через неадекватну людську свідомість.

В умовах кризи відносин «людина – природа» [1] прогресивні вчені, науковці, які не втратили почуття відповідальності, досліджують екологічні проблеми і дають обґрунтовані рекомендації для загальмування загального «апокаліпсису» [2; 3].

Проблему стосунків людини і природи доцільно розглянути у площині екологічної культури, одним із джерел якої є землеробський, аграрний досвід наших пращурів (з часів Трипілля) щодо бережливого ставлення до природи, землі, праці землероба чи хлібороба.

У давні часи люди в сільській місцевості безпосередньо були пов'язані з природним оточенням у повсякденній діяльності. Вони добре знали кожну рослину, могли розрізнити за співом (по голосу) кожну пташину.

Сучасна пересічна людина, перебуваючи у ще відносно збереженому ландшафті, оперує доволі скупим природничим кругозором, простим набором понять: ліс, дорога, поле тощо. Сучасне населення відірване від природи, обмежене рамками свого будинку або квартири.

Докладні знання про рослини стали уділом ботаніків, птахів – орнітологів, про зоряний світ – астрономів. Тобто світ знань диференціювався і розрив людини з природою продовжує зростати. Прямо пропо-

рційно (а то й за геометричною прогресією) збільшується негативний антропогенний, споживацький вплив на природне довкілля.

Природа, отримуючи від суспільства цей негатив, відповідно до фізичного закону дії і протидії відповідає подвійною, потрійною негативною реакцією, збіднюючи тим самим ще більше матеріальний і духовний світ людини. Від нездорової екологічної ситуації ми стаємо слабшими фізично і морально. Постійні хвороби (злоякісні пухлини, неврози, інсульти) – звичайні «реквізити» сьогодення. Медична наука дала нам антибіотики і багато чого іншого, але загалом нинішнє суспільство – це віддзеркалення збідненої, знедоленої природи.

У давньому здоровому природному довкіллі люди жили довше, були сильніші і твердіші духом. Відомий український учений-археолог М.О. Чмихов за давньоіндійською (друга половина I тис. до н. е.) епічною поемою «Махабхарата» запропонував схему періодизації історії: Крита-юга (перша, золота доба), Трета-юга (друга, срібна доба), Двапара-юга (третья, мідна доба), Калі-юга (четверта, залізна доба) – з якої випливає закономірна послідовність (міфологема) погіршення людської породи. Вже навіть у назвах періодів за металами видно тенденцію до поступового збіднення людських якостей і життя суспільства [4].

Тому, поки не пізно, необхідно міняти на протилежне наше ставлення до природи, формувати новий екологічний імператив, на 180° повернути вектор моральності суспільства.

Ми, як діти Матері-землі, перебуваємо у прямій залежності від її

здоров'я, екологічного стану, а руйнуючи природний ландшафт, в якому живемо, ми втрачаємо себе як біологічний вид і соціальний організм.

За висловом вченого Сергія Подолинського, енергія Сонця через хлібороба, що працює на землі (через фотосинтез культурних рослин), перетворюється в життєві блага і духовну надбудову суспільства. Резервати дикої природи – це ті оази, де зберігається генетичний код народу (етносу, нації), те, що підтримує природне різноманіття (біотичне, ландшафтне), без якого втрачається стійкість, супротив доквілля негативним екзогенним впливам і, відповідно, екологічна рівновага та існування людської цивілізації як такої [5].

Процес віддзеркалення ландшафту у світогляді, характері і навіть житті людини добре дослідив Л.М. Гумільов на прикладі взаємовпливу етносу і ландшафту [Гумільов, 2005, 2007]. Ми можемо його лише доповнити. Якщо у середньовічній Україні, та й за часів Т. Шевченка, мальовнича українська природа відображалася у колоритному характері українців, зокрема, в їх лагідній і спокійній натурі (перейнятій від полян), їх чарівній мові, багатоголосі пісень, у барвистих і стилізованих вишиванках, то сьогоднішня знівечена природа відображена у нашому духовно убогому житті, морально викривленому «кліматі» суспільства.

Причинно-наслідкова взаємодія «людина і природа» (*causafinalis* – кінцева причина речей, за словами Ф. Енгельса), свого роду «ядерна» реакція, нині продовжується набагато інтенсивніше порівняно з минулим часом. Ми, отримавши негативний заряд, як було зазначено, від попе-

редньо збідненої природи, ще з більшою злобою нищимо, експлуатуємо земні природні ресурси. Але так безкінечно тривати не може. Буде природа – буде й людина, не буде природи – не буде й людини.

На Марсі (чи Місяці) нині існує ландшафт – мертвий. Подібний існував 4,6 млрд. років тому і на Землі (до виникнення життя). І не виключено, що Земля може до нього повернутися. Не раз траплялося, що життя на нашій планеті (зокрема, в кінці пермського періоду, більше 250 млн років тому) висіло, як говориться, на волоску.

Відповідно до сучасних космогонічних теорій зоряні скупчення Всесвіту і загалом Всесвіт від свого початку (Великого вибуху, що стався більше 13 млрд років тому; інакше – від «першоатома», суперадрона) існують у формі ритмічності (циклічності). Кожна зоряна система проходить свій «життєвий» цикл за певний відтинок часу. І всі системи зоряного світу, включаючи нашу Сонячну, знаходяться на певному відрізку цього шляху [6]. Можливо, в пермський, юрський (чи ще якийсь) геологічні періоди на Землю (коли тут не було людини) прибували представники інших цивілізацій, а зараз їх вже немає – вони зникли. Тепер ми, рано чи пізно, будемо на підході до такого завершення.

Пророчо звучить висловлювання Л. Гумільова: «В природі все старіє: тварини і рослини, люди й етноси, культури, ідеї і пам'ятники. І все, перетворюючись, відроджується відновленим» [7]. Тобто природні закони об'єктивні і неминучі. Ми живемо у Всесвіті і залежні від нього. Разом із Землею перебуваємо в 11 орбітальних рухах. Земля рухається навколо

своїї осі, навколо Сонця, разом із Сонцем навколо центру Галактики (Молочного, Чумацького шляху) і т. д. За галактичний рік, який триває 180–200 млн років, вона проходить різні ділянки космічного простору. Отже, «життя», існування Всесвіту – циклічне.

Теорія людського капіталу

Керуючись науковими рекомендаціями вчених-екологів, на сьогодні ще можна загальмувати (можливо, призупинити) планетарне падіння до системної катастрофи- екологічної, моральної, інтелектуальної тощо. Наука пропонує, як лікар хворій людині, певні рекомендації. Наприклад, відомо, що у житті потрібно контролювати хід повсякденних справ, не можна пускати все на самоті. Те саме стосується і природного середовища.

Найбільш загрозливе на сьогодні те, що ми втрачаємо контроль за екологічною ситуацією в масштабах Землі (а отже і в окремих країнах), що мав би здійснюватися у формі системного моніторингу за доповідями. Втрата такого контролю, за свідченням відомого англійського дослідника історії Арнольда Джозефа Тойнбі, була одним із чинників зникнення не тільки окремих народів, а й цивілізацій [8].

За теорією німецького вченого Т. Шульца (за яку він отримав Нобелівську премію), людина по життю часто зіштовхується з опором (негативним супротивом) довілля, в якому живе – коли виникає конфлікт (дисгармонія) з природою при вселенні людини (вимушеному чи добровільному) в нове для неї середовище і коли чинить супротив негативно змі-

нена людиною природа і до неї треба пристосовуватися. На нейтралізацію опору зовнішніх умов існування в обох випадках витрачається людський капітал (фізична і духовна сила, знання, досвід тощо), сточується життєва енергія людини аж поки не встановиться нова рівновага з доповідями.

Підтвердженням цієї теорії є історія примусового переселення у XIX ст., за часів царської Росії, українців до Сибіру. З метою освоєння цих земель царський уряд спочатку використав своїх російських (архангельських) «мужиків». Однак нічого з цієї затії не вийшло. Ті пили, не мали хисту до праці... Тоді згадали про українського хлібороба – з Полтавщини, Київщини, Чернігівщини. Почався масовий переїзд українців за Урал, куди вони не просто перебиралися на постійне місце мешкання, а принесли, що найбільш важливо, свій багатий, безцінний, тисячоліттями, з часів Трипілля, збираний аграрний досвід (плуг замість місцевої дерев'яної сохи чи рала, залізну борону, крите стійло для домашньої худоби, бо вона стояла тут відкрито, у дворі). Принесли вони туди і свою любов до праці [9].

Однак, на чужій землі не створили переселенці з України нічого особливо нового – і матеріально, і духовно (взяли хоча б фольклор). Важко було пристосуватися українському селянину з його консервативним менталітетом до чужої йому природи. Тут не було нічого такого, що пов'язувало українських людей і нагадувало б їм про далеку рідну Батьківщину. Витрачалася на пристосування до місцевих умов енергія людей (найцінніший капітал), накопичена попередніми поколіннями, з діда-прадіда. Тривала ця жорстока

внутрішня боротьба в людських душах аж поки не відбулося злиття з навколишнім світом природи, поки не встановилася екологічна рівновага. Відтак спрацювали екологічні закономірності – єдність організму та умов його існування і відповідність умов середовища генетичній приреченості організму.

Щодо конфлікту людини з довколишнім середовищем, то протягом тривалої (з часів палеоліту) сумісної еволюції (кoeволюції) природи і людини між ними існувала взаємна гармонія. В умовах нинішньої тотальної антропогенної трансформації природного довкілля така гармонія відсутня, екологічна рівновага порушена. Вкрай змінене природне середовище не відповідає нашій біологічній сутності і чинить усе більший опір людині, яка прагне його освоїти,

використати, у кращому випадку – контролювати. Тому, особливо у великих містах, страшний, негативний супротив (особливо у літню спеку) довкілля, який важко дається переживати і порівняно з сільською місцевістю – незрівнянно відчутніший.

Висновки

Суспільству, українському зокрема, необхідно жорстко і ретельно здійснювати науковий контроль (моніторинг) за довкіллям, відновити екологічну рівновагу, втрачений природний зв'язок з навколишнім середовищем. Треба стати справжніми господарями долі на своїй і нашій землі. Потрібно дбати не стільки про свої статки, скільки піклуватися про загальнодержавне, про Україну. Адже живемо на одній землі, на теренах наших пращурів, в одній державі.

Література

1. Маєр-Абіх Клаус Міхаель Повстання на захист природи. Від довкілля до спільносвіту / Клаус Міхаель Маєр-Абіх / Пер. з нім., післямова, примітки Анатолія Єрмоленка. – К. : Лібра, 2004. – 196 с.
2. Алексеенко И. Р. Последняя цивилизация? Человек. Общество. Природа / И. Р. Алексеенко, Л. В. Кейсевич. – К. : Наукова думка, 1997. – 411 с.
3. Браун Л. Р. Мир на грани. Как предотвратить экологический и экономический коллапс / Л. Р. Браун. – М. : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. – 208 с.
4. Махабхарата. Рамаяна. Пер. Ссанскрита. – М. : Худож. Лит., 1974. – Т. 2. – 608 с.
5. Подолинський С. Вибр. тв. / Сергій Подолинський. – Монреаль, 1990.
6. Концепції сучасного природознавства : Підручник / Я. С. Карпов, В. В. Кисельник, В. Г. Кремень та ін. – К. : Професіонал, 2004. – 496 с.
7. Гумилев Л. Н. Конец и вновь начало. – М. : АСТ «Хранитель», 2007. – 431 с.
8. Тойнбі Арнольд Дж. Дослідження історії / Арнольд Джозеф Тойнбі. – К.: 1995, т. 1. – 615 с.
9. Дробноход М. І., Вольвач Ф. В. Екологія як навчальна дисципліна: проблеми методології та змісту / М. І. Дробноход, Ф. В. Вольвач // Освіта і управління, 1997, № 1. – С. 13–38.

ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО

УДК 621.43.662.61

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА КОНКУРЕНТОЗДАТНІСТЬ ВОДНЮ ЯК МОТОРНОГО ПАЛИВА

Внукова Н.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
вул. Петровського, 25, 61002, м. Харків
vnukovanv@ukr.net

Розглянуто техніко-технологічні рішення, які забезпечують отримання водню на базі використання відновлювальних джерел енергії з метою його застосування в якості моторного палива. Проведено аналіз впливу енерго-екологічних факторів на конкурентоздатність водню як моторного палива на основі оцінки основних складових життєвого циклу автомобіля. Встановлена доцільність використання вітроенергетичного потенціалу на автономних автозаправних станціях. *Ключові слова:* водень, моторне паливо, відновлювальні джерела енергії, життєвий цикл автомобіля.

Оценка влияния энерго-экологических факторов на конкурентоспособность водорода в качестве моторного топлива. Внукова Н.В. Рассмотрено технико-технологические решения, которые обеспечивают получение водорода на основе использования возобновляемых источников энергии с целью его применения в качестве моторного топлива. Проведено анализ влияния энерго-экологических факторов на конкурентоспособность водорода как моторного топлива на основе оценки основных составляющих жизненного цикла автомобиля. Установлена целесообразность использования ветроэнергетического потенциала на автономных автозаправочных станциях. *Ключевые слова:* водород, моторное топливо, возобновляемые источники энергии, жизненный цикл автомобиля.

Evaluation of the influence of energy-ecological factors on the competitiveness of hydrogen as a motor fuel. Vnukova N.V. Technical and process design details that provide hydrogen production based on the use of renewable energy sources for the purpose of its use as motor fuel are considered. Analysis of the influence of energy-ecological factors on the competitiveness of hydrogen as a motor fuel on the basis of evaluation of the main components of the life cycle of a car is carried out. The expediency of using wind energy potential at autonomous filling stations is determined. *Keywords:* hydrogen, motor fuel, renewable energy sources, life cycle of car.

На сьогодні загострюється проблема охорони навколишнього природного середовища при масовій експлуатації автотранспортних засобів у міських умовах. Оскільки у світі автомобільний парк вже досяг рівня 1 млрд. од. і споживає близько поло-

вини нафтових палив, це практично змушує всі країни шукати шляхи зниження їх використання, орієнтуючись на заміщення альтернативними енергоносіями. Незважаючи на екологічні обмеження, що постійно стають жорсткішими, при збереженні сфор-

мованої на тепер структури автомобільного парку та нестримних темпів росту числа автомобілів, викиди шкідливих речовин до 2020 р. зростуть ще на 30 %. Аналіз соціально-економічної оцінки наслідків забруднення атмосфери свідчать, що найбільша частка в можливому збитку належить складовій, яка пов'язана із впливом забруднення на здоров'я людини. У мегаполісах ця складова сягає 75–80 % сумарного екологічного збитку від викидів автотранспорту.

Отже, нині актуальним стає саме розвиток таких паливних технологій в автомобільному транспорті, які б одночасно дозволили значно покращити еколого-економічні показники експлуатації автомобілів з використанням альтернативних моторних палив.

Постановка проблеми

Екологічна безпека є одним із визначальних критеріїв розвитку автотранспортних засобів (АТЗ) і вимагає глибоких досліджень, які спрямовані на поліпшення стану навколишнього середовища, зменшення його забруднення продуктами згоряння АТЗ і збереження природних біосферних комплексів для майбутніх поколінь і всього людства.

Результати забруднення атмосфери міст із інтенсивним автомобільним рухом свідчать про те, що найнебезпечнішими за ступенем впливу на організм людини є оксиди азоту (NOx) та канцерогенні вуглеводні (КВ). Їхня частка при оцінці екологічної безпеки автомобільних двигунів сягає 95 % [1; 2]. Особливо небезпечні їхні похідні – нітроканцерогенні речовини, що мають, як наслідок, явища синергізму та мутагенні властивості.

Одними з основних носіїв канцерогенів і нітроканцерогенів, що істотно посилюють їхню агресивність, є дрібнодисперсні тверді частинки (ТЧ), які мають вуглецеву основу. Тому в Німеччині введено екологічний рейтинг автомобілів за критеріями, що відбивають ступінь шкідливого впливу на здоров'я людини окремих складових відпрацьованих газів (ВГ), відповідно до якого перше місце належить КВ. У зв'язку з цим поставлено завдання перед автотранспортною інфраструктурою великих міст скоротити до 2020 р. викиди КВ не менш, ніж на 90 % [3]. Аналіз публікацій свідчить про активний пошук шляхів щодо зниження техногенного впливу ВГ автомобілів на навколишнє природне середовище [4]. Одночасно розробляються наукові основи створення та використання альтернативних джерел енергії, в тому числі альтернативних моторних палив. Доцільним стає необхідність узагальнення результатів комплексних паливно-екологічних досліджень двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) за Європейським їздовим циклом з урахуванням рівнів викидів канцерогенних інгредієнтів при використанні як традиційних нафтових, так і альтернативних палив. Вагомий обсяг наукових праць включає питання пошуку альтернативних енергоносіїв [5], у тому числі для використання в ДВЗ [6; 7]. Щодо практичного використання альтернативних і композитних палив в ДВЗ необхідне вивчення узагальнених показників з часткової участі шкідливих речовин в забезпеченні еколого-хімічної безпеки ДВЗ при використанні різних палив.

Загострюється питання щодо питомих вартісних витрат при викорис-

танні додаткових енергоносіїв, яким присвячені роботи Канавіної М. А., Сидоренко В. Ф. [8]. Це питання визначення витрат на етапах життєвого циклу [9], управління життєвим циклом запропонованих інновацій та процесів життєвого циклу в машинобудуванні, які включають дослідження зміни питомих вартісних витрат при використанні водню як додаткового енергоносія з урахуванням ресурсів для його отримання. Отже, стаття спрямована на узагальнення теоретичних і експериментальних даних з розробки методів більш ефективного спалювання моторних палив і екологічно прийнятного їхнього використання у ДВЗ з використанням водню, як вторинного енергоносія, який одержано з урахуванням питомих вартісних витрат за допомогою первинних енергоносіїв.

Результати досліджень

Цілі та задачі орієнтовані на експериментальне та методологічне вивчення таких питань:

- розгляд та виділення найнебезпечніших речовин, які характеризують екологічну безпеку (небезпеку) автотранспортних засобів, а їх вмістом у ВГ автомобілів;

- проведення експериментальних досліджень щодо практичного підтвердження оцінки досконалості і технічного стану автомобілів, яка базується, в тому числі, на індикаторі сумарної канцерогенності автомобілів, ($M_{\text{ЕПАР}}$);

- розрахунок питомих вартісних витрат при використанні водню як додаткового енергоносія в автотранспорті з вивченням розгляданням можливості його одержання за різними паливними технологіями та

використанням у композитних паливах як альтернативи традиційним моторним паливам.

Технології виробництва водню та експериментальні випробування використання бензинових паливних композицій (БВПК)

Перспективним є шлях зниження канцерогенно-мутагенної небезпеки ДВЗ і скорочення експлуатаційних витрат традиційних нафтових палив за рахунок використання альтернативних палив, включаючи водень, який можна застосовувати як основне, так і додаткове паливо [10]. Результати досліджень свідчать, що ініціювання властивості водню робить його надзвичайно ефективним для застосування в автомобільних ДВЗ як додаткового палива, що відіграє роль активатора процесу горіння. На рис. 1 наведено дані щодо зміни ефективності спалювання бензоводневих паливних композицій та токсичних характеристик ДВЗ.

Результати аналізу експериментальних даних, одержаних при випробуванні автомобілів різних марок, показали, що по масових викидках

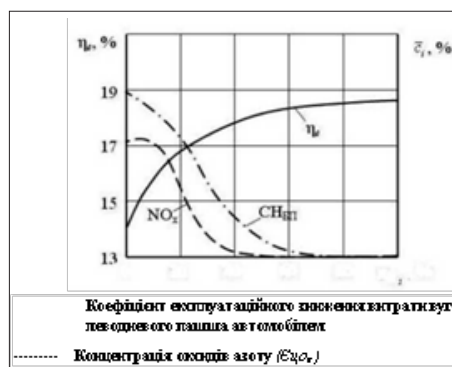


Рис. 1. Вплив домішок водню (g_{H_2}) на економічні (m_e) та екологічні ($сi$) показники ДВЗ

одного з найбільш вивчених КВ – бенз (а) пірену (БП) можна визначати рівні викидів компонентів пріоритетної групи поліароматичних вуглеводнів поверхнево активних речовин (ПАР) і оцінювати сумарну канцерогенність ВГ без повного хімічного аналізу всього спектра ПАР, що є досить складною процедурою. Інтегральні екоканцерогенні показники автомобілів з ДВЗ значною мірою визначаються їх експлуатаційною паливною економічністю, параметричною стабільністю та якістю палив, зокрема їх енергетичними показниками та співвідношенням в їх складі вмісту вуглецю, водню та ароматичних вуглеводнів [11; 12]. Отже, результати аналізу і узагальнення даних чисельних досліджень підтвердили, що БП є надійним показником рівнів викидів пріоритетної групи канцерогенних вуглеводнів і може застосовуватись як індикатор сумарної канцерогенності ($M_{\Sigma \text{ПАР}}$) ВГ автомобілів згідно розрахунку за формулами:

$$M_{\Sigma \text{ПАР}} = 34,6 \times m_{\text{БП}} \quad (1)$$

$$M_{\Sigma \text{ПАР}(k)} = 11,6 \times m_{\text{БП}} \quad (2)$$

$$\sum (m_{\text{БП}} \times IKA) = 1,3 \times m_{\text{БП}} \quad (3)$$

де – масовий викид і-ї речовини з ВГ автомобіля, г/км; ІКА – індекс канцерогенної агресивності компонентів пріоритетної групи КВ, $ICA_{\text{БП}}=1$.

Випробування легкових автомобілів та мікроавтобусів з ДВЗ на стенді з біговими барабанами за міським їздовим циклом та подальшою їх експлуатацією при використанні бензоводневих паливних композицій (БВПК) показали істотне поліпшення їх економічних і екологічних показників. Встановлено, що в умовах міської

експлуатації вказаних транспортних засобів при використанні збіднених бензоводневоповітряних сумішей (частка водню $g_{H_2} < 10$ % мас.) забезпечується зменшення витрати нафтового палива до 40 % (за рахунок заміщення бензину воднем і підвищення експлуатаційної паливної економічності автомобіля) та зниження викидів з ВГ: J_x – в 8 разів, а канцерогенних вуглеводнів (зокрема, БП) – на порядок і більше.

Зміна питомих вартісних витрат ($83(p+H_2)$) при використанні водню як додаткового енергоносія, які В умовах міської експлуатації легкових автомобілів з ДВЗ сумарні паливні витрати при використанні збіднених бензоводневоповітряних сумішей з традиційним іскровим запалюванням, не перевищують вказаних витрат в порівнянні з бензином при $\zeta = 3,0$ і $g_n < 0,15$. А при $\zeta = 2,0$ і $g_n = 0,3$ рівень сумарних витрат на паливо зменшується на 15 %. Таким чином, додавання водню до збіднених бензо-повітряних паливних сумішей в ДВЗ є економічно виправданими при існуючих цінах на паливо навіть без урахування поліпшення їх еколого-хімічних показників.

Додатковим стимулом вибору водню як енергоносія для автотранспорту є технологічний прорив, пов'язаний з освоєнням паливних елементів (ПЕ) як джерела електроенергії для електродвигуна, що використовується для переміщення автомобіля. У цьому випадку автомобілі на базі водню мають більш високу ефективність, тому що ККД паливного елемента сягає 60 % на відміну від ДВЗ у якого цей показник не перевищує 30 %. Крім того, водневий автомобіль із ПЕ є високоекологічним, тому що

викидами є тільки водяна пара – сліди мастильних матеріалів і тверді частинки, що утворюються при зношуванні гальмових колодок і покришок. Тому в ряді країн Європи почалося широке застосування водню в легкових автомобілях і міських автобусах як основного, так і додаткового енергоносія. За даними компанії GMBH на теперішній час налічується більше 200 типів автомобілів та автобусів, що працюють на водні, при цьому третина з них оснащена ДВЗ, а дві третини – енергоустановками з використанням паливних елементів.

В основі технологій, що дозволяють одержувати водень, лежать процеси виділення водню з воденьвміщуючих з'єднань на базі фізико-хімічних перетворень або розкладання молекул води. Тому вартість первинних енергоресурсів, що використовуються при одержанні водню, який є вторинним енергоносієм, має визначальне значення для оцінки доцільності його використання, при проведенні техніко-екологічного обґрунтування.

Сучасний рівень водневих технологій, які реалізуються зокрема в електрохімічних установках, створених в Інституті проблем машинобудування Національної академії наук України ім. А. М. Підгорного (ІПМаш НАНУ), дозволяє виробляти і накопичувати водень в системах з високим тиском, безпосередньо в умовах водневих заправних станцій і використовувати його в якості екологічно чистого палива в автомобільних двигунах, що знижує токсичність відпрацьованих газів транспортних засобів і забезпечує економію вуглеводневих енергетичних ресурсів [13; 14].

Інтегральна оцінка повного споживання енергії та супутніх цьому вики-

дів забруднюючих речовин при різних технологіях одержання й використання водню на автомобільному транспорті, дозволяє отримати дані, щодо оцінки викидів не тільки від використання палива безпосередньо у двигуні автомобіля, але й по всьому паливному циклу починаючи від одержання первинного енергоносія, забезпечення функціонування інфраструктури для виробництва й доставки водню до бака автомобіля, а також з урахуванням витрат, пов'язаних з виробництвом самого транспортного засобу і його наступною утилізацією [15]. Це дає можливість оцінити повне навантаження на навколишнє середовище й підійти до розрахунку соціально-економічної складової запропонованих технологій.

Як відмічалось автомобіль на водні з ПЕ є практично чистим технологічним об'єктом, якщо розглядати тільки стадію його використання. Однак, при цьому слід враховувати значні витрати енергії та відповідні викиди в навколишнє середовище на стадіях видобутку сировини й генерування електроенергії для одержання водню. Крім того, необхідно додати витрати, що пов'язані з різницею виробництва традиційного й водневого автомобілів, адже конструкція вузлів і агрегатів, а також склад матеріалів, які використовуються, помітно різняться. Аналіз результатів закордонних досліджень свідчить, що подорожчання водневого автомобіля при виході на комерційне використання оцінюється в розмірі близько 20–30 % порівняного з бензиновим аналогом [16; 17]. Тому для коректного порівняння ефективності водневих технологій варто аналізувати повні витрати енергії на реалізацію життєвого циклу виробу

з урахуванням екологічних факторів, характерних для кожного з етапів. Результати такого комплексного аналізу є основою вибору пріоритетних напрямків інноваційної діяльності й розробки стратегії розвитку автомобільного транспорту.

**Аналіз та оцінка впливу
енерго-екологічних факторів
на конкурентоздатність водню
як моторного палива**

Враховуючи, що використання відновлювальних джерел енергії є пріоритетним напрямом енергетичної політики, розглянемо техніко-економічні показники електролізних технологій виробництва водню при використанні електроенергії від вітрової електростанції та електростанції на сонячних фотоелектричних перетворювачах.

При проведенні аналізу були використані вартісні параметри основних елементів технологічних схем (у тому числі, розроблених в ППМаш НАНУ ім. А. М. Підгорного – п. 1–3):

1. електролізер високого тиску (30,0 МПа) -12000 дол./м³ H₂ [18].
2. метало гідридний термосорбційний водневий компресор – 1000 дол./м³ H₂ [19].
3. установка по скрапленню водню на базі метало-гідридного термосорбційного водневого компресору – 60000 дол./кг H₂ [20].
4. система зберігання водню в стислому вигляді (70,0 МПа) – 2000 дол./кг H₂.
5. Система зберігання рідкого водню -3000 дол./кг H₂.

Для зберігання водню розглянуто технології його накопичення під тиском у газоподібному стані та криогенний спосіб зберігання зрідженого

водню. Визначено, що зберігання водню під тиском у газоподібному стані обходиться в 5–6 разів дешевше, ніж при криогенному внаслідок того, що вартість ємностей та витрати на компримування водню істотно нижче сумарних витрат на зрідження, зберігання водню і його реконденсацію.

Для транспортування стислого водню пропонується використовувати вантажні автомобілі з ємностями високого тиску, для зрідженого водню – вантажні автомобілі з криогенними танками.

Сучасні технології виробництва ємностей, що працюють під високим тиском, зокрема з композитних матеріалів, дозволяють суттєво знизити матеріалоємність балонів. При виготовленні таких балонів використовується тонкостінна металева оболонка (лейнер) з нержавіючої сталі або алюмінію, яка значно підсилюється оболонкою з композитного матеріалу. Порівняно з суцільнометалевим питома маса балона знижується в 2–3 рази. Компанія “Quntum – Tecstar” розробила для водню металокомпозитні заправні баки для автомобільного транспорту на робочий тиск 70 МПа [21]. При такому тиску питомий обсяг зберігання газоподібного водню наближається до питомого обсягу його зберігання в рідкому стані. Для транспортування газоподібного водню розроблено конструкцію автопричепа, основу якого становлять 10 одиниць сферичних ємностей високого тиску зі сталі 12ХН2МДФ-Ш об'ємом 0,9 м³ з робочим тиском 31,3 МПа, які виготовлено ВАТ «Сумське машинобудівне наукове виробниче об'єднання ім. Фрунзе». Середній обсяг перевезення водню одним вантажним авто-

мобілем становить близько 1400 кг для газоподібного водню під тиском і близько 1600 кг для рідкого водню. Вартість доставки водню на відстань 1000 км становитиме: для газоподібного водню 3,0 дол./кг при автомобільних перевезеннях і для рідкого водню – 4,0 дол./кг.

Наступною складовою при використанні водню є витрати на заправлення автомобілів на рідкому і газоподібному водні під тиском. Капітальні витрати на створення автономної заправної станції для стислого водню становлять ~270 тис. дол. США (для зрідженого водню – 450 тис. дол. США). При терміні служби устаткування на роздавальній колонці для стислого водню 15 р. та 10 р.

для зрідженого газу вартість водневого палива у споживача зростає на 0,3 дол./кг для стислого водню і на 0,5 дол./кг – для рідкого. Отже, інфраструктурні витрати в сумі збільшують вартість водню (додатково до вартості його одержання) в боці автомобіля на 0,1–1,5 дол./кг для газоподібного водню і приблизно на 2,3–3,0 дол./кг для зрідженого, що повністю виключає його з конкурентно-здатних технологій в автотранспортній інфраструктурі. Для підвищення ефективності використання водню, виготовленого за допомогою вітрових електростанцій (ВЕС), необхідне суттєве зниження вартості ВЕС, у першу чергу, за рахунок складової вартості фотоелектричних перетворювачів.

Таблиця 1

Оцінка повних витрат енергії та викидів до атмосфери при використанні різних паливних технологій в автомобільному транспорті

Тип виробництва	Водень (електроліз ВЕС)	Бензин	Дизельне паливо
Всього енергія, МДж/1000 км	2250	3700	2700
Паливний цикл, %	28	17	14
Експлуатація автомобіля, %	41	66	66
Виробництво автомобіля та рециклінг, %	31	17	20
Викиди кг/1000 км			
CO ₂	76	23,9	21,5
VOC (volatile organic compounds)	16,6	33,2	23,3
CO	27,2	135,3	84,0
NO _x	11,0	22,8	22,2
ТЧ 2,5-10 мкм	12,5	12,2	11,7
ТЧ менш ніж 2,5 мкм	4,6	5,1	4,9

У табл. 1 наведено результати розрахунку повних витрат енергоресурсів при використанні традиційних моторних палив і водню, який одержують за різних технологій його виробництва. Такий комплексний підхід дозволяє давати обґрунтовану

економічну оцінку збитків за результатами використання різних водневих технологій на автотранспорті [21].

Дані табл. 1 свідчать що різні водневі технології потребують від 2700–3700 МДж/1000 км, в той час як для водневого авто цей показник не

перевищує 2250 МДж/1000 км. При цьому безпосередньо в процесі експлуатації автомобіля витрачається від 40 до 70 % енерговитрат, а інші розподілені приблизно однаково між витратами на одержання моторних палив та виготовлення автомобіля, включаючи матеріали. Сумарні питомі викиди CO₂ протягом життєвого циклу виробу сягають 200–250 кг/1000 км, а інших забруднювачів – від 2,0 кг для дизельного палива та 2,5 кг – для бензину. При використанні поновлюваних джерел енергії (зокрема ВЕС) для одержання водню шляхом електролізу ці показники становлять 75 %, що свідчить про доцільність залучення до сфери практичного використання у водневій інфраструктурі вітроенергетичного потенціалу.

Загалом по розглянутих технологіях виробництва водню і його використанню в автотранспорті та з урахування даних щодо оцінки викидів у навколишнє середовище одержано такі значення очікуваної вартості 1000 км пробігу автомобіля: паливний цикл (виробництво палива, його доставка, зберігання та заправлення на автозаправні станції (АЗС); витрати

на виробництво автомобіля (вартість автомобіля, страхування, обслуговування, амортизація, ремонти та ін.); витрати на здійснення процедури рециклінгу та витрати на відшкодування екологічного збитку (оцінка в грошовому еквіваленті негативного впливу забруднюючих речовин на здоров'я людей при використанні автомобіля). Із зростанням пробігу автомобіля в міських умовах внесок екологічної складової проявляється більш суттєво, що надає додаткові переваги технології використання водню як моторного палива (табл. 2).

Отже, ці показники дають підставу зробити висновок, що за оцінкою повної вартості 1000 км пробігу водневий автомобіль на газоподібному водні цілком конкурентноздатний порівняно з автомобілем з бензиновим двигуном, якщо водень одержувати шляхом електролізу води з використанням енергії ВЕС. З освоєнням цих технологій варто очікувати вдосконалювання їх техніко-економічних показників, що підвищить соціально-економічну привабливість цієї транспортної складової водневої енергетики.

Таблиця 2

**Еколого-економічні показники експлуатації автомобілів
залежно від пробігу в міських умовах**

Паливо	Екологічний збиток при долі пробігу в міському циклі, долар США/1000 км			Повні витрати при долі пробігу в міському циклі, долар США/1000 км		
	50 %	75 %	100 %	50 %	75 %	100 %
Бензин	3,5	4,1	4,6	34,7	35,3	35,9
Дизельне паливо	3,4	4,0	4,5	30,8	31,4	32,0
Водень (електроліз від ВЕС)	1,8	1,9	2,0	36,2	36,2	36,3

Висновки

Аналіз результатів обробки експериментальних даних, одержаних при випробуванні автомобілів різних марок показав, що обсяг масових викидів еколого-хімічної небезпеки (безпеки) досліджених ДВЗ переважно (на 95 % і більше) визначається рівнями викидів з ВГ >ТО і канцерогенними вуглеводнями (зокрема БП).

Після проведення експериментальних досліджень виявлено значне зниження рівнів викидів >ТОз відпрацьованими газами ДВЗ та істотне (на порядок і більше) зниження сумарної канцерогенності ВГ по канцерогенних вуглеводнях ДВЗ при використанні нафтових палив, що забезпечується введенням домішок водню. На підставі аналізу і узагальненню

результатів чисельних досліджень підтверджено, що БП є надійним показником рівнів викидів пріоритетної групи канцерогенних вуглеводнів і може застосовуватись як індикатор сумарної канцерогенності ($M_{2ПАР}$) ВГ.

Дано оцінку повних витрат енергії та викидів до атмосфери при використанні домішок водню в вуглеводневих паливах як додаткового енергоносія. Проведено аналіз повних витрат енергії та викидів до атмосфери при використанні різних паливних технологій в автомобільному транспорті. Встановлено, що використання водню як енергоносія для автотранспорту з урахуванням витрат енергії протягом життєвого циклу автомобіля та супутніх їм викидів може розглядатися як альтернатива традиційним моторним паливам.

Література

1. Канило, П. М. Проблемы загрязнения атмосферы городов канцерогенно-мутагенными супертоксиантами / П. М. Канило, В. В. Соловей, К. В. Костенко // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2011. – Вып. 52. – С. 47–53.
2. Канило, П. М. Автомобиль и окружающая среда / П. М. Канило, И. С. Бей, А. И. Ровенский. – Харьков: Прапор, 2000. – 304 с.
3. Петров, Р. Л. Германия: Экологический рейтинг автомобилей / Р. Л. Петров // Автомобильная промышленность. – 2001. – № 7. – С. 35–39.
4. Канило, П. М. Анализ эффективности использования нефтяных и альтернативных топлив в автомобильном транспорте / П. М. Канило, К. В. Костенко, Э. А. Почаи, В. А. Беседина // Автомобильный транспорт. – 2010. – Вып. 27. – С. 127–133.
5. Волков, В. С. Уровень развития и перспективы использования альтернативных источников энергии на автомобильном транспорте / В. С. Волков, Е. В. Тарасова // Сборник трудов конференций, 2014. – С. 50–53.
6. Cammack, R. Hydrogen as a Fuel. Learning from Nature / R. Cammack, M. Frey, R. Robson. – New York: Taylor and Francis, 2001. – P.227–230. doi:10.1201/9780203471043
7. Голубев, В. А. Перспективное моторное топливо для дизеля / В. А. Голубев, А. П. Уханов // Сборник трудов конференций, 2010. – С. 24–27.
8. Канапина, М. А. Факторы оценки эффективности работы нетрадиционных источников энергии / М. А. Канапина, В. Ф. Сидоренко // Сборник трудов конференций, 2004. – С. 98–100.
9. Филиппова, И. А. Управление жизненным циклом инновации / И. А. Филиппова // Сборник трудов конференций, 2014. – С. 305–308.
10. Соловей, В. В. Ризики техногенно-екологічного характеру при експлуатації об'єктів автотранспортної інфраструктури / В. В. Соловей, А. В. Гриценко, Н. В. Внукова // Экология и промышленность. – 2011. – № 3 (28). – С. 37–40.

11. Матвеев, С. Г. Влияние химического состава топлива на выброс бенз (а) пирена автомобилями / С. Г. Матвеев, М. Ю. Орлов, И. В. Четет // Вестник Самарского аэрокосмического университета. – 2007. – № 2 (13). – С. 134–136.
12. Rachin, E. Теоретическая оценка канцерогенности полициклических ароматических углеводородов / E. Rachin // Bulg. Chem Commun. – 1995. – № 5. – С. 353–357.
13. Васильев, А. Й. Використання гелію-та вітроенергетичних комплексів для зниження техногенного навантаження в рекреаційних зонах / А. Й. Васильев, І. Емрі, М. М. Зіпунніков та ін. // Вісник Інженерної академії України. – 2014. – Вип. 1. – С. 209–214.
14. Naegeli, D. M. Effects of fuel properties on soot formation in turbine combustion / D. M. Naegeli, C. A. Moses // Ibid. – 1991. – Vol. 781026. – P. 3–9.
15. Синяк, Ю. В. Прогнозные оценки стоимости водовода в условиях его централизованного производства / Ю. В. Синяк, В. Ю. Петров // Проблемы прогнозирования. – 2008. – № 3. – С. 41–48.
16. Taeko, Sano NOx formation in laminar flames / Sano Taeko // Combustion Science and technology. – 1992. – Vol. 29. – P. 261–275.
17. Caton, J. A. Detailed results for nitric oxide emissions as determined from a multiple – zone cycle simulation for a spark-ignition engine / J. A. Caton // Proceedings of 2002 Fall Technical Conference of the ASME – ICED (New Orleans, 8–11 Sept. 2002): Sheraton New Orleans, 2002. – P. 1–18. doi: 10.1115/icef2002-491
18. Пат. № 103681 України МПК C25B 1/12, C25B 1/03. Пристрій для одержання водню високого тиску / Соловей В. В., Шевченко А. А., Котенко А. Л., Макаров О. О. – Опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
19. Solovey, V.V. Metal hydride thermosorption compressors with improved dynamic characteristics / V.V. Solovey, Yu. F. Shmal'ko, A. I. Ivanovsky, L. A. Kennedy // Int. J. of Hydrogen Energy. – 1996. – Vol. 21, Issue 11–12. – P. 1053–1055. doi: 10.1016/s0360-3199(96) 00041-9
20. Мацевитый, Ю. М. Научные основы создания газотурбинных установок с термохимическим сжатием рабочего тела / Ю. М. Мацевитый, В. Н. Голощапов, А. В. Русанов та ін. – НАН Украины, Институт проблем машиностроения. – Киев: Наук.думка, 2011. – 251 с.
21. H2Mobility: Hydrogen Vehicles [Electronic resource] / Available at: <http://www.h2mobility.org>

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ

Мнухин А.Г.¹, Мнухина Н.А.²

¹ Украинская Академия наук
ул. Семашка, 13, 03142, г. Киев
anatoly.mnukhin@gmail.com;

² Запорожская государственная инженерная академия
просп. Соборный, 226, 69006, г. Запорожье

Обоснована целесообразность комплексной переработки породных отвалов угольных шахт. Предложены технологические схемы переработки отвалов для извлечения германия и редкоземельных элементов, алюминий- и железосодержащего сырья, реализация которых позволит улучшить экологическую обстановку и получить значительный экологический эффект. *Ключевые слова:* породные отвалы, технологии переработки отвалов, отвалы угольных шахт, шахтные терриконы, редкоземельные материалы.

Поліпшення екології промислового району шляхом переробки породних відвалів. Мнухін А.Г., Мнухіна Н.А. Обґрунтована доцільність комплексної переробки породних відвалів вугільних шахт. Запропоновані технологічні схеми переробки відвалів для видобування з них германію та рідкісноземельних елементів, алюміній- та залізовмісної сировини, реалізація яких дозволить поліпшити екологічний стан та отримати значний економічний ефект. *Ключові слова:* породні відвали, технології переробки відвалів, відвали вугільних шахт, шахтні терикони, рідкоземельні матеріали.

Improvement of the ecology of the industrial area by recycling waste heaps. Mnukhin A., Mnukhina N. The article states the practicability of complete coal wastes processing. Waste rock processing technological cycles have been presented to extract germanium and rare-earth elements, aluminium- and iron-containing materials, which enable to significantly improve the environment and cost-effectiveness. *Keywords:* rock dumps, processing technologies of dumps, dumps of coal mines, mine waste pits, rare earth materials.

Промышленные отходы, возникающие при добыче и обогащении углей содержат ценное минеральное сырье, что создает серьезные экологические и экономические проблемы при их практическом использовании.

В настоящее время ведутся изыскания путей ликвидации шахтных терриконов с одновременным их использованием или ограничением вредного воздействия на окружающую среду, а также способов

переработки накопленной в них горной массы.

В сложившейся экологической и экономической ситуации представляется перспективным вовлечение шахтных терриконов в хозяйственный оборот, как мощной и практически бросовой минерально-сырьевой базой, запасов которой более чем достаточно для создания на многие десятилетия высокорентабельных перерабатывающих производств.

Отвальная порода имеет различный минералогический состав и пригодна для использования в качестве сырья для производства строительных материалов, что уже позволило создать ряд перерабатывающих производств соответствующего профиля. Наряду с этим, исследования, проведенные специализированными организациями, показывают, что отходы угледобычи (шахтная порода, отходы углеобогащения) представляют особый интерес и как источники получения металлов, в первую очередь, цветных и редких. Например, породные

отвалы луганских шахт отличаются повышенным содержанием бериллия, олова, иттрия, иттербия, цинка, меди, стронция, ниобия, скандия и других металлов, а в отходах углеобогащения имеются значительные концентрации ванадия, марганца и хрома [1].

Анализ химического состава ряда породных отвалов угольных шахт (таблица 1), выполненный в последние годы, позволяет определить и дать экономическую оценку количественному составу элементов, представляющих интерес для извлечения и дальнейшей переработки.

Таблица 1

Результаты анализа проб породы и угля

	Показатель	Порода				Уголь
		Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5
1	Массовая доля золы, %	72,0	65,0	54,1	72,5	21,7
2	Выход летучих веществ, %	21,5	18,4	17,1	21,2	69,9
3	Массовая доля серы, %	1,09	0,67	1,75	2,07	2,3
4	Содержание германия (Ge), г/т	40,0	20,0	30,0	55,0	5,0
5	Массовая доля оксидов в золе:					
	SiO ₂	47,00	47,00	47,00	47,00	42,20
	Fe ₂ O ₃	20,65	20,65	20,65	20,65	19,96
	Al ₂ O ₃	14,90	14,90	14,90	14,90	18,30
	CaO	3,40	3,40	3,40	3,40	4,15
	MnO	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13
	MgO	1,45	1,45	1,45	1,45	2,06
	P ₂ O ₅	0,28	0,28	0,28	0,28	0,86
	FeO	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32

Из данных табл. 1 следует, что породная масса отвалов содержит повышенное количество угля (от 28 до 46%), а также сырье для получения алюминия Al₂O₃ (до 15%) и германия (до 55 г/т). Основную массу отвалов составляют оксиды кремния и железа (SiO₂—47% и Fe₂O₃—20%), причем,

содержание щелочных компонентов CaO и MgO не превышает 5%. По результатам спектрального анализа углей, который выполнен ранее ПО «Укргеология», помимо германия (Ge), в исследуемом массиве можно получить достаточное при извлечении количество галлия (Ga), сопут-

ствующий германий элемент, иттрия (Y), циркония (Zr) и скандия (Sc). При этом, на основе анализа зол предварительно рассчитано, что галлий может составить примерно 100 г/т, (извлечение целесообразно с 10 г/т), скандий – примерно 10–20 г/т (извлечение целесообразно начиная с 10 г/т). Конкретное процентное содержание в породе этих элементов может быть уточнено на основе исследования конкретного источника на отдельное содержание в нём редкоземельных элементов (на основе предварительного анализа общее количество в породе редкоземельных элементов составляет примерно 230–260 г/т).

Расчеты позволяют наметить направления формирования технологической схемы извлечения при переработке наших породных отвалов: железосодержащего сырья; германия; редкоземельных элементов; алюминийсодержащего сырья для отправок на передел или организацию собственного производства; остаточных силикатных материалов для производства строительных материалов.

Поскольку распределение редкоземельных материалов в исходной массе требует уточнения путем выполнения специальных анализов, при формировании предложенной технологической схемы однозначно учитывалось безусловное наличие германия и оксида алюминия в количестве, представляющем интерес для промышленного извлечения.

В настоящее время основными сырьевыми источниками германия являются месторождения германиевых минералов и руд (месторождение Тсумб и Кипуши), а также руды цветных металлов. Кроме того, германий получают из продуктов очи-

стки германия и отходов производства полупроводников. Промышленное извлечение германия из минерального или рудного сырья, как правило, целесообразно при его минимальном содержании 20 г/т, поэтому использование для этой цели сырья с содержанием германия 55 г/т является наиболее перспективной частью предлагаемой технологической схемы.

Процесс извлечения германия из содержащего его минерального сырья целесообразно проводить способом выщелачивания с последующим осаждением и получением концентрата диоксида германия традиционными методами. Причем, интенсификацию процесса выщелачивания можно производить с использованием разрядно-импульсной технологии, обеспечивающей высокую производительность и степень перехода германийсодержащих элементов в воду. Соответствующее оборудование в настоящее время разработано и запатентовано в установленном порядке.

В зависимости от количества содержащихся в остатке таких элементов как скандий, цирконий и иттрий строится дальнейшая технологическая цепочка их извлечения. Наиболее полно эти и другие редкие элементы, независимо от объема их содержания, могут быть извлечены методом электростатической сепарации, однако стоимость необходимого для этого технического обеспечения может быть предварительно оценена примерно в 500 тыс. долларов. Поэтому по результатам технико-экономического сопоставления следует оценить целесообразность использования для извлечения элементов перечисленных путем этого или тра-

диционных и, следовательно, более апробированных методов (например, выщелачиванием для скандия или хлорированием с помощью соляной кислоты для циркония) или на первом этапе создания производства исключить эти элементы из рассмотрения в качестве объекта для добычи и рассматривать оставшуюся массу только как сырье для получения силуминов (сплава алюминия с кремнием) и строительных материалов.

В связи с тем, что в Украине практически отсутствуют запасы глинозема, который импортируется из-за рубежа по цене до 200 \$ за тонну, то представляют особый интерес технологии использования нетрадиционного, относительно бедного сырья, для производства алюминиевых сплавов. К таким технологиям можно отнести технологию производства заэвтектических силуминов «ЗЕВС», разработанную и апробированную в России, использующую сырье с содержанием Al_2O_3 до 20%. Стоимость такой продукции достигает 3000–3500 долларов за тонну. Сырьем в этом случае вполне может быть горная масса из отвалов, поскольку только после первичной электромагнитной сепарации можно увеличить концентрацию Al_2O_3 до 19 и более процентов, а с учетом последующего выгорания угля – 25 и более процентов. Технология производства силуминов с использованием бедного на Al_2O_3 сырья может быть реализована на базе мини-заводов с годовой мощностью 20 тыс. тонн готовых изделий в год и занимающих площадь до 2000 м². Готовая продукция высоколиквидна и может найти широкое применение в нефтехимической, газовой и других отраслях промышленности. Кроме того, сырье

с концентрацией свыше 15% может использоваться в качестве бокситов при производстве алюминия электрогидравлическим способом.

Предлагаемая схема переработки предусматривает использование кремний- и кальцийсодержащих отходов для изготовления строительных материалов. Практика показывает [2], что при относительно небольших, до 200–250 тыс. долларов США, капитальных вложениях возможно создание высокорентабельного производства по выпуску конкурентоспособных строительных материалов и изделий.

Таким образом, на основе проведения детального технико-экономического обоснования отдельных процессов переработки отвалов и дополнительно проеденных экспериментов и анализов можно принять ту или иную технологическую цепочку переработки породных отвалов. Упрощенная технологическая схема переработки породных отвалов представлена на рис. 1.

Кроме того, заслуживает внимания технологическая схема с применением многостадийной электромагнитной сепарации на базе мощных высокоградиентных криомагнитных сепараторов (рис. 2). Однако для полной оценки ее эффективности в зависимости от состава исходного сырья необходимо провести ряд экспериментальных проверок.

Производство по переработке породных отвалов целесообразно разворачивать на базе закрывающихся шахт или обогатительных фабрик, отвалы которых имеют необходимые сырьевые компоненты. Наличие около них железнодорожных и автомобильных путей, энергетического

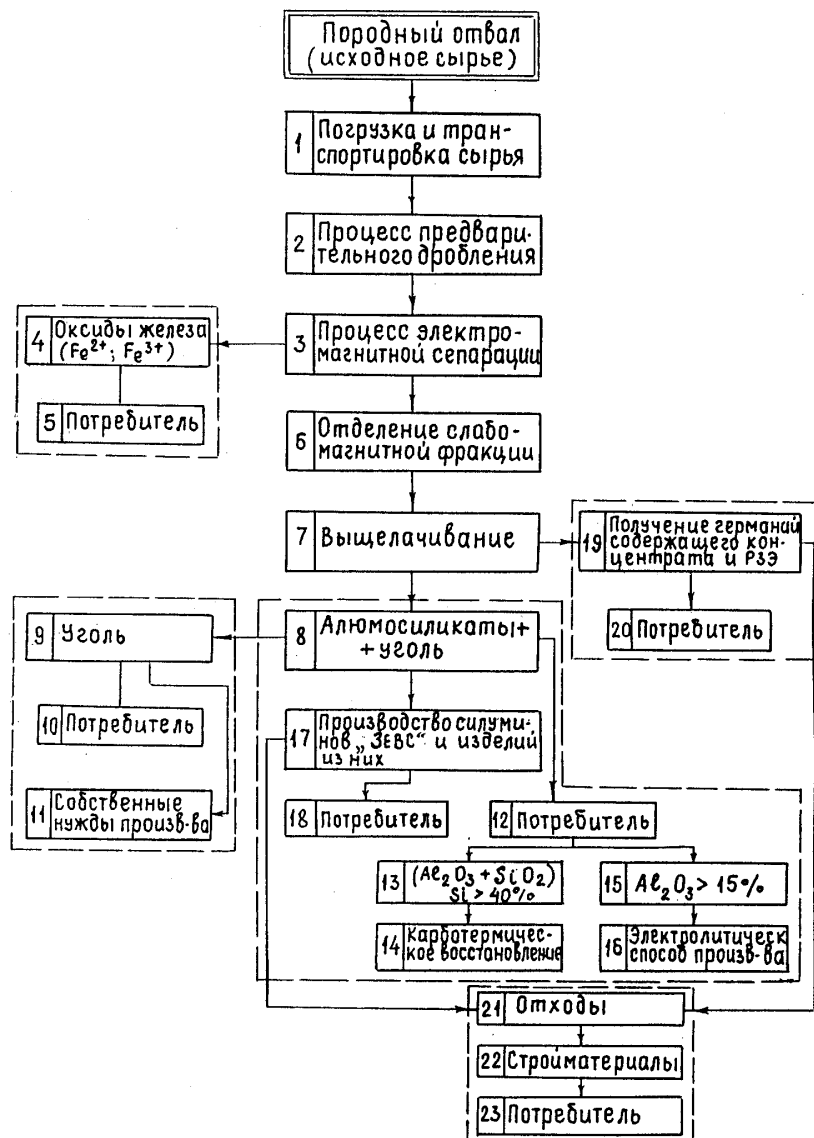


Рис. 1. Упрощенная технологическая схема переработки породных отвалов

комплекса, зданий и сооружений промышленного и бытового назначения позволяет значительно сократить капитальные затраты и сроки ввода в действие перерабатывающего комплекса.

Реализация предлагаемой технологии, помимо очевидного экономического эффекта (стоимость только германия и редкоземельных материалов, содержащихся в одном отвале составляет порядка 100 млн долларов), поз-

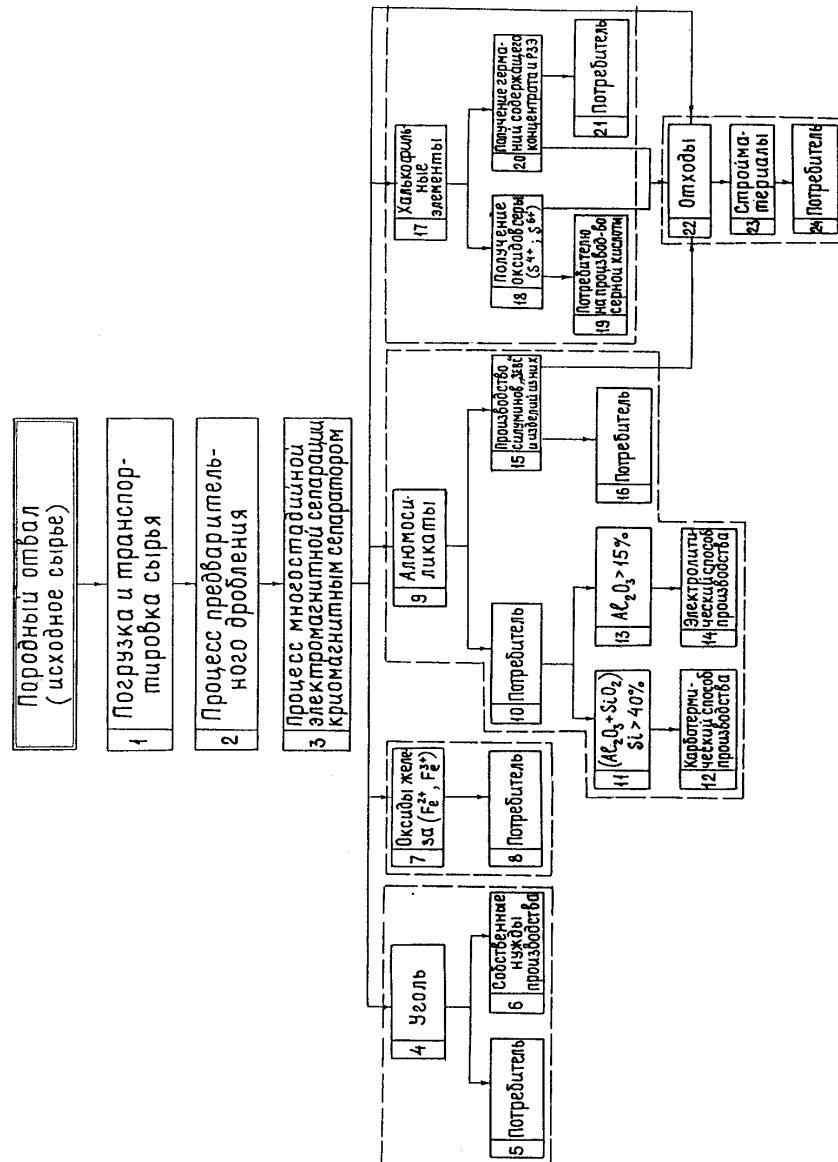


Рис. 2. Упрощенная технологическая схема переработки породного отвала с применением многостадийной первичной электромагнитной сепарации сырья

волит решить важную экологическую проблему ликвидации породных отвалов и рекультивации освободившихся земель. Кроме того, создание высококорентабельного перерабатывающего

предприятия, выпускающего высоколиквидную продукцию, например, силумин, позволит также получить дополнительные средства на проведение природоохранных мероприятий.

Литература

1. Бент О.И., Беседа Н.И. Углепромышленные отходы и шахтные воды как комплексное минеральное сырье // Уголь Украины. – 1994. – № 1. – С. 8–9.
2. Бобров А.Г. Террикон – это техногенное полезное ископаемое // Уголь Украины. – 2000. – № 1. – С. 10.
3. Мнухин А.Г. Технологии XXI века: Том II. Новые технологии в горной и других отраслях промышленности/ А. Г. Мнухин, А. М. Брюханов, И.В. Иорданов, А. И. Панишко, В. А. Мнухин – Макеевка-Донецк: ВИК, 2014. – 275 с.
4. Мнухин А.Г., Мнухина Н.А. О комплексной переработке породных отвалов шахт // Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства : 24–25 березн. 2016 р. Ч. 1. – Тернопіль : Крок, 2016. – С. 127–129.

РОЗВИТОК ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

УДК 634.6:574.3

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ІНТРОДУКЦІЙНИХ ПОПУЛЯЦІЙ СУБТРОПІЧНИХ ВИДІВ *ASIMINA TRILOBA* (L.) *DUNAL*, *PUNICA GRANATUM* L., *ZIZYPHUS* *JUJUBA* MILL., *FICUS CARICA* L., *AMYGDALUS* *COMMUNIS* L., *DIOSPYROS VIRGINIANA* L. У ХОРОЛЬСЬКОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ

Красовський В.В.
Хорольський ботанічний сад
вул. Кременчуцька 1/79, 37800, м. Хорол
horolbotsad@gmail.com

Охарактеризовано структуру штучних інтродукційних популяцій субтропічних видів, що зростають у Хорольському ботанічному саду. Чисельність особин становить: 70 шт. – *Asimina triloba* (L.) Dunal; 6 шт. – *Punica granatum* L.; 50 шт. – *Zizyphus jujuba* Mill.; 8 шт. – *Ficus carica* L.; 4 шт. – *Amygdalus communis* L.; 26 шт. – *Diospyros virginiana* L. Рослини мають передрепродуктивний та репродуктивний екологічний вік. *Ключові слова*: ботанічний сад, субтропічні плодові культури, інтродукційна популяція, структура популяції.

Исследование структуры интродукционных популяций субтропических видов *Asimina triloba* (L.) Dunal, *Punica granatum* L., *Zizyphus jujuba* Mill., *Ficus carica* L., *Amygdalus communis* L., *Diospyros virginiana* L. в Хорольском ботаническом саду. Красовский В.В. Охарактеризована структура искусственных интродукционных популяций субтропических видов, которые растут в Хорольском ботаническом саду. Численность особей составляет: 70 шт. – *Asimina triloba* (L.) Dunal; 6 шт. – *Punica granatum* L.; 50 шт. – *Zizyphus jujuba* Mill.; 8 шт. – *Ficus carica* L.; 4 шт. – *Amygdalus communis* L.; 26 шт. – *Diospyros virginiana* L. Растения имеют предрепродуктивный и репродуктивный экологический возраст. *Ключевые слова*: ботанический сад, субтропические плодовые культуры, интродукционная популяция, структура популяции

The research of structure of introduction population of subtropical fruit species *Asimina triloba* (L.) Dunal, *Punica granatum* L., *Zizyphus jujuba* Mill., *Ficus carica* L., *Amygdalus communis* L., *Diospyros virginiana* L. in Khorol Botanical Garden. Krasovsky V. It was characterized the structure of artificial introduction populations of subtropical fruit crops growing in Khorol botanical garden. There are seventy individuals of *Asimina triloba* (L.) Dunal; six things of

Punica granatum L.; fifty things of *Zizyphus jujuba* Mill.; eight things of *Ficus carica* L.; four things of *Amygdalus communis* L.; twenty six things of *Diospyros virginiana* L. The crops have pre-production and reproduction ecological age. **Keywords:** botanical garden, subtropical fruit crops, introduction population, population structure.

За низкою господарських показників субтропічні види *Asimina triloba* (L.) Dunal, *Punica granatum* L., *Zizyphus jujuba* Mill., *Ficus carica* L., *Amygdalus communis* L., *Diospyros virginiana* L. відповідають вимогам сучасного плодівництва, оскільки вони стійкі до хвороб та вражень шкідниками, мають високий вміст вітамінів й інших біологічно активних речовин у плодах, листках, пагонах, корені і не вибагливі до ґрунту. Заслугує на увагу і той факт, що ці види мають певні біоекологічні властивості, які сприяють їх інтродукції у лісостепову зону України.

В останні десятиріччя комплексне дослідження субтропічних плодових культур здійснюють Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України та новостворений Хорольський ботанічний сад.

Проектом організації території Хорольського ботанічного саду з 35-ти експозиційно-колекційних ділянок передбачена й експериментальна науково-дослідна ділянка. Сад субтропічних плодових культур на сьогодні становить й основу науково-дослідної бази ботанічного саду, де, у першу чергу, здійснюються інтродукційні дослідження.

Результативність інтродукції і перспективність поширення інтродуцентів значною мірою визначаються не лише вибором оптимальних прийомів вирощування та розмноження рослин, а передусім, добром стійких форм. Водночас науково доведено, що саме інтродукційні популяції дають можливість виявити у змінених природ-

но-кліматичних умовах нові форми рослин завдяки гібридизаційним та мутаційним процесам [1].

При дослідженні популяції як першої надорганізованої біологічної системи має істотне значення її структурна характеристика. Це забезпечує можливість оцінювати перспективи розвитку популяцій, розробляти заходи, спрямовані на збереження їх життєдіяльності [2–5].

Постановка проблеми

На основі сучасних публікацій при визначенні поняття «популяція» в одних випадках враховують вагомим аргументом генетичний зміст поняття, в інших – екологічне. У першому випадку, зокрема, вказується, що під популяцією розуміють сукупність особин певного виду рослин, які здатні до вільного схрещування між собою і дають плодюче потомство, мають спільний ареал і деякою мірою ізольовані від сусідніх популяцій. Популяції характеризуються загальним генофондом і певною структурою [2, 6]. Отже, таке визначення ґрунтується на тому, що обов'язковою умовою існування популяції є присутність схрещування та його генетичні наслідки в результаті гібридизації, яка ґрунтується на об'єднанні генетичного матеріалу різних організмів.

На противагу слід брати до уваги і таке визначення в екології й еволюційній теорії: популяція – це сукупність особин одного виду, яка володіє загальним генофондом, здатна до більш-менш стійкого самовідтворювання (як статевого, за допомогою

панміксії в ідеальному випадку, так і безстатевого) відносно відособленого (географічно і репродуктивно) від інших груп, з представниками яких (при статевій репродукції) потенційно можливий генетичний обмін [7]. Тобто, популяцією може бути і така елементарна біологічна система, де відбувається біологічний процес, у якому організм створює генетично подібну або ідентичну копію себе без вкладання генетичного матеріалу.

Отже, цілком обґрунтованим є визначення, де інтродукційна популяція – це сукупність генетично однорідних особин, чисельність якої підтримується насіннєвим шляхом. Тоді популяція гетерозиготна і являє собою великий потенційний матеріал для селекційної роботи. Одночасно зазначається, що інтродукційна популяція може створюватися шляхом вегетативного розмноження, тоді вона генетично збіднюється, але багато сортів і форм таких популяцій можуть підтримувати свою генотипову однорідність протягом тривалого часу. Популяції, що виникли в результаті вегетативного розмноження, можуть бути потенційно багатими для виникнення соматичних мутацій [1].

Нашими дослідженнями встановлено, що у лісостеповій зоні України є всі абіотичні фактори середовища, які забезпечують ріст, розвиток, плодоношення та розмноження *Ficus carica* L., причому культивування можливе лише як вкривної на зиму культури [8].

Вид *Ficus carica* L. представляє дводомну рослину і є своєрідним з огляду запилення та зав'язування плодів. Одні сорти потребують обов'язкового запилення та запліднення, інші – здатні утворювати на жіночих особинах супліддя партенокарпічно.

У районах природного зростання виду *Ficus carica* L. характерна його еволюційна взаємодія з іншим видом, з яким він не обмінюється генетичною інформацією, але тісно пов'язаний біологічно – *Blastophaga psenes*, бо це єдина комаха, яка забезпечує процес запилення, а також і запліднення *Ficus carica* L., а каприфіги *F. carica* – єдиний плід, у яких *Blastophaga psenes* розмножується та зимує. Не дивлячись на тісний зв'язок у біоценозі виду *Ficus carica* L. та агаоніди із роду бластофага (*Blastophaga psenes*), які стали певною мірою взаємно необхідними, існує значна кількість культурних сортів, більшість з яких здатні розвивати супліддя без попереднього запилення та запліднення. Така біоекологічна особливість важлива з огляду на доцільність інтродукції *F. carica* у лісостепову зону України, оскільки його плоди є цінним дієтичним продуктом харчування, джерелом вітамінів, мікроелементів та інших біологічно-активних речовин, а дрібна оса бластофага із родини *Agaonidae* у лісостеповій зоні України відсутня. Разом з тим, наявність статі у *Ficus carica* L. не обов'язково заважає безстатевому розмноженню [8–10].

За таких міркувань та здійсненні інтродукції *Ficus carica* L. у лісостеповій зоні України створені насадження *F. carica* у саду субтропічних плодових культур, якщо слід розглядати як інтродукційну популяцію виду і досліджувати для виявлення у процесі пристосування раптових спадково-стійких мутаційних змін ознак або властивостей особини.

На основі аналізу теоретичних положень протягом XIX – XX ст. були сформульовані основні положення теорії інтродукції та акліматизації

рослин на першому ботаніко-географічному етапі знань. Одночасно, починаючи з другої половини ХХ ст., виявилася тенденція переходу вивчення інтродуцентів на внутрішньовидовий (мікроеволюційний) рівень, тобто, на другий популяційний або генетико-ресурсний рівень, який фактично є продовженням диференційного ботаніко-географічного методу вивчення вихідного матеріалу [4]. У цьому контексті успіх інтродукції субтропічних плодових культур, який ми здійснюємо, базується на використанні резерву мінливості досліджуваних видів на рівні популяції, а отже, питання вивчення сформованих інтродукційних популяцій, в тім числі і їх структури, є важливим.

Мета та задачі дослідження

Мета роботи – створення та формування штучних інтродукційних популяцій видів *A. triloba*, *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica*, *A. communis*, *D. virginiana* у лісостеповій зоні України та виявлення їх стійких форм.

Для досягнення поставленої мети:

- відібрано та мобілізовано інтродукційний матеріал з насіння та живців рослин для вкорінення;
- у розсаднику ботанічного саду вирощено посадковий матеріал;
- підготовлено земельну ділянку – видалено малоцінну рослинність, завезено поживний ґрунт, сплановано існуючий рельєф місцевості;
- навесні 2014 року закладено Сад субтропічних плодових культур на площі 0,26 га, загальна кількість висаджених особин в ньому становить 164 екземпляри;
- посадку здійснено окремими групами видів у вигляді локальних інтродукційних популяцій.

Предмет та методика досліджень

Предмет дослідження – субтропічні плодові рослини видів *A. triloba*, *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica*, *A. communis*, *D. virginiana*.

Об'єкт дослідження – структура штучних інтродукційних популяцій видів *A. triloba*, *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica*, *A. communis*, *D. virginiana*.

Методи дослідження – інтродукційні, популяційні, біоекологічні, біометричні.

Дослідження проводили у 2016 році в Хорольському ботанічному саду.

Результати досліджень

Ефективним методом дослідження субтропічних плодових культур у лісостеповій зоні України є їх інтродукція у ботанічні сади. Одночасно, при створенні оптимальної моделі інтродукційного процесу важливо створити повноцінну колекцію досліджуваних культур, яка була б одним із осередків фіторізноманіття, а інтродуценти розвивалися в одному біоценозі. За таких умов вирішуються головні завдання, новостворених ботанічних садів – створення тематичних експозиційних ділянок та організація науково-дослідної бази.

Створення Саду субтропічних плодових культур за Проектом організації території ботанічного саду у 0,26 га розпочато навесні у 2013 році з формування 6-ти локальних інтродукційних популяцій видів *A. triloba*, *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica*, *A. communis*, *D. virginiana*.

Популяція, як перша надорганізаційна біологічна система і форма існування, розвитку та пристосування виду володіє відповідною структурою

і властивостями, а виявлення ознак популяції та її структурних елементів дає змогу провести більш ефективний аналіз стану популяції кожного з досліджуваних видів, оцінити їх стійкість та перспективи розвитку у майбутньому.

Основними показниками структури рослинних штучних інтродукційних популяцій є чисельність особин у популяції, щільність заселення території популяції та розподіл особин у просторі. Крім того, вони відображають вікову, генетичну та екологічну складову популяцій. У роботі ми вперше дослідили такі структурні елементи сформованих популяцій як чисельність особин у популяції, її щільність, розподіл у просторі та віковий склад особин.

Відомо, що у кожний конкретний момент часу будь-яка популяція складається з певної кількості особин, і у природних умовах ця величина досить динамічна. Чисельність особин коливається під впливом біотичних та абіотичних факторів середовища, а в сучасних умовах – і під впливом антропогенної діяльності.

До абіотичних факторів, які можуть призвести до скорочення або навіть і цілковитої загибелі сформованих нами інтродукційних популяцій субтропічних плодових культур, належать великі морози, шкодочинна дія яких може бути посилена ще й потужними вітрами. У такому випадку динаміка чисельності проявляється в тому, що випадання рослин може настати у будь-яку зиму з критичними мінусовими температурами, причому рівень випадання найвищий на ранніх стадіях розвитку особин.

При зниженні чисельності популяції зменшуються можливості обміну генетичною інформацією, що призво-

дить і до зниження можливості відбору стійких форм.

Теоретично обов'язковою ознакою популяції вважається її здатність до самостійного існування на певній території протягом невизначено тривалого часу за рахунок розмноження, а не притоку особин із ззовні, проте наше завдання при формуванні штучних інтродукційних популяцій полягає у створенні генетичного банку субтропічних плодових культур у лісостеповій зоні України, тому колекція живих рослин є цінним вихідним матеріалом для селекції. Отже, у разі випадання частини рослин штучно створеної інтродукційної популяції цілком обґрунтованим буде штучне поновлення числа особин популяції підсадкою нових екземплярів виду.

Природні популяції бувають багаточисельні та відносно малочисельні. Чим дрібніші особини виду, тим вища їх чисельність у біоценозі, адже чисельність – величина, яка характеризується широким діапазоном змінності, проте вона не може бути нижче деяких меж. Отже, існує поняття мінімальної чисельності популяції, нижче якої популяція перестас існувати. Відомо, що у найменшій біогрупі особин, яка є одиницею еволюції, в умовах малої їх чисельності особин навіть дві особини з різним генотипом внаслідок схрещування матимуть деякий вплив на генетичний внесок у майбутнє покоління. У такому випадку для наукового експерименту малочисельні насадження *Punica granatum* L. (6 особин різних сортів, одержаних внаслідок вегетативного розмноження) та *Amygdalus communis* L. (4 особини витрошені з насіння) слід розглядати як елементарні інтродукційні популяції.

Щільність популяції – число особин, які зростають на одиниці площі. У природних умовах при збільшенні чисельності особин виду щільність збільшується, а щільність може залишатися попередньою при розселенні виду шляхом розширення ареалу. При збільшенні щільності популяції, а відповідно і зменшенні життєвого простору на одну особину, включаються природні регулюючі властивості популяції у зв'язку з її ослабленням, що в кінцевому результаті призводить до зменшення чисельності популяції.

При створенні штучних інтродукційних популяцій субтропічних плодкових культур на заданій невеликій площі Саду субтропічних плодкових культур (0,26 га) пішли на такий експеримент, коли чисельність особин має бути постійною, а щільність – стійкою. Для забезпечення такої структури популяцій прийнято, що досліджувані рослини формуватимуться у вигляді невисоких дерев та компактних кущів. Так, *A. triloba*, *D. virginiana*, *A. communis* матимуть висоту до 4 м; *Z. jujuba* до 2,5 м; *P. granatum* та *F. carica* формуються у вигляді кущів висотою до 1,5 м, що дає можливість основні провідні пагони на зиму пригинати до поверхні ґрунту, фіксувати гачками та утеплювати вкривним матеріалом для захисту від морозів, адже зниження температури до -15°C призводить до вимерзання крони видів.

Важливою ознакою просторової структури популяцій є здатність особин, що характеризуються відповідними біоекологічними та морфологічними особливостями виду, займати певний простір. У природних умовах найчастіше зустрічається групове розміщення особин. На початковому етапі закладання Саду субтропічних

плодкових культур намагались створити більш сприятливі умови росту та розвитку для кожної особини досліджуваних популяцій, тому розмістили їх рівномірно у регулярному стилі, що дало змогу уникнути конкуренції між популяціями та особинами в межах популяції за життєвий простір. Через те, що особини впродовж невизначено тривалого часу займатимуть певний популяційний простір, застосували метод детального картування особин на обліковій площі, який полягає в схематичному зображенні особин в популяціях із позначенням їх онтогенетичних та вікових особливостей, а також змін просторового розміщення рослин [11]. У наших дослідженнях картування особин забезпечує зручність проведення біоекологічного та морфологічного порівняння особин у межах популяції та сприяє здійсненню подальшої селекційної роботи. Для цього на плані ландшафтної композиції Саду субтропічних плодкових культур позначили карти кожної із 6 досліджуваних інтродукційних популяцій, позначили кожну особину та встановили порядок її нумерування (рис. 1). Результати досліджень структури популяцій з позначенням їх онтогенетичних особливостей у вигляді опису записуються у відповідний журнал. У табл. 1. наведено площу популяційного поля, чисельність особин досліджуваних популяцій та їх популяційну щільність, обраховані, виходячи із загальної площі Саду субтропічних плодкових культур, площі виділеної під кожну з популяцій залежно від загальнобіологічних властивостей виду. Тобто, ми розраховували оптимальну щільність, за якої штучна інтродукційна популяція матиме найвищу генеративну продуктивність.

Таблиця 1

**Чисельність та щільність штучних інтродукційних популяцій
Саду субтропічних плодових культур**

Популяція	Площа популяційного поля, м ²	Чисельність особин, шт.	Популяційна щільність, шт./м ²
П1 – <i>Asimina triloba</i> (L.) Dunal	1100	70	0,07
П2 – <i>Punica granatum</i> L.	24	6	0,25
П3 – <i>Zizyphus jujuba</i> Mill.	172	50	0,29
П4 – <i>Ficus carica</i> L.	48	8	0,17
П5 – <i>Amygdalus communis</i> L.	64	4	0,07
П6 – <i>Diospyros virginiana</i> L.	418	26	0,07

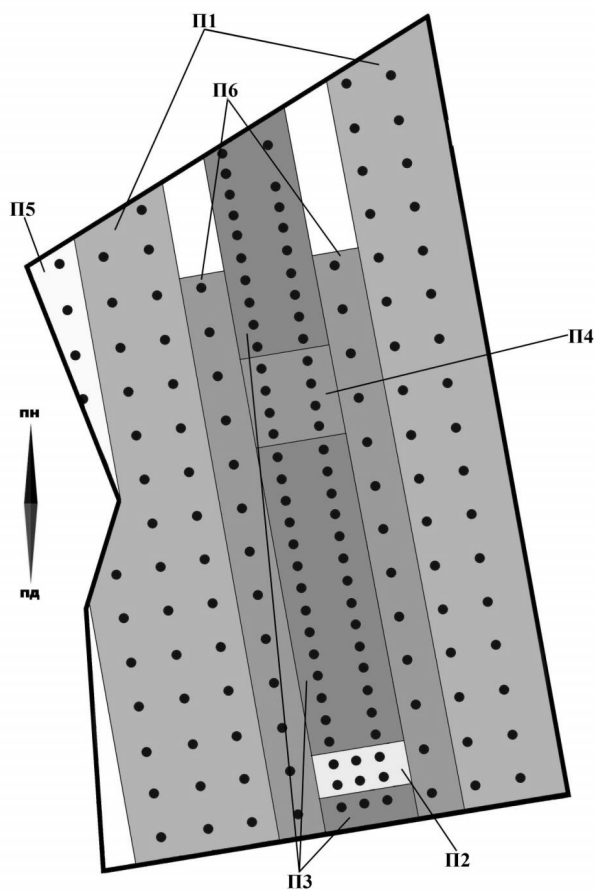


Рис. 1. Популяційні поля
Саду субтропічних плодових культур

Оскільки ми створюємо і досліджуємо цілеспрямовані штучні інтродукційні популяції які стиснені певними територіальними межами, підтримання меж їх просторового розташування досягається штучним шляхом, який передбачає агротехнічні заходи. На рис. 2, 3, 4, 5 зображено просторову структуру інтродукцій-

них популяцій видів *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica*, *D. virginiana*.

Вікова структура або співвідношення різноякісних особин є однією з найважливіших ознак популяції, що відображає життєвий стан виду у ценозі. Саме віковий стан особин характеризує здатність популяції до самопідтримання та її розвиток у майбутньому.



Рис. 2. Популяція *P. granatum*, м. Хорол, 31.08.2016 р.



Рис. 3. Популяція *Z. jujuba*, м. Хорол, 31.08.2016 р.



Рис. 4. Популяція *F. carica*, м. Хорол, 31.08.2016 р.



Рис. 5. Популяція *D. virginiana*, м. Хорол, 31.08.2016 р.

У кожній природній популяції виділяють три основні стадії розвитку рослин, що є їх екологічним віком: передрепродуктивний, репродуктивний і пострепродуктивний. Одночасно штучно створені інтродукційні популяції, що складаються із деревних та кущових рослин, на початковій стадії створення можуть мати просту вікову структуру і бути одновіковими подібно штучним агроекосистемам.

При створенні штучних інтродукційних популяцій при пересаджуванні особин на постійне місце зростання відбувається деформація вікового стану рослин, яка проявляється у затримці росту, випаданні, а з часом відновленні їх з кореневої системи. Наприклад, через те, що земельну ділянку під Сад субтропічних плодівих культур підготовлено лише наприкінці 2013 року, а сіянці *A. triloba* мали великі розміри

(окремі з них висотою до 2,2 м з діаметром кореневої шийки 3 см) пересадка ускладнилась втратою деяких дерев, частина з яких відновилась з кореневої системи (процес відновлення інших продовжується) за рахунок високої регенеративної здатності виду.

Структурну організацію вікового стану популяцій Саду субтропічних плодових культур, яку визначали підрахунком календарних років життя рослин від сходів насіння або вкорінення живців, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Віковий стан штучних інтродукційних популяцій
субтропічних плодових культур**

Популяція № п/п	Заготівля інтродукційного матеріалу		Проростання насіння, вкорінення живців, рік	Вік рослин у популяціях, роки	Приблизна середня тривалість життя рослин, років
	місце, вид матеріалу	рік			
П1 – <i>Asimina triloba</i> (L.) Dunal	м. Нова-Каховка Херсонська обл. насіння	2007	2008	9	50
	м. Запоріжжя насіння	2013	2014	3	
П2 – <i>Punica granatum</i> L.	м. Феодосія АР Крим живці	2011	2012	5	50 – 70
	м. Молочанськ Запорізька обл. живці	2013	2013	4	
	саджанці	2013	–	6	
П3 – <i>Zizyphus jujuba</i> Mill.	м. Хорол Полтавська обл. насіння	2011	2012	5	100 – 130
П4 – <i>Ficus carica</i> L.	м. Феодосія, м. Керч, м. Алушта АР Крим; м. Запоріжжя живці	2004	2005	12	50 – 70
П5 – <i>Amygdalus communis</i> L.	м. Молочанськ Запорізька обл. насіння	2013	2014	3	50 – 80
		2014	2015	2	
П6 – <i>Diospyros virginiana</i> L.	м. Феодосія АР Крим насіння	2007	2008	9	100 – 150

Оскільки досліджувані штучно створені інтродукційні популяції за віковим станом є неповночленими, то у їх віковій структурі відсутня група особин пострепродуктивного віку. Вони вегетативно молоді і знаходяться у передрепродуктивному та репродуктивному віці і тому стійкі.

Висновки

Цілеспрямовані інтродукційні популяції субтропічних видів *A. triloba*, *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica*, *A. communis*, *D. virginiana* у лісостеповій зоні України за своєю структурою можуть відрізнятися від природних популяцій цих же видів у зоні субтропіків. Проте, у зміненому природному середовищі дослідження

структури інтродукційної популяції дає змогу оцінити її як реально існуючу штучно створену елементарну фітосистему субтропічного виду, в якій закладена потенційна можливість обміну генетичним матеріалом між усіма особинами виду, що вступили у репродуктивний вік. У такому випадку сформовані нами у лісостеповій зоні України інтродукційні популяції окремих видів субтропічних плодових культур внаслідок пересіву насіння дають можливість виявити стійкі форми рослин завдяки гібридаційним процесам. Також слід враховувати і виявлення спадково-стійких змін особин в результаті соматичних мутацій, які можуть бути корисними при селекції виду.

Література

1. Черевченко, Т. М. Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції, селекції та біотехнології / Т. М. Черевченко, Д. Б. Рахметов, М. Б. Гапоненко та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 432 с.
2. Дідух Я. П. Популяційна екологія / Я. П. Дідух. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 192 с.
3. Потіш Л. А. Екологія: навчальний посібник для вищої школи / Л. А. Потіш. – К.: Знання, 2008. – 272 с.
4. Слюсар С. І. Інтродукція таксодієвих (Taxodiaceae F.W. Neger) в Лісостепу України / С. І. Слюсар, С. І. Кузнецов. – К.: Видавничий центр НАУ, 2008. – 175 с.
5. Чернова Н. М. Общая экология / Н. М. Чернова, А. М. Былова – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
6. Екологічна енциклопедія: у 3 т. Т 2 / А. В. Толстоухов та ін. – К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2007. – 416 с.
7. Популяция // Биологический энциклопедический словарь / за ред. М. С. Гиляра. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – С. 499–500.
8. Красовський В. В. Деякі морфологічні та біоекологічні особливості інжиру звичайного (*Ficus carica* L.) як потенціал адаптивних ознак при інтродукції у Лісостеп України / В. В. Красовський // Вісник Черкаського університету. – 2013 р. – Вип. 2 (255). – С. 42–46. – Режим доступу до журналу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/VchuB_2013_2_9.pdf
9. Казас А. Н. Субтропические плодовые и орехоплодные культуры: научно-справочное издание / [А. Н. Казас, Т. В. Литвинова, Л. Ф. Мязина и др.]. – Симферополь: ИТ «Ариаль», 2012. – 304 с.
10. Федоренко В. С. Субтропические и тропические плодовые культуры / В. С. Федоренко. – К.: Вища шк., 1990. – 239 с.
11. Гапоненко М. Б. Застосування методу детального картування при дослідженні структури популяцій рідкісних видів рослин-геофітів / М. Б. Гапоненко, А. М. Гнатюк // Інтродукція рослин. – 2013. – № 4. – С. 37–41.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ ЛІСАМ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ (НА ПРИКЛАДІ ІЧНЯНСЬКОГО НПП)

Лукиша В.В.¹, Шульга О.О.²

¹ Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
lukisha1@ukr.net

² Національний природний парк «Ічнянський»,
вул. Лісова, 43, м16700, Ічня
ichn_park@ukr.net

На прикладі Ічнянського НПП розроблено типологію екологічних загроз лісовим екосистемам, проведено експертну оцінку частоти та інтенсивності впливів, ранжування чинників впливу на лісові екосистеми, що дає можливість визначити пріоритетні завдання щодо збереження та відтворення біорізноманіття лісових екосистем. *Ключові слова:* екологічні загрози, антропогенний вплив, лісові екосистеми, експертний метод оцінки, типологія загроз, ранжування чинників.

Оценка экологических угроз лесам природно-заповедного фонда (на примере Ичнянского НПП). Лукиша В.В., Шульга А.А. На примере Ичнянского НПП разработана типология экологических угроз лесным экосистемам, проведена экспертная оценка частоты и интенсивности воздействий, ранжирование факторов влияния на лесные экосистемы, дает возможность определить приоритетные задачи по сохранению и воспроизводству биоразнообразия лесных экосистем. *Ключевые слова:* экологические угрозы, антропогенное воздействие, лесные экосистемы, экспертный метод оценки, типология угроз, ранжирование факторов.

Assessment of environmental hazards to forests of nature reserve fund (for example Ichnia NPP). Lukisha V., Shulga O. A typology of environmental hazards to forest ecosystems was developed, an expert assessment of frequency and intensity of impacts was made, factors affecting the forest ecosystem was ranged, which makes it possible to identify priorities for the conservation and restoration of biodiversity of forest ecosystems as illustrated by Ichnia NPP. *Keywords:* environmental hazards, anthropogenic impact, forest ecosystems, expert assessment method, types of threats, ranking factors.

Ліси є найменш трансформованими, а за ємністю біорізноманіття та ефектом депонування вуглецю найбільш потужними екосистемами на суші, проте загрози втрати їх стійкості мають тенденцію до посилення. Це стосується і лісів природно заповідного фонду, які певною мірою захищені від дії деяких антропоген-

них чинників, наприклад, введення заповідного режиму, заборон суцільних рубок, застосування синтетичних пестицидів та агрохімікатів тощо. Особливого значення набуває комплекс чинників, пов'язаних з минулою господарською діяльністю в лісах, переданих у природно-заповідний фонд, в яких відбулися небажані

антропогенні сукцесії едификаторів. Наслідки їх відчуватимуться ще багато років. Актуальність досліджень екологічних загроз для лісів очевидна у зв'язку з необхідністю визначення пріоритетних завдань з формування лісових екосистем, наближених до природних.

Мета досліджень – оцінювання екологічних загроз лісовим екосистемам природно-заповідного фонду.

Основні завдання досліджень – розроблення типології екологічних загроз, визначення частоти та інтенсивності впливу на лісові екосистеми, ранжування чинників впливу за характером і потужністю, аналіз причинно-наслідкових зв'язків між ними для прийняття управлінських рішень.

Об'єктом досліджень обрано лісові екосистеми Ічнянського НПП, який репрезентує основні природні комплекси Лівобережно-Придніпровської лісостепової провінції: ліси, лучні степи, заплавні луки, низинні болота. Лісові екосистеми Ічнянського НПП займають близько 78 % його території.

Матеріали та методи. Основним методологічним підходом з вивчення, класифікації та оцінювання екологічних загроз обрано системний, який бере початок із прийняття в США Закону про національну політику у сфері навколишнього середовища (1970 р.) [7]. У дослідженнях використані методи порівняльного та екосистемного аналізів в екології, опубліковані та експертні наукові матеріали щодо лісовпорядкування, звітності та Літописів Ічнянського НПП та інформація спеціальних обстежень.

Результати досліджень. Ічнянський НПП розташований в межах Ічнянського району Чернігівської області, займає північну частину

басейну р. Удай, правої притоки р. Сули. Загальна площа Парку становить 9665,8 га, в тому числі 4686,1 га колишніх колгоспних лісів, які у 2004 році передані йому в постійне користування. Значна частина лісових земель Парку перебуває у постійному користуванні ДП «Прилуцьке лісове господарство».

В I тисячолітті територія в зоні діяльності НПП була майже суцільно вкрита лісами. На початку XIII ст. листяні ліси вкривали витоки р. Удай та північної частини її басейну в бік Чернігова, а в східному напрямку – від верхів'я Удаю ближче до Сейму ландшафти лісостепового типу, що простягалися широкою смугою до нинішнього м. Суми. Лісостепові ландшафти у басейні р. Удай домінували також на південь від нинішнього м. Прилуки [7]. Початок істотного антропогенного впливу на ліси припадає на XIV століття, що пов'язується з ростом чисельності населення на Чернігівщині, яке потребувало розширення площ для ріллі та пасовищ. Подальше виснаження лісів на території Чернігівщини можна умовно поділити на кілька періодів:

- Розвиток мануфактур з кінця XVII століття (поташні або буди, гути, бурти, рудні, а пізніше – винокурні, цукроварні). Назва села Буди Ічнянського району походить від спори «буда», в якій виробляли поташ із деревної золи. На виробництво 1 ц поташу витрачали близько 300 куб.м деревини листяних порід [7].

- Вирубування приватних та селянських лісів після реформи 1861 року пов'язано з розвитком промисловості, будівництва, зростанням попиту на деревину на європейських

ринках. За період з 1696 по 1914 рік лісистість Полтавської області зменшилася з 25,6 до 5,0%, Чернігівської – відповідно, з 35,5% до 14,9% [1].

- Інтенсивні рубки лісів під час громадянської війни та формування соціалістичної економіки після неї.

- Вирубування деревостанів після Другої світової війни з перевищенням розрахункової лісосіки в 2,0–2,5 рази пов'язано з необхідністю відбудови економіки. В цей же період розширилися роботи по штучному лісовідновленню.

Нинішній стан лісових екосистем Парку можна охарактеризувати як задовільний, незважаючи на інтенсивне господарське його використання в минулому. Флора судинних рослин на території Ічнянського НПП налічує 672 види, тут зосереджено 22,4% усієї кількості червонокнижних видів України, які були виявлені в Чернігівській області. Фауна хребетних налічує 278 видів, безхребетних – понад 3 тис. видів [3].

Типологію сучасних екологічних загроз лісовим екосистемам Ічнянського НПП, умовно поділено на 3 групи: абіотичні, антропогенні та біотичні.

До абіотичних загроз віднесено зміни температури повітря, перерозподіл характеру і кількості опадів та пов'язані з ними зміни гідрологічного режиму територій, а також стихійні природні явища (сильні вітри, пожежі, викликані природними чинниками тощо).

Загрози антропогенні – фрагментація лісових масивів, заходи з поліпшення якісного складу та оздоровлення лісів, рекреаційні навантаження, лісові пожежі антропогенного походження, забруднення лісових

екосистем переважно побутовими та промисловими відходами.

До біотичних загроз належать інвазії фітофагів, епіфітотії збудників хвороб лісу, життєдіяльність диких тварин та випасання худоби.

Усі загрози тією чи іншою мірою пов'язані між собою, причому домінуючими можна вважати антропогенні, які прямо чи опосередковано ініціюють дію інших. Вони суттєво впливають на стан едификаторів та популяцій багатьох рідкісних і зникаючих видів флори та фауни, в першу чергу, внаслідок інсуляризації, тобто розриву ареалів рослин і тварин на окремі островки, порушення установлених процесів репродукції особин, зміни їхніх природних ареалів та втрати життєздатності ізолюваних популяцій.

Абіотичні чинники впливу на лісові екосистеми Парку ідентифіковані через зміну кліматичних умов, гідрологічного режиму та несприятливі природні явища і стихії. Середньорічні показники температури повітря за даними метеостанції Прилуки, зросли з 6,3°C у 1976–1980 роках до 8,4°C у 2001–2010 роках. За висновками вчених, нинішнє глобальне потепління викликане циклічними коливаннями середньої температури на планеті, підсилене «парниковим ефектом» через підвищення вмісту в атмосфері так званих «парникових газів» (CO₂, NO₂ т. і.) внаслідок господарської діяльності людини. Це зумовило збільшення тривалості теплого періоду, максимальної тривалості періоду зі спекою. Відмічається стійка тенденція до підвищення повторюваності числа днів із сильними вітрами, що спричинили, наприклад, у 2014 році в лісах Чернігівській області вітровали

та буреломи на площі 357 га з масою деревини понад 42 тис.м³ [8].

Зниження рівня води у ставках по річці Удай та Іченька на території Ічнянського НПП спостерігали з 2011 року як наслідок зменшення кількості опадів та підвищення випаровуваності у літньо-осінні періоди. У 2015 році фіксували пониження рівня водойм на р. Удай, відсутність води ідентифікували в ставках «Мисливський», «Будянський», «Садове», поблизу с. Лучківка, «Химчине», «Дзюбівка». Спад рівня ґрунтових вод та гідрологічна посуха спричинили послаблення та загибель середньовікових насаджень ялини європейської (дільниця 1: кв. 2, 3, 10, 12; дільниця 2: кв. 10, 11, 13 Хаєнківсько-Заудайського ПНДВ), а ослаблення насаджень сосни звичайної спровокувало інвазії фітофагів та епіфітотії збудників хвороб лісу. Певною мірою зміни гідрологічного режиму території Парку спричинені також і антропогенною діяльністю: в середині XX ст. були започатковані меліоративні роботи з осушення боліт, випрямлення русел річок та водотоків, у тому числі і в басейні р. Удай, будівництва ставків, шлюзів-регуляторів тощо.

Антропогенні чинники. Негативний вплив природних абіотичних та біотичних чинників особливо гостро проявляється у взаємодії з антропогенними чинниками, з яких першочерговими є наслідки ведення лісового господарства в минулому, яке не відповідало принципам сталого розвитку, несвоєчасне проведення заходів з оздоровлення та поліпшення якісного стану лісів, рекреаційні навантаження, лісові пожежі антропогенного походження та забруднення довкілля.

Фрагментованість є однією з характерних відмінностей сучасного стану лісових насаджень Ічнянського НПП, які складаються з невеликих урочищ і фацій, перемешованих сільськогосподарськими угіддями, болотами та водоймами. В постійне користування Парку були передані в основному колишні селянські (колгоспні) ліси, в яких господарство не мало системного характеру, коли суцільні рубки з наступним відновленням переважно монокультурою не супроводжувалися систематичними рубками догляду для оптимізації породного складу та густоти насаджень. У частині насаджень Парку, що залишилися у постійного користувача (ДП «Прилуцьке лісове господарство»), регулювання повноти та складу насаджень носило переважно системний характер.

Антропогенні sukcesії едификаторів. Однією з особливостей лісових насаджень на території Парку є те, що тут накладаються ареали дуба, граба та липи [2]. Саме в таких ценозах найбільш поширені рідкісні види – підсніжник білосніжний, коручка чемерицею, осока богемська т.і. Нині грабово-липово-дубові насадження займають невеликі ділянки переважно в центральній та південно-східній частинах НПП. Ліси зазнали значного антропогенного впливу, коли значна частина корінних ценозів була замінена культурами сосни звичайної, що негативно вплинуло на збереженість ряду рідкісних видів. Вирубування також сприяло експансії граба звичайного, який внаслідок кращої відновлювальної здатності поступово витісняє дуб звичайний і поширюється в корінних типах лісу.

У вкритій лісом частині постійного користування Парку (3172,2га)

нами виявлено 12 едатоців (табл. 1). Найбільшу частку займають свіжі сосново-дубові субори (27,78%) та свіжі грабово-дубово-соснові сугрудки (27,36%), досить вагоме місце належить сирым чорновільховим сугрудкам (17,93%), переважно в заплавах Удаю та Іченьки. Свіжі грабові діброви займають 10,5% лісовкритої площі і розташовані переважно у східній частині території НПП (Тростянецька сільська рада). Свіжі бори приурочені до надзаплавних терас річок та їх приток. Корінними типами лісу в дубово-сосновому суборі є сосна з домішкою дуба, який, як правило, формує другий ярус.

У свіжому та вологому грабово-дубово-сосновому сугруді головними породами можуть бути як сосна звичайна, так і дуб звичайний залежно від механічного складу ґрунту та глибини залягання верхнього горизонту ґрунтових вод. Субдомінантом у дубових насадженнях є граб звичайний, який нормально почувається у II ярусі, рідше береза повисла, клен гостролистий, поодинокі трапляється липа серцелиста. Сосна в свіжих сугрудах росте по I – II бонітету, дуб звичайний – по I – II бонітету залежно від водного режиму та механічного складу ґрунту. У підліску переважає ліщина звичайна, крушина ламка, рідше – бересклет бородавчастий. Травнистий ярус складають ягиця звичайна, зірочник ланцетолистий, осока волосиста т.ін.

У результаті антропогенного впливу та дії природних чинників 18,0 відсотків насаджень (571,0 га) зростають з головними породами – едифікаторами, що не відповідають типам лісорослинних умов, тобто є похідними. Відносно вищою є ця

невідповідність для дібров (44,7 відсотків) та борів (36,2 відсотків). Так, у типових свіжих грабових дібровах (Тростянецька сільська рада) окрім дуба звичайного роль головної породи нині виконують береза повисла, ясен високий, сосна звичайна, в'яз дрібнолистий, верба ламка, осика та інтродуценти дубу червоного, ялина європейська, тополя канадська. В борах найбільш поширеними є похідні березняки.

У свіжих суборах похідні деревостани сформовані переважно чистою березою, сосною, у свіжих сугрудах – чистими сосною, березою, осикою та дубом. За критеріями відповідності едифікаторів такі деревостани не можна визнати прийнятними для природно-заповідних територій. Площа насаджень з однією породою – едифікатором (монокультура) досить значна і становить 598,5 га або 18,9% загальної площі насаджень постійного користування. Відносно більші частки насаджень з однією породою-едифікатором притаманні свіжим борах та свіжим сугрудам.

Пожежі, спричинені необережним чи умисно шкідливим поводженням з вогнем, займають вагому частку в сукцесіях лісових екосистем. В умовах Ічнянського НПП в останні десятиріччя верхові пожежі не спостерігаються, низові виникали спорадично і на невеликих площах. У зоні діяльності Парку вагомим чинником впливу на лісові екосистеми є пожежі на суміжних територіях, оскільки лісові урочища та фації межують із сільськогосподарськими угіддями, висохлими болотами, на яких весною власники та користувачі земельних ділянок випалюють суху рослинність. В Ічнянському НПП від пожеж

Таблиця 1
Розподіл вкритих лісом площ постійного користування Парку за типами лісорослинних умов (едатонами), %

Едатон	Тип лісу	Загал. площа, га	% до загал. площі вкритої лісом	Площа похідних насаджень, га	% до заг. пл. едатонів	Площа ліс. культури, га	% до загал. площі едатонів	Площа моно культури, га	% до загал. площі едатонів
A2 С	Свіжий сосновий бір	215,1	6,78	77,8	36,17	162,2	75,41	136,9	63,64
B2 ДС	Свіжий дубово-сосновий субір	881,1	27,78	142,7	16,20	299,3	33,97	162,4	18,43
B3ДС	Вологий дубово-сосновий субір	4,1	0,13	2,4	58,54				
C2ГДС	Свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд	867,9	27,36	138,2	15,92	237,3	27,34	162,8	18,76
C3 ГДС	Вологий грабово-дубово-сосновий сугруд	128,1	4,04	44,1	34,43	28,3	22,09	36,8	28,73
C4 ГДС	Сирий грабово-дубово-сосновий сугруд	1,0	0,03	1,0	100,00				
C2 ГД	Свіжий грабово-дубовий сугруд	69,2	2,18	9,5	13,73	10,5	15,17	10,5	15,17
C3 ГД	Вологий грабово-дубовий сугруд	24,2	0,76						
C4 ВЛЧ	Сирий чорновільховий сугруд	568,9	17,93	1,5	0,26	2,7	0,47	36,1	6,35
C5 ВЛЧ	Мокрий чорновільховий сугруд	73,8	2,33		0,00		0,00	1,4	1,90
Д2 ГД	Свіжа грабово-дубова діброва	332,9	10,49	148,7	44,67	296,1	88,95	46,5	13,97
Д3 ГД	Волога грабово-дубова діброва	5,9	0,19	5,1	86,44			5,1	86,44
Разом		3172,2	100,0	571,0	18,0	1036,4	32,67	598,5	18,87

найбільше страждають вільхові насадження на заболочених місцевостях, що заростають очеретом.

Рекреаційні навантаження на екосистеми Ічнянського НПП мають помірний характер. Різко зростають навантаження в грибний сезон, відвідуваність молодих насаджень сосни звичайної сягає 0,7–4 осіб/добу/га. В зоні регульованої рекреації (дільниця 1: кв. 7,8 ; дільниця 2: кв. 8 по Харківсько-Заудайському ПНДВ; дільниця 3: кв. 1, 2, 5; дільниця 4: кв. 5, 6 по Будянсько-Сезьківському ПНДВ,) рекреаційна дигресія екосистем не виходить за межі I стадії.

Біотичні чинники. Найбільш суттєво впливають на лісові екосистеми Парку інвазії фітофагів, ксилофагів, епіфітотії збудників хвороб деревостанів, життєдіяльність диких тварин та випасання худоби. Біотичні чинники в нинішньому стані лісових екосистем найтісніше пов'язані з антропогенними. Так, штучне відновлення лісів монокультурою після суцільних рубок призвело до значних змін породного складу лісів, їх вікової структури, що сприяє пошкодженню ентомошкідниками, поширенню патології лісів внаслідок ураження насаджень різноманітними хворобами.

Серед фітофагів найбільш небезпечним для сосни звичайної є звичайний сосновий пильщик, площа осередків якого в Чернігівській області в 2014 році сягнула 70 тис. га [8]. Загрозливих масштабів набуло заселення ослаблених насаджень Парку такими небезпечними стовбуровими шкідниками (ксилофагами) – малий сосновий лубоїд, синя соснова златка, шести зубчастий короїд або стенограф, верхівковий короїд, чорний сосновий вусач, сірий довговусий вусач, корот-

ковусий вусач, типограф або великий ялиновий короїд. Сильно зросла чисельність верхівкового короїда [3]. Під найбільшою загрозою пеperбувають насадження, які ростуть поблизу осередків минулих років [5; 8].

Найбільш поширеним захворюванням сосни є коренева губка, яка у Чернігівській області охопила близько 17 відсотків соснових насаджень на землях, що тривалий час були в сільськогосподарському користуванні [4]. Серед хвороб деревостанів набувають поширення смоляний рак сосни та судинні мікози, що викликаються офіостомовими грибами. Доведено наявність характерних зв'язків офіостомових грибів з ксилофагами, а також кліщами, яких короїди переносять на своєму тілі [5].

Випасання худоби в лісах спричиняє зміни у видовому складі та структурі лісових угруповань та ступеня збереженості лісових екосистем. Вплив випасання худоби проявляється на межі лісу з пасовищем, що призводить до значного спрощення просторової структури насаджень та унеможливорює природне поновлення лісу. З іншого боку, помірне випасання худоби сприяє збереженню деяких рідкісних видів рослин [3].

Поширення адвентивних видів є однією з найбільших екологічних загроз для фіторізноманіття екосистем Парку [3]. Такі адвентивні види як клен ясенелистий, аморфа кущова, амброзія полинолиста мають високу інвазійну спроможність завдяки пригніченню аборигенних видів і тому потребують вжиття відповідних заходів по їх елімінації, а такі адвентивні види як робінія (акація біла) та дуб червоний – контролю та стриманню росту популяцій.

Для комплексної оцінки екологічних загроз лісовим екосистемам Парку було застосовано метод експертного оцінювання. Роль експертів виконували штатні працівники НПП, які мають досвід спостережень за особливостями антропогенного впливу на конкретних ділянках лісу. Всього було заповнено 20 анкет. Інтенсивність впливу ідентифікувалася експертами як частота випадків за такими категоріями: 1) мало помітна, 2) помітна, 3) дуже помітна, 4) сильна, 5) дуже сильна. При від-

сутності ідентифікованих випадків по впливу відповідна клітинка не заповнювалася і прирівнювалася до 0. Отже, категорії частоти випадків впливу були модифіковані у відповідні бали (від 0 до 5). З урахуванням наукової інформації було уведено вагові коефіцієнти, які для кожного виду впливу мають конкретно визначену величину, яка не залежить від частоти випадків. Вони відображають відносну вагу, значимість впливу на стан екосистем та їх біорізноманіття (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти екологічних загроз

№ з/п	Чинники	Оціночний бал $M_{cp} \pm \sigma$	Ваговий коефіцієнт	Коефіцієнт впливу
1.1	Пожежі лісові низові	1,3±0,63	1,2	1,56
1.2	Пожежі верхові	0,35±0,56	1,3	0,46
1.3	Пожежі на суміжних територіях	1,65±0,78	0,8	1,32
1.4	Кліматичні чинники	2,55±0,90	1,0	2,55
1.5	Випасання худоби	0,45±0,54	0,9	0,40
1.6	Сінокосіння	0,8±0,56	0,9	0,72
1.7	Фрагментованість лісових масивів	2,4±0,92	1,1	2,64
1.8	Рекреація, туризм	1,7±0,73	1,2	2,04
1.9	Збір грибів	2,25±0,92	0,8	1,58
1.1	Збір плодів, ягід	1,45±0,75	0,8	1,30
1.11	Збір рослин	0,7±0,42	0,8	0,63
1.12	Забруднення відходами	1,45±0,63	1,0	1,45
1.13	Поширення фітофагів	1,2±0,32	1,1	1,32
1.14	Заселення дерев ксилофагами	1,65±0,65	1,3	2,14
1.15	Сільськогосподарське забруднення	1,2±0,64	1,0	1,2
1.16	Поширення патології лісу	2,2±0,50	1,2	2,64
1.17	Заходи з поліпшення якісного складу лісів	0,2±0,36	1,2	0,24
1.18	Заходи з оздоровлення лісів	1,55±0,65	1,3	2,02
1.19	Поширення адвентивних видів фанерофітів (дерева, кущі)	2,05±0,48	1,1	2,26

Деякі показники в таблиці мають підвищене середнє відхилення (σ), що пов'язано з незначною частотою випадків (верхові пожежі, заходи з

поліпшення якісного складу лісів тощо).

На основі таблиці 2 було побудовано діаграму з оцінки впливів (рис. 1)

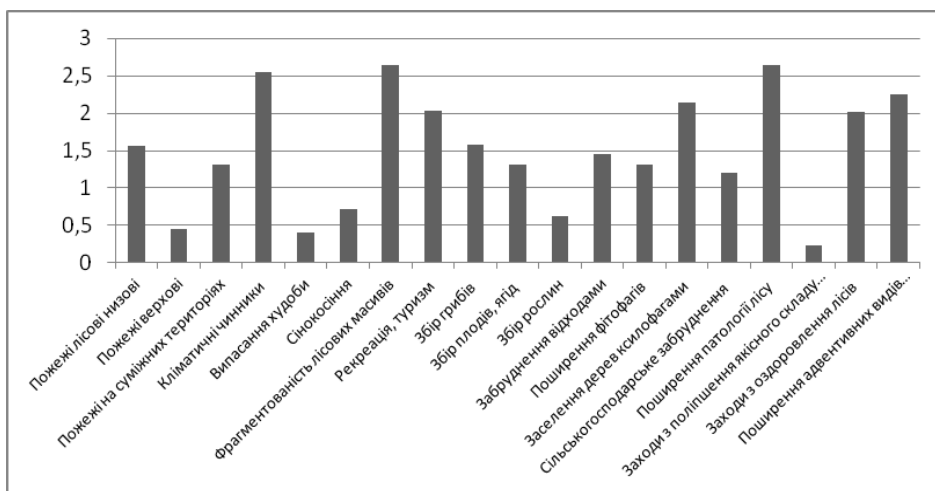


Рис. 1. Діаграма з оцінки впливів на лісові екосистеми

Ранжування чинників впливу. Відповідно до одержаних результатів

проведено ранжування чинників за інтенсивністю та наслідками впливу (табл. 3).

Таблиця 3

Ранжування чинників антропогенного впливу на лісові екосистеми НПП

Категорія	Коефіцієнт	Чинники
I - Потужний	$\geq 2,0$	Клімат, фрагментованість лісових масивів, патологія лісу, рекреація, заселення дерев ксилофагами, заходи з оздоровлення лісів, поширення адвентивних видів
II - Середній	$2,0 - 1,0$	Низові пожежі, пожежі на суміжних територіях, збір грибів, плодів, ягід, забруднення відходами, поширення фітофагів, сільськогосподарське забруднення
III - Помірний	$\leq 1,0$	Випасання худоби, пожежі верхові, сінокосіння, збір рослин, заходи з поліпшення якісного складу лісів

Максимальні показники впливу на стан лісових екосистем Парку демонструють кліматичні чинники, фрагментованість лісових масивів, рекреація, заселення дерев ксилофа-

гами, заходи з оздоровлення лісів, поширення патології лісу та адвентивних видів фанерофітів (клен ясенелистий, дуб червоний, аморфа, акація біла тощо). Найнижчі показ-

ники демонструють заходи з поліпшення якісного складу лісів та верхові пожежі. В ряді випадків важко визначити, якого напрямку є конкретний вид впливу. Наприклад, вплив санітарно-оздоровчих заходів можна трактувати по-різному. У неврівноважених екосистемах, якими є ліси Ічнянського НПП, невтручання в патологічні процеси може призвести до розладнання насаджень і не контрольованих сукцесій едіфікаторів, що і спостерігається в заповідній зоні після загибелі ялинових насаджень (Заудайська с/р).

Загальноприйнятою концепцією регулювання антропогенних сукцесій в лісових екосистемах є проведення відповідних заходів впливу для підтримання динамічної рівноваги в екосистемах шляхом проведення відповідних рубок догляду та лісовідновних заходів для сприяння росту і розвитку аборигенних видів.

Висновки

Антропогенний вплив на лісові екосистеми Ічнянського НПП має багатофакторний характер, відображає як загальні тенденції у взаємовідносинах «людина – природа», так і особливості умов функціонування НПП.

Максимальні показники впливу на нинішній стан лісових екосистем Парку демонструють кліматичні чинники, фрагментованість лісових масивів, рекреація, заходи з оздо-

ровлення лісів, заселення дерев ксилофагами, поширення патології лісу та адвентивних видів (клен ясенелистий, дуб червоний, аморфа, акація біла т.і.).

Найнижчою інтенсивністю відзначаються такі чинники як випасання худоби, пожежі верхові, сінокосіння, збір рослин, заходи з поліпшення якісного складу лісів. Деякі з цих чинників мають низькі значення коефіцієнта впливу через те, що за аналізований період вони не відбувалися.

Середні коефіцієнти впливу виявлено для низових пожеж, пожеж на суміжних територіях, збору грибів, плодів, ягід, забруднення відходами, поширення фітофагів, сільськогосподарського забруднення.

Виявлені причинно-наслідкові зв'язки між антропогенними, абіотичними та біотичними чинниками вказують на домінування антропогенних чинників, що потребує прийняття адекватних управлінських рішень у сфері збереження біторізноманіття лісових екосистем.

Серед пріоритетних завдань для збереження і відтворення корінних ценозів Парку необхідно виділити проведення комплексу заходів з оздоровлення та поліпшення якісного складу лісів, попередження загроз виникнення лісових пожеж на суміжних територіях, елімінації інвазійних видів та регулювання рекреаційної діяльності.

Література

1. Генсірук С.А. Історія лісівництва в Україні / С.А. Генсірук, О.І. Фурдичко, В.С. Бондар; за ред. С.А. Генсірука. – Львів, Світ. – 1995. – 424 с.
2. Жигаленко О.А. Лісова рослинність Ічнянського національного природного парку / О.А. Жигаленко // Укр. ботанічний журнал. – 2009. – Т. 66. – № 6. – С. 836–845.
3. Літописи природи Ічнянського НПП (2010–2016 рр.)

4. Лозицький В.Г. Особливості поширення кореневої губки в соснових насадженнях Чернігівського Полісся / В.Г. Лозицький, І.М. Усицький, М.М. Ведмідь, В.І. Роговий // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.14. – С. 74–79.
5. Мешкова В. Сосна всихає. Хто винен – нематоди, гриби чи жуки? // Лісовий вісник. – № 2 (53). – 2016.
6. Семенова-Тянь-Шанская А.М. Изменение растительного Покрова лесостепи Русской равнины в XIV – XVIII в.в. под влиянием деятельности человека / А.М. Семенова-Тянь-Шанская // Ботан.журнал АН СССР. – 1957. – № 9. – С. 16.
7. Чорний М.Г. Інвентаризація та оцінка екологічних загроз для природно-заповідних територій (на прикладі Канівського природного заповідника) / М.Г. Чорний, В.М. Грищенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. № 1 (33). – 2014. – С. 124–128.
8. Чудак В. Інформація про стан лісів Полісся та Поділля України (2014). – Електронний ресурс: доступ – http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article; jsessionid=0496D5C46F8CDF9F264E0C1FC35FC96B.app2? art_id=118307&cat_id=81209

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОБЕЗПЕКИ

УДК 504.062:550.7:574.5

БІОГАЗ – ЯК ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Лапшин Ю.С.¹, Кордик Я.С.², Машков О.А.², Барановська В.Є.²,
Голубцова Н.Ю.³, Париков Л.Е.³

¹ Інститут загальної енергетики НАН України
вул. Антоновича, 172, 03150, м. Київ;

² Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
mashkov_oleg_52@ukr.net;

³ ТОВ «СП Ланко»
ул. Т. Шамрыло 7а, 04112, м. Київ

Досліджено світовий досвід розвитку біогазових технологій, заснованих на використанні енергетичних поновлювальних джерел енергії. Обґрунтовано доцільність організації виробництва і використання біогазу в Україні, яка має великий біоенергетичний ресурс. *Ключові слова:* біогаз, технології одержання біогазу, чисті енергетичні технології.

Биогаз – как один из факторов обеспечения энергетической независимости Украины. Лапшин Ю.С., Кордик Я.С., Машков О.А., Голубцова Н.Ю., Париков Л.Е. Исследовано мировой опыт развития биогazовых технологий, основанных на использовании энергетических возобновляемых источников энергии. Обоснована целесообразность организации производства и использования биогаза в Украине, которая имеет большой биоэнергетический ресурс. *Ключевые слова:* биогаз, технологии получения биогаза, чистые энергетические технологии.

Biogas is one of the factors contributing to Ukraine's energy independence. Lapshin Y., Kordik Y., Mashkov O., Golubtsova N., Parikov L. The world experience in the development of biogas technologies based on the use of energy renewable energy sources has been researched. The expediency of organizing the production and use of biogas in Ukraine, which has a great bioenergy resource, is substantiated. *Keywords:* biogas, technologies of biogas production, clean energy technologies.

Технологія одержання біогазу не вимагає дорогого устаткування, вона обходиться без дефіцитних матеріалів. Устаткування технологічної лінії

може виготовлятися навіть кустарними способами. Але більш ефективним буде налагоджене виробництво спеціалізованими фірмами, які будуть

виникати у зв'язку з попитом (як відгук на попит, що з'явиться).

Деякі країни, які не мають достатньо власних енергетичних ресурсів, наприклад Данія, Бразилія, успішно задовольняють потреби в енергетиці за рахунок власних відновлюваних джерел енергії (вітер, сонце, біогаз). За ресурсами поновлюваних енергетичних джерел Україна не поступається багатьом розвиненим країнам. Екологічна та економічна доцільність освоєння чистих енергетичних технологій в Україні – очевидна.

Уряд України прийняв низку законів і видав кілька розпоряджень, згідно з якими маємо інтенсивніше освоювати і впроваджувати технології, засновані на використанні таких енергетичних джерел. Наприклад, закон України «Про основні засади (Стратегія) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21 грудня 2010 року 2818-VI: «Поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки» [1]. «Атмосферне повітря. Зменшення обсягу викидів загальнопоширених забруднюючих речовин: стаціонарними джерелами до 2015 року на 10 відсотків і до 2020 року на 25 відсотків базового рівня»; розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.02.2009 № 217 – р «Питання організації виробництва та використання біогазу» [2]. Застосування запропонованих технологій забезпечить мешканців селищ та міст газом та високоякісними добривами, а також часткове розв'язання проблеми утилізації відходів.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, що організовує курси підвищення кваліфікації на різні екологічні тематики та здійснює підготовку відповідних

фахівців, а також широка реклама засобами масової інформації (телебачення, преса, науково-популярні журнали, рекламні проспекти) прискорить широкомасштабне впровадження технології (анаеробне бродіння) отримання біогазу і добрив, що дозволить упродовж 1–2 років на 1/3 вирішити задачу побутового теплогазопостачання, а також більш, ніж на 50 % забезпечити потребу сільського господарства високоякісними добривами. Наслідком стане також зменшення ступеня забруднення біосфери мінеральними добривами, дуже небезпечними відходами м'ясокомбінатів, цукрових заводів тощо.

Оцінка біогазового ресурсу України

За даними Держкомстату України станом на 15.12.2014 року кількість домашніх тварин в Україні (без урахування Криму, а також Донецької і Луганської областей) становила: великої рогатої худоби – близько 4,7 млн голів, у тому числі корів – 2,414, свиней – 7,99, птиці – 230,834, овець та кіз – 1,815 млн голів [3]. Відходи життєдіяльності тварин (включаючи їх труп) і людини є сировиною для одержання біогазу, що практично не вимагає попередньої обробки, як і деякі відходи сільського і лісового господарств (тирса, деревні стружки, опале листя, полова, лушпиння тощо). Підготовка до виробництва біогазу інших (твердих і великогабаритних) біологічних (органічних) відходів лісового та сільського господарств полягає у подрібненні вихідного матеріалу (бажано) до розмірів тирси. Сумарний біогазовий потенціал відходів лісового та сільського господарств щонайменше в 5 разів перевищує потенціал тваринництва. Загальний енергетичний

потенціал біогазу України вважати-мемо збільшеним у 6 разів потенціалу відходів тваринництва.

У практиці отримання біогазу в основному здійснюється під час двох процесів – це піроліз (хімічна реакція, під час якої органічні сполуки розпадаються без доступу кисню) і або ж, за якої біогаз утворюється від бродіння обводненої біомаси в анаеробних умовах [4]. Піроліз – це процес, який швидко протікає у минулому. Він широко використовується в техніці. Приміром, у Радянському Союзі під час Другої Світової війни частина вантажного автотранспорту, обладнаного карбюраторними двигунами, працювала на березових дровах, які спалювалися і пропікалися в прикріпленій до вантажівки технологічній системі. Але на сьогодні у світовій практиці переважно використовується технологія анаеробного бродіння, яка, хоча і значно поступається піролізу за швидкістю протікання процесу, але має низку переваг [1].

Біогаз складається з метану (55–75% – CH_4) і вуглекислого газу (15–45% – CO_2), а також можуть бути сліди сірководню (0–3%). Його теплота згоряння становить 25 МДж / м^3 (що еквівалентно згорянню 0,6 л бензину, 0,85 л спирту, 1,7 кг деревини або використанню 1,4 кВт г). Для виробництва 1 кВт*год електроенергії потрібно від 0,3 до 0,6 кубометрів біогазу.

Різноманітні види мікроорганізмів метаболізують вуглець з органічних субстратів без доступу кисню (анаеробним способом). Цей процес, який називається гниттям або безкисневим бродінням, під час якого виділяється біогаз. Він може використовуватися як звичайний природний газ для технологічних цілей, обігріву, вироблення елек-

троенергії. Його також можна накопичувати, перекачувати, використовувати для заправки автомобіля тощо. Біогаз не має неприємного запаха. Наприклад: при переробці 1 т гною великої рогатої худоби і свиней можна отримати до 65 м^3 біогазу, а з курячого – до 130 м^3 . Можна навести й більш доступний для розуміння розрахунок: 1 корова здатна забезпечити одержання 2,5 м^3 газу на добу, бик на відгодівлі – 1,6 м^3 , свиня – 0,3 м^3 , птиця – 0,02 м^3 (табл. 1). Крім того, в процесі біоконверсії (процес, при якому відходи сільськогосподарського виробництва перетворюються на біогаз), крім енергетичної проблеми вдається вирішити ще два завдання. По-перше, зброджений гній порівняно зі звичайним підвищує на 10–20% врожайність сільськогосподарських культур. Пояснюється це тим, що при анаеробній переробці відбувається мінералізація і зв'язування азоту. За традиційних способів одержання органічних добрив (компостуванням) втрати азоту становлять до 30–40%. Анаеробна переробка органічних відходів (представляє собою багатоступінчастий процес розкладання органічних речовин у спеціальних ємкостях без доступу повітря (кисню) під дією анаеробних мікроорганізмів з утворенням метану і вуглекислого газу у вигляді кінцевих продуктів) у чотири рази порівняно з незбродженим гноєм збільшує вміст амонійного азоту (20–40% азоту переходить в амонійну форму). Вміст засвоєного фосфору подвоюється і становить 50% загального фосфору.

* Примітка: питома вага біогазу становить 1,2 кг на 1 м^3 , тому при розрахунку кількості одержуваних добрив необхідно віднімати його від кількості сировини, що переробля-

ється. По-друге, під час зброджування повністю гинуть насіння бур'янів, які завжди містяться в гної, знищуються мікробні асоціації, яйця гельмінтів, нейтралізується неприємний запах, тобто досягається актуальний на сьогодні екологічний ефект. Будь-які інші системи очищення споживають енергію, а не виробляють. Оскільки процес відбувається без доступу повітря (ферментатори повністю герметичні), то запахи при переробці не поширюються. Біогазова установка дозволяє прибрати основну масу забруднюючих органічних речовин, тому після установки відходи не мають неприємного специфічного запаху. Після звичайних систем очищення відходи так і залишаються відходами. Після біогазової установки – це високоякісні добрива.

На сьогодні в Європі зосереджено 44% світової кількості установок анаеробного зброджування, в Північній Америці – 14%. У 2010 році в країнах ЄС одержання додаткової енергії відбувається за рахунок використання біомаси 90 млн т нафтового еквівалента, з них 15 млн т – за рахунок використання біогазових установок. За оцінками експертів, у Німеччині існує необхідність в будівництві щонайменше 220 тис. біогазових установок, у тому числі 86% повинні переробляти гній. При здійсненні цих планів частка біогазу може досягти 11% загального обсягу споживання газу в Німеччині.

До 2005 року таких біогазових реакторів у Китаї налічувалося понад 10 млн, щорічно вони виробляли близько 7,3 млрд м³ біогазу.

Біогаз, як і природний газ, належить до чистих видів палива. Біогазова технологія дозволяє прискорено отримувати за допомогою анаеробного бродіння натуральне біодобриво, що

містить біологічно активні речовини і мікроелементи. Основні переваги біодобрив після біогазової установки порівняно зі звичайним гноєм і мінеральними добривами такі:

1. максимальне збереження і накопичення азоту. При тривалому зберіганні (компостуванні) гною втрачається до 50% азоту. Завдяки процесу анаеробного бродіння в біогазовій установці загальний вміст азоту N у біодобриві повністю зберігається, крім того, вміст розчинного азоту NH₄-N збільшується на 10–15%;

2. відсутність насіння бур'янів. В 1 т свіжого гною ВРХ (Велика рогата худоба) знаходиться до 10 тис. насіння бур'янів, які не втрачають здатність до проростання, навіть пройшовши через шлунок тварини. Після біогазової установки 99% насіння втрачає (життєздатність);

3. відсутність патогенної мікрофлори. У гної можуть міститися небезпечні для тварини і людини хвороби – сальмонельоз, аскаридоз, кишкові інфекції. Біодобрива, завдяки спеціальній технології переробки в біогазовій установці, повністю позбавлені патогенної мікрофлори;

4. наявність активної мікрофлори. Високий рівень гуміфікації органічної речовини служить потужним поштовхом для активації ґрунтових мікроорганізмів, азотфіксуючі і інші мікробіологічні процеси відбуваються набагато швидше;

5. відсутність періоду зберігання. Завдяки своїй формі біодобрива починають ефективно працювати відразу при внесенні;

6. стійкість до вимивання з ґрунту поживних елементів. За сезон з ґрунту вимивається близько 80% мінеральних добрив, тому доводиться їх щорічно

додавати в великих кількостях. За цей же час з ґрунту вимивається всього до 15% біодобрив, внесені на поля у невеликій кількості біодобрива працюватимуть на 3–5 років довше, ніж звичайні;

7. екологічний вплив на ґрунт. Мінеральні добрива можуть завдавати великої шкоди, забруднюючи ґрунт і ґрунтові води. Тоді як біодобрива є абсолютно чистим екологічним добривом.

Розрахунковий вихід біогазу з різноманітних типів відходів

Тип сировини:	Вихід газу, м³ на 1 т
Коров'ячий гній	60
Свинячий гній	65
Послід пташиний	130
Бійні відходи	300
Жир	1300
Барда післяспиртова	70
Зерно	500
Силос, бадилля, трава, водорості	400
Молочна сыворотка	60
Буряковий і фруктовий віджим	70

З урахуванням цієї інформації можна визначити біогазовий потенціал України.

Заходи щодо освоєння біогазового ресурсу України

Перш за все, необхідно розпочати роботу з підготовки фахівців – людей, здатних освоїти основні принципи пристрою і роботи біогазових установок. Принципи їх роботи – подрібнення біомаси в анаеробних (без доступу кисню) умовах. Вважається, що при вологості біомаси 88% і температурі 38°C і перемішуванні біомаси

процес анаеробного бродіння протікає найбільш інтенсивно. Для прискорення процесу слід забезпечити періодичне переміщення малої частини біомаси (закваски) з центральної зони установки в зону завантаження біомаси в установку. Біогаз, що виходить з установки, має стопроцентний вміст водяної пари, яка (конденсуючись з охолодженням) дає воду. Слід забезпечити відведення цієї води. У конструкції установки повинна бути резервна ємність для зберігання обсягу біогазу, що являє собою різницю обсягів виробленого і спожитого біогазу. Тиск біогазу всередині резервної ємності не може бути високим (високий тиск знизить продуктивність установки і викличе підвищення її вартості). Крім того, бажано забезпечити сталість тиску в резервній камері. Для виконання цих умов використовується одне з двох конструктивних рішень: перше – резервна камера являє собою сильфон, друге – камера має жорстку оболонку, але приєднана до біогазової установки через гідрозатвор. У світі є багато фірм, що спеціалізуються на виготовленні і монтажі біогазових установок, що працюють в автоматичному режимі. Наприклад, німецька фірма «Дойче Агротехнік», що виконує замовлення на виготовлення і монтаж біогазових станцій високої продуктивності. Мінімальна ціна біоенергетичної установки – 1,9 млн євро. Але купівля такого устаткування – це не для бідної України.

Освоєння біогазового ресурсу не вимагає великих фінансових витрат. Відомий випадок в Україні – поліетиленові плівки, які зварюються за допомогою праски, наявність соломи (теплоізоляція), а аткож лопати, відходи свинарництва. Один умілець

(господар) самостійно створює біогазову установку, що дозволяє йому повністю покрити потреби його господарства в енергії, включаючи і заправку його особистого автомобіля. Умілець не володів необхідними знаннями, тому його біогазова установка працювала тільки в теплий період року. Але його приклад говорить про те, як необхідно володіти відповідними знаннями. На жаль, шкільні програми фізики знаходяться в протиріччі з часом і життєвими запитами. Ядерна фізика, як і нано технології, інженерна генетика можуть цікавити багатьох, але величезній більшість людей не можуть працювати у тій сфері, де вони можуть щось зробити корисне для себе та інших. Для користі людей у школі учнів слід знайомити з законами природи, знання яких може підвищити їх якість життя, а не змушувати їх вивчити досвід Резерфорда.

Щодо біогазових технологій, то можна стверджувати, що немає іншої країни в світі, в якій необхідне використання біогазових технологій, як в Україні.

Екологічна академія направляла листи до обласних керівників найвищих рівнів (як адміністраторів так і органів самоврядування) про можливість безкоштовного навчання їхніх фахівців на курсах підвищення кваліфікації. Як правило, відповідей не було, а якщо були, то вони містили відомості про відсутність коштів на відрядження. Ми пропонували проведення курсів на території регіонів. Бажання у регіонів не виникало. Інформація про можливість навчання на курсах нашої академії, розміщена на сайті академії, інтересу не викликала.

18.02.2015 Державне агентство з енергоефективності та енергозбере-

ження України з Громадською організацією «Агентство відновлюваної енергетики» в рамках проекту USAID MER «Сприяння заміні природного газу біомасою при виробленні теплової енергії» провели семінар-дискусію «Підвищення обізнаності урядових органів у сфері: заміни природного газу біомасою». Основна тема доповідей зводилася до висвітлення діючих і пропонованих нормативно правових актів щодо стимулювання інвесторів, що вкладають кошти в технології отримання біогазу і критики законів про використання земельних угідь, що забороняють вирощування деяких культур і тим негативно впливають на родючість ґрунту. У підсумку, представники урядових органів дізналися, що інвестор не погодиться вкладати (собі в збиток) кошти в розвиток технологій з виробництва біогазу в Україні. За цих умов проблематичним є виконання розпорядження КМУ про доведення щорічного обсягу випуску біогазу в Україні до 1 млрд м³. А доцільно на зразок Польщі, створити умови для забезпечення фермерів механізмами, які при малих енергетичних витратах дозволять перетворювати пухку солом'яну масу в щільні брикети, надати малопродуктивні землі в розпорядження ентузіастів, здатних вирощувати на них до 100т/га біомаси в літній сезон.

Науковцям запропоновано:

1. технологію отримання біогазу шляхом реалізації процесу анаеробного бродіння біомаси загальнодоступна (не є секретною або приватною власністю). Складання проектів, виконання залізобетонних робіт (будівництво корпусу установки), як і виготовлення металевих з'єднувальних (сталевих) елементів

конструкції, а також теплоізоляція, можуть виконуватися з вітчизняних матеріалів українськими фахівцями. У цих умовах собівартість установок буде (як мінімум) на порядок меншою цін, встановлених іноземними фірмами, а термін окупності не перевищить двох років (а не 10, як у випадку залучення іноземних фахівців).

Подробиці щодо суті технологій отримання біогазу і відповідних технологічних ліній бажаючі можуть вивчити на курсах підвищення кваліфікації, організованих Державною екологічною академією післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України (див. інтернет сайт академії).

Навчання на цих курсах представників державної адміністрації і органів самоврядування безкоштовне.

При складанні проекту особливу увагу слід приділити питанням транспортування біомаси. Можливо, що ефективним виявиться шлях вирішення питань на конкурсній основі. Наприклад, утилізація відходів щорічних санітарних рубок лісів України (як правило, спалюють на місці – 1 млн т), при їх переробці на станціях біогазу може дати 400 млн м³ біогазу, 500000 т добрив і запобігти викиду в атмосферу – 733000 т вуглекислого газу. Остання цифра одержана в припущенні, що висушені деревні відходи на 50% складаються з вуглецю, а самі відходи містять 60% води. Учасники

конкурсу повинні будуть розробити найбільш економічний спосіб ущільнення відходів і доставки ущільненого матеріалу до станції біогазу. А автор проекту біогазової станції, на підставі дозволу завдання логістики (в тому числі і доставки виробленої продукції споживачеві), визначить оптимальні параметри станції.

Висновки

- Україна має великий біоенергетичний ресурс для утворення біогазу;
- Уряд України схвалює освоєння технологій для утворення біогазу;
- виготовлення технологічного обладнання для одержання біогазу не потребує високої кваліфікації майстрів і коштовного матеріалу;
- Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Міністерства екології і природних ресурсів України має можливість здійснити (на відповідних курсах підвищення кваліфікації) теоретичну підготовку фахівців з питань: пояснення суті біохімічних процесів, котрі мають місце у анаеробному реакторі, висвітлення засобів виготовлення технологічного обладнання, ознайомлення з правилами експлуатації і безпеки;
- масштабне впровадження технології анаеробного бродіння в Україні допоможе вирішенню трьох наступних проблем: енергетичної, продовольчої (за рахунок постачання якісних добрив), та зменшення відходів.

Література

1. «Поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки». <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2818-17/>.
2. «Питання організації виробництва та використання біогазу». <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/217-2009-%D1%80/>.
3. Держкомстат України на 15.12.2014
4. (<http://www.ukrstat.gov.ua/>) (<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B7>)

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СТИМУЛЮВАННЯ ЗАХИСНИХ ФУНКЦІЙ ГРУНТОВОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОГЕННОГО КОМПЗИТУ НА ОСНОВІ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ

Черниш Є.Ю., Пляцук Л.Д.
Сумський державний університет
вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, м. Суми
e.chernish@ssu.edu.ua

Наведено результати аналізу механізмів дії природного процесу регулювання буферних властивостей ґрунтового комплексу та визначено пріоритетні біохімічні процеси, що стимулюють його протекторні функції. Здійснено біохімічну та математичну формалізацію процесу впливу біогенного композита на основі мулових осадів та фосфогіпсу на захисні функції ґрунтового комплексу. *Ключові слова:* захисні функції ґрунту, біогенний композит, модель впливу, мікробний біом ґрунту, ґрунтовий комплекс.

Моделирование процесса стимулирования защитных функций почвенного комплекса при использовании биогенного композита на основе техногенных отходов. Черныш Е.Ю., Пляцук Л.Д. Представлены результаты анализа механизмов действия природного процесса регулирования буферных свойств почвенного комплекса и определены приоритетные биохимические процессы, стимулирующие его протекторные функции. Осуществлена биохимическая и математическая формализация процесса влияния биогенного композита на основе иловых осадков и фосфогипса на защитные функции почвенного комплекса. *Ключевые слова:* защитные функции почвы, биогенный композит, модель влияния, микробный биом почвы, почвенный комплекс.

Modeling the process of stimulating the protective functions of the soil complex using a biogenic composite based on technogen waste. Chernysh Y., Plyatsuk L. The mechanisms of the natural process of the buffer properties regulating of the soil complex were analyzed and priority biochemical processes that stimulate its protective functions were determined. Biochemical and mathematical formalization of the biogenic composite influence that based on sewage sludge and phosphogypsum was developed for improve the protective functions of the soil complex. *Keywords:* soil protective functions, biogenic composite, influence model, microbial biome of soil, soil complex.

Зростаюче антропогенне навантаження на екосистеми супроводжується зміною ходу природного ґрунтоутворюючого процесу. Інтенсивна експлуатація чорноземів в Україні за останні роки спричинила значні

втрати гумусу, що супроводжується негативними змінами агрофізичних, фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту. Відповідно знижується ефективність агроприйомів і продуктивність сільськогоспо-

дарських культур [1]. При цьому в сільському господарстві використовуються різні органо-мінеральні і мінеральні добрива для стимулювання росту і розвитку культурних рослин. Використання фосфатних, азотних, калійних добрив у нормативному дозуванні є досить ефективним засобом у боротьбі за підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Однак на сьогоднішній день залишається проблемою вирішення завдання обмеження надходження важких металів у рослинні системи. Процеси міграції та акумуляції важких металів відбуваються під впливом кореневого ексудата, що змочує ґрунтові агрегати і пов'язує катіони двох- і полівалентних металів за допомогою карбоксильних і гідроксильних груп полісахаридів, амінокислот і карбонових кислот у комплексні сполуки і концентрує ці катіони, що призводить до токсикації наземних екосистем.

Отже, актуальним залишається питання вивчення закономірностей і механізмів біохімічної трансформації важких металів у природних і штучних екосистемах для оптимізації та збалансування харчування сільськогосподарських рослин. Прикладний характер цієї проблематики також можна розглядати як розробку біотехнологічних систем і біотехнічних засобів реалізації процесу стимулювання природних механізмів захисту ґрунтового комплексу при реабілітації природньо-антропогенних ландшафтів забруднених важкими металами.

Напрями природної регуляції буферних властивостей ґрунтового комплексу

З точки зору біомінералізації бактеріальний обмін речовин впливає на

окисно-відновні реакції в середовищі ґрунтового комплексу і швидкість вивільнення біогенних речовин та депонування важких металів, відповідно, на процес їх фіксації у складній біогенній органо-мінеральній фракції ґрунту. Кожна бактерія має біогіохімічний спосіб метаболізму, який оптимально підходить для адаптації в конкретних екологічних умовах. При цьому катіони металів можуть реагувати з розчиненими аніонами у зовнішньому середовищі – діоксид кремнію, сульфат, фосфат, сульфід і бікарбонат [1; 2]. Залежно від доступних аніонів різні мінерали можуть утворюватися на бактеріальній поверхні. В процесі ферригідричної біомінералізації відбувається агрегація наночасток ферригідриту ($2,5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4,5\text{H}_2\text{O}$) навкруги бактеріальної клітини з напрямком біогенного Fe (II) потоку (R) різної швидкості трансформації в мінерали – залізовмісні продукти біомінералізації. При цьому вивільняються біогенні сполуки (зокрема фосфати) з подальшим їх переходом у простір резисфери [3; 4].

У найменших масштабах багато органічних речовин у різних типах ґрунтів і відкладеннях асоціюються з глинистими мінералами, утворюючи органо-мінеральні комплекси. Якщо хімічна сорбція є рушійним механізмом для цієї асоціації, то вона буде оптимізована для менших розмірів мінералів за відношенням площі поверхні до порового об'єму. Такі первинні органо-мінеральні комплекси часто спостерігаються з глинистими мінералами і оксигідрооксидами металів різного розміру від субмікрометрів до мікрометрів. Механізмами, які з найбільшою ймовірністю створюють такий первинний комплекс,

є [5; 6]: 1) сорбція розчинених органічних молекул на поверхні мінералів; 2) агрегація макромолекулярної (колоїдної) органічної речовини з мінералами. Найчастіше знайти відмінність між цими двома механізмами при дослідженні дрібнозернистих фракцій, в яких знаходиться більшість органічних речовин, досить складно.

Як показано в [7], у тонкому зрізі грудочки чорнозему можна побачити сполучені один з одним частинки з просвітом між ними – поровим простором. У ньому відбувається накопичення води і поживних речовин та метаболічна активність ґрунтової біоти. Високодисперсна фракція ґрунтового комплексу складається з мінералів, що володіють шаруватою кристалічною структурою, в якій шари сполучені між собою не так міцно, як іони в структурах уламкових мінералів. Така особливість цих мінералів сприяє сорбції розсіяних важких металів і концентруванню їх у цій фракції на порядок вище, ніж в дрібнообломкових мінералах (кварц, слюда, силікати і тощо) і в ґрунті загалом. До складу високодисперсної фракції входять мінерали групи смектитів, гідроліти і мінерали групи каоолініту зі зниженою здатністю до сорбції. Члени другої і особливо першої груп активно фіксують іони металів та їх органічні сполуки [8].

В цілому в трансформації важких металів у ґрунтовому комплексі чималу роль відіграє гумусова речовина, яка прискорює руйнування пестицидів, закріплює забруднюючі речовини, в тому числі важкі метали і знижує надходження їх у наземні екосистеми. У кислому і нейтральному середовищах молекули гумінових кислот можуть коагулювати і

виділятися у вигляді структурованого осаду, що складається з великих глобулярних агрегатів. Імовірно, щільність органічної речовини не перевищує 1,25–1,80 г / см³, а його вагова теплоємність приблизно в 2 рази вище, ніж у глини [9].

Важливим механізмом регулювання буферних властивостей ґрунтів є збереження певного рівня запасу мікробних метаболітів (цукри, органічні кислоти і спирти, амінокислоти і тощо.), що сприяє збереженню ґрунтової мікробіоти в періоди, коли в ґрунт або в конкретну його мікрозону не надходять свіжі поживні речовини. Відповідно, навіть у несприятливих зовнішніх умовах при підвищеному рівні антропогенного навантаження є мінімальний резерв поживних речовин, які необхідні для збереження біотичної компоненти ґрунтового комплексу. Це є важливим, оскільки при внесенні органо-мінеральних композитів для досягнення високої ефективності відновлення забруднених ґрунтів необхідно стимулювати розвиток природних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, які під дією зовнішніх деструктивних факторів можуть перебувати в пригніченому стані.

Якщо дифузний доступ до субстратів у ієрархічних агрегатних структурах обмежує біологічне використання їх мікроорганізмами, то фізичний доступ може бути посилений за допомогою різних форм фізичного порушення. У ґрунтах після оранки відбувається зменшення макроагрегатних структур, тоді як мікроагрегати і первинні органоглинові структури залишаються. Як зазначено в [1], активність пероксидази на ріллі на 51–52% вище, ніж на цілині, активність поліфенолоксидази вище на ріллі на 30 і 50%.

Відношення активності поліфенолоксидрази до пероксидази є умовним коефіцієнтом гуміфікації ($K_{\text{гум}}$), який може бути показником спрямованості процесів синтезу гумусових речовин. В цілому активність цих ферментів залежить від багатьох факторів: надходження азоту і фосфору, температура, аерація, мікробна біомаса. Вміст гумусу найбільш інтенсивно змінюється в перші 15 років після оранки цілини внаслідок швидкої мінералізації лабільних форм гумусу [1; 10]. Способи обробки ґрунту по-різному впливають на чисельність мікроорганізмів за профілем ґрунтового горизонту. Так, за даними [11] при плоскорізній обробці ґрунту підвищується чисельність евтрофної мікрофлори у шарі ґрунту 0–10 см порівняно з варіантами, де була застосована оранка на 25–30 см. Проте у більш глибоких шарах ґрунту (20–30 см) спостерігається протилежна закономірність – чисельність мікроорганізмів при плоскорізній обробці удвічі менше, ніж на варіантах з оранкою.

На зміну активності ґрунтової біотичної компоненти впливає не тільки зміна сезону, але й інші фактори, зокрема, ступінь антропогенного навантаження і сільськогосподарська обробка. У біохімічних перетвореннях токсикантів важливу роль відіграють бактерії з процесами карбонатного і сульфатного дихання, а також мікроорганізми, що беруть участь у синтезі і розкладанні гумусової речовини. В ході природних аеробно-анаеробних перетворень відбувається формування стійкої твердої фракції з флукційним домінуванням в ній сульфідів та/або карбонатів і металоорганічних комплексів. Ці групи малорозчинних і нерозчинних сполук часто

розглядаються окремо. Однак вони при взаємодії ґрунтової мікробіоти утворюються спільно і є природним бар'єром проти дії токсикантів, ізолюючи їх від кореневої системи рослин. При цьому природні біохімічні механізми, які лежать в основі реалізації екологічної протекторної функції, повною мірою не вивчені. Основна їхня особливість – системно-синергетичний характер перетворень. Він може зумовлювати дисфункцію цих механізмів при збільшенні рівня антропогенного навантаження на екосистему. Під час перебування ґрунтової екосистеми в критичному стані, коли система стає нестійкою щодо флуктуацій і виникає невизначеність, проявляється пролонгуюча токсична дія на природні та штучні фітоценози.

Отже, в умовах інтенсивного антропогенного навантаження актуальним завданням в екологічних дослідженнях залишається пошук шляхів стимулювання природних захисних властивостей ґрунтового комплексу для подальшої реалізації у технологічних рішеннях відновлення ґрунтів.

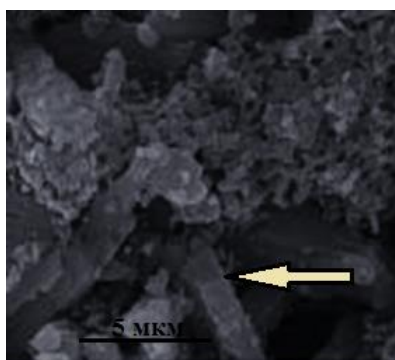
Мета дослідження – моделювання процесу стимулювання природних захисних властивостей ґрунту та механізмів впливу біогенного композитного матеріалу на основі відвального фосфогіпсу і мулових осадів на буферні властивості ґрунтового комплексу.

Результати моделювання стимулювання природних захисних механізмів ґрунтового комплексу

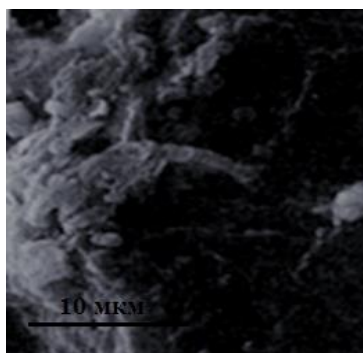
У попередніх дослідженнях, що були проведені на лабораторній базі Сумського державного університету, обґрунтовано доцільність використання фосфогіпсу як мінерального

субстрата для розвитку асоціації мікроорганізмів деструкторів органічної речовини мулових осадів і стічних вод в анаеробних умовах в процесі біосульфідогенезу та використання продукту обробки як екологічно безпечного композиційного матеріалу в технологіях захисту довкілля. Попередні дослідження процесу анаеробної мікробіологічної деструкції мулових осадів разом із фосфогіпсом виявили процес відновлення та виділення фосфат-іонів із них та формування комплексної сульфідної фракції [12–14].

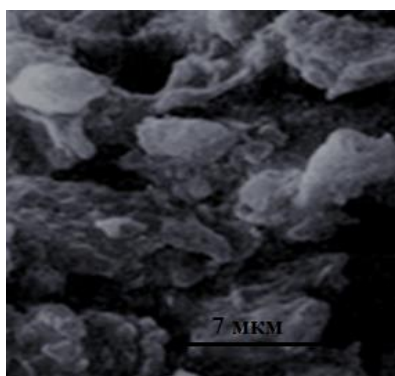
На рис. 1 представлено результати дослідження структури біогенного композиту, що проводилися за допомогою мікроскопа-мікроаналізатора растрового електронного РЕММА-102 (ВАТ «СЕЛМІ», Суми, Україна). У процесі анаеробної мінералізації відбуваються перетворення компонентів органо-мінеральної суміші відходів, які характерні для структурних змін агрегатів ґрунтового комплексу в процесі автокаталітичного регулювання буферних властивостей.



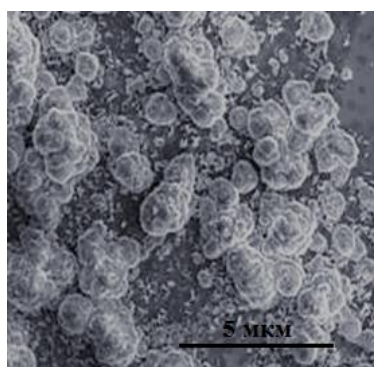
а) селективна фіксація, зб. 5 мкм (стрілкою показано кристали піриту)



б) агрегація, зб. 10 мкм



в) осадження, зб. 7 мкм



г) біосорбція, зб. 5 мкм

Рис. 1. Скануючі електронні мікрофотографії структури біогенного композитного матеріала

У результаті рентгендіфрактометричного аналізу спектра компонентів продукту обробки була отримана інформація про форми знаходження металів у них та визначений їх розподіл за мінеральними фазами. При цьому на стадії анаеробної деструкції в умовах сульфидогенезу утворюється складна сульфідна фракція, що хімічно зв'язує у своїй структурі важкі метали та нівелює можливість їх включення у природний кругообіг речовин. Так, було визначено основні компоненти мінеральної складової біокомпозиту, серед яких можна виділити: кварц – SiO_2 ; гідроксид калію (потазіум гідроксид) – KOH і потазіум гідроген фосфат гідрат – $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$; брушит – $\text{CaPO}_3(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ці сполуки мають активні цен-

три сорбції металів в іонно-обмінних реакціях; кальцид – CaCO_3 ; оксид фосфору – P_2O_5 ; сульфат амонію (маскагніт); складна сульфідна фракція. При цьому відбувається агрегація мулової фракції з компонентами фосфогіпсу трансформованими в процесі біосульфурізації. Мікроскопування агрегатів біогенного композита показало, що органічна речовина в цих асоціаціях є нерівномірно розподіленою плівкою з невеликими органічними молекулами, найчастіше складається з «бульбашок» розміром з колоїдну частину органічних компонентів (рис. 1, г).

Для об'єднання найбільш важливих захисних механізмів ґрунтового комплексу було побудовано точкову діаграму (рис. 2).

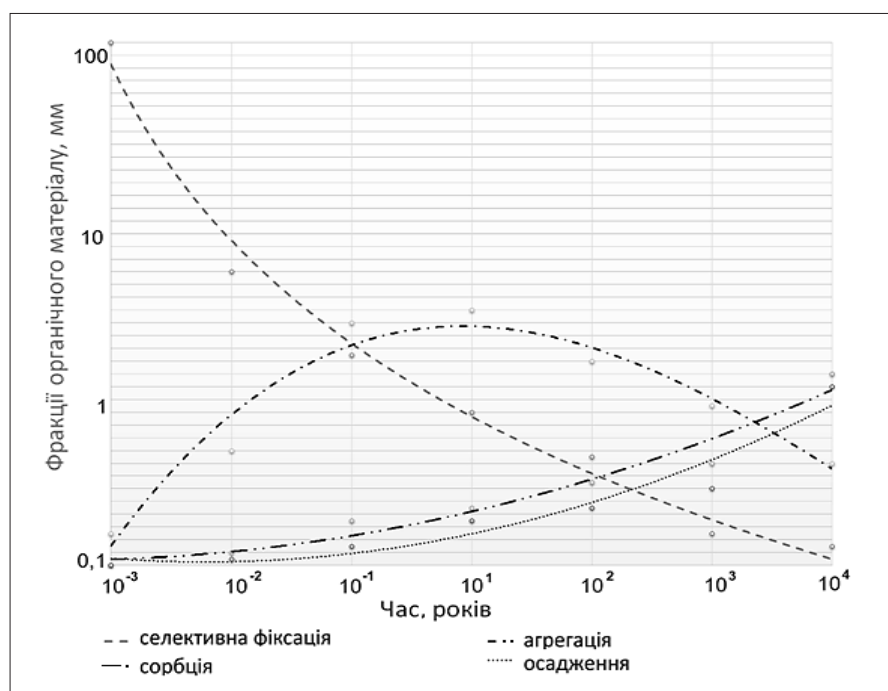


Рис. 2. Графік, що ілюструє послідовність і накладення різних механізмів захисту на органічну речовину ґрунтового комплексу

Ця діаграма не намагається кількісно оцінити всі захисні механізми і шляхи збереження органічної речовини ґрунтового комплексу, а вказує на те, що велика частина органічної речовини, збереженої в різних часових масштабах, ймовірно, проходить через послідовні накладення різних механізмів захисту і їх можна стимулювати за рахунок внесення біогенного композиту. При цьому можна зробити припущення, що насичення киснем порового простору мінімізує час перебування на більш ранніх стадіях агрегування органічної речовини, в той час як видалення кисню із системи уповільнює наростання процесу асоціації мінеральних і органічних речовин, в результаті чого залишаються вищі концентрації органічної речовини в агрегатах. Докази цього кисневого ефекту можна побачити в потоках захоронень і типах органічної речовини в різних режимах осадження, що проілюстровано в ряді робіт геологічного спрямування [5, 15–17], за даними з яких і була побудована точкова діаграма з графічним зазначенням виду функцій в програмному пакеті Microsoft Excel.

Розглянемо вплив на тривалість захисних властивостей ґрунту біокомпозиту виходячи з динаміки протікання процесів, що мають захисний характер у ґрунтовому комплексі (рис. 4) екстраполюючи їх на властивості біокомпозиту. Так, якщо взяти зміну вихідного фракційного складу органічної речовини ґрунту як функцію часу впливу кисню, то можна побачити процеси агрегації органічної речовини ґрунту спільно з біокомпозитом з прив'язкою до мікробної кінетики ґрунтового біому. Якщо

час деградації незначний (від декількох днів до декількох років), велика частина органічної речовини зберігається в початковому стані за допомогою деякої форми селективного збереження (наприклад, чутливості до кисню і природних повільних констант розпаду), після чого відбувається агрегація, в якій і виявляється основний захисний механізм і тут «підключається» біокомпозит для стимулювання протекторної функції, що пов'язано з рядом його фізико-хімічних і біохімічних перетворень із зв'язування токсичних сполук в нерозчинну форму (рис. 1). При більш тривалому окисненні органіки зростає відносна важливість сорбції, зокрема біосорбції токсичних компонентів. Дані [17] свідчать про те, що оклюзія в біомінералах і співосадження з мінералами оксиду заліза може бути важливим захисним механізмом у довготривалих масштабах і на цьому етапі відбувається формування стійких комплексних сполук, які можуть включати важкі метали з виведенням їх з біохімічного циклу міграції в навколишньому середовищі.

Обговорення результатів моделювання процесів стимулювання природних захисних властивостей ґрунтів

Свіжий гумус має виражені гідрофобні властивості та формується всередині орґано-мінеральних агрегатів за участі анаеробних бактерій. Таким чином, всередині ґрунтових агрегатів зовсім інші мікроорґанізми, ніж на їх поверхні, в основному анаеробні [9].

Тому біогенний композит на основі мулових осадів і відвального

фосфогіпсу в процесі анаеробної ферментації в умовах біо-сульфатредкції може стимулювати розвиток необхідних анаеробних груп мікроорганізмів внутрішньоагрегатного простору. При цьому сульфурізація сприяє

утворенню макромолекул біогенного композиту.

На рис. 3 представлено модель формування стійкого ґрунтового агрегата з фіксацією іонів металів у процесі біосорбції мікробною клітиною.

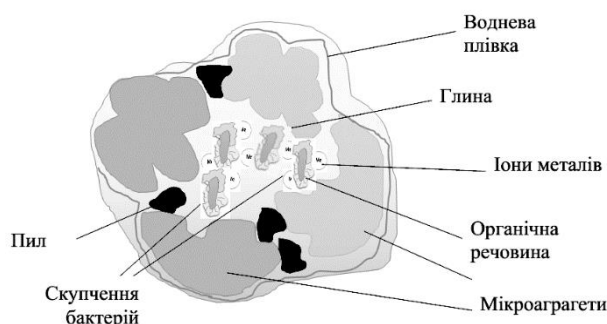


Рис. 3. Модель ґрунтового органо-мінерального агрегата

Походження, процес формування, стійкість агрегатів і, навпаки, процеси втрати агрегатної структури, її деградації – це процеси, що безпосередньо зачіпають складні фундаментальні фізико-хімічні та біологічні ґрунтоутвірчі процеси і одночасно мають практичну актуальність. Але загальновизнаної і всеосяжної теорії формування агрегатів і, тим більше, управління структуроутворенням до теперішнього часу не існує. При цьому в ряді робіт [9; 18] вказується, що утворення міцної агрегатної структури, що не розпадається у воді, обов'язковим є такі умови: 1. органічні речовини, що слугують вихідним матеріалом для формування гумусу, повинні надходити всередину ґрунту; 2. необхідні локальні умови для метаболічної діяльності анаеробних мікроорганізмів, що перетворюють органіку в амфифільний ґрунтовий гумус з домінуючими гідрофобними власти-

востями, який і скріплює мінерали, утворюючи стійкий у воді агрегат. Ці умови лежать в основі структурних перетворень у системі «ґрунтовий комплекс – біокомпозит».

Принципову модель впливу органо-мінерального біокомпозиту, що пропонується, на захисну функцію ґрунтового комплексу представлено на рис. 4.

Контактування органо-мінерального біокомпозиту з ґрунтовым комплексом за допомогою поверхнево-сорбційних явищ може мати протекторні властивості і спричинити до формування мікроагрегатів, що складаються в основному з органічно-мінеральних дрібнозернистих часток при розвитку на їх поверхні ґрунтових мікроорганізмів. У подальшому при проходженні періоду адаптації в агрегатах формується природна мікробна асоціація, що за допомогою процесів мікродифузії і біосорбції розвинулась в системи

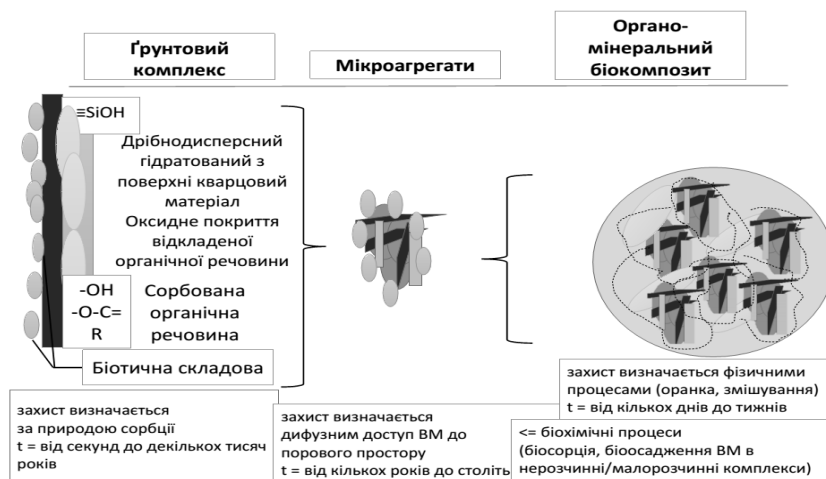


Рис. 4. Схематичне зображення процесу поетапного стимулювання захисних властивостей ґрунтів при внесенні органо-мінерального біокомпозиту

«біокомпозит – ґрунту». Така біотична компонента може відігравати активну роль в кондиціонуванні і структуруванні оточення, зокрема мінеральної складової (осадження важких металів) та впливати на поступове вивільнення біогенних речовин з біокомпозиту. Сформовані мікроагрегати збіднені на легкодоступні органічні речовини, адже в процесі ґрунтової мінералізації такі сполуки були використані мікроорганізмами-деструкторами, і відповідно є більш стійкими до деградації, ніж первинний біокомпозит внесений у ґрунт.

У процесі взаємодії ґрунтового комплексу з біогенним композитом утворюється низка спільних продуктів взаємодії, що формуються при залученні у процес трансформації компонентів біокомпозиту біотичної складової ґрунту в процесах селективної фіксації іонів металів, сумісної агрегації органо-мінеральних ґрунтових часток і біокомпозиту, біосорбції та біосадження.

Виходячи із класичної кінетики розвитку мікроорганізмів за [19], маємо

$$M = N + N \cdot P + X_i + X_i \cdot P + X_{i+1} + X_{i+1} \cdot P, \quad (1)$$

де N – число клітин;

M – загальна концентрація клітин;

P – метаболічний продукт;

X_i, X_{i+1} – концентрація клітин в момент часу i та $i+1$ відповідно.

Слід відмітити, що в процесі окиснення органічної складової відбувається динамічна зміна концентрації біомаси, що розвивається в просторі сумісної агрегації ґрунтового комплексу та біогенного композиту. Отже, продукт сумісної агрегації (P_a) є по своїй суті біогенним продуктом, що створений за умов метаболічної дії біотичної компоненти ґрунтового комплексу при стимулюючому впливі біокомпозиту, що пропонується.

Припустимо, що мікроагрегати здатні утворювати нереакційно здатні комплекси з кожним станом клітини – X_0 (первинний стан біотичної скла-

дової ґрунту), X_1 (стан взаємодії з біокомпозитом та нарощення біомаси у фазі активного розвитку), X_2 (стан стаціонарного розвитку біомаси). При цьому власне метаболітична активність ґрунтових мікроорганізмів та ефективність біохімічного зв'язування або фіксації токсичних сполук в процесі окиснення органічної речовини зумовлюють відновлення порушених ґрунтів та нарощення величини мікробного біому ґрунту.

Якщо процес сорбції та осадження важких металів розглядати як вторинні процеси від селективної фіксації, тобто процесу біохімічного зв'язування іонів важких металів, то можна виявити лінійну залежність між концентраціями продукту та біотичної компоненти:

$$\left(1 + \frac{k_{\phi}}{k_d} + \frac{k_{\phi}}{k_a \cdot S_{\text{орг}} \cdot Y_{\text{біок}}}\right) \frac{dM_{\text{гр}}}{d\tau} + \frac{M_{\text{гр}}}{Y_p \cdot K_{\text{сум_окс}}} = k_{\phi} d\tau \quad (2)$$

де $S_{\text{орг}}$ – сумарний органічний субстрат, у тому числі органічна компонента біокомпозиту, г/см³;

$M_{\text{гр}}$ – загальна величина мікробного біому ґрунту на глибині внесення біокомпозиту (0–3 см), г/см³;

Y_p – економічний коефіцієнт виходу біогенного продукту за додатковим субстратом – біокомпозитом;

$Y_{\text{біок}}$ – економічний коефіцієнт виходу біомаси за додатковим субстратом – біокомпозитом;

k_{ϕ} – константа біохімічного зв'язування або фіксації металів у органічно-мінеральній структурі;

k_d – константа дисоціації;

k_a – константа агрегації;

$K_{\text{сум_окс}}$ – коефіцієнт сумарного окиснення, який визначаємо із припущення, що динаміка окиснення орга-

нічної речовини лінійно залежить від процесу гуміфікації, враховуючи стимулюючу відносно біотичної компоненти дію біокомпозита:

$$K_{\text{сум_окс}} = K_{\text{гум}} \cdot \alpha_{\text{біок}} \quad (3)$$

де $K_{\text{гум}}$ – умовний коефіцієнт гуміфікації.

$\alpha_{\text{біок}}$ – коефіцієнт, що відображає вплив біокомпозиту на активність поліфенолоксидази та пероксидази.

При визначенні $K_{\text{сум_окс}}$ враховується тип ґрунту, його кислотність, що відображається в першу чергу на значенні $K_{\text{гум}}$.

При цьому зміна загальної органічної речовини у часі, враховуючи показник сумарного окиснення знаходимо із виразу:

$$\frac{dS_{\text{орг}}}{d\tau} = -\left(\frac{\mu \cdot X_0}{Y_{X/S}}\right) \cdot K_{\text{сум_окс}} \quad (4)$$

де $Y_{X/S}$ – економічний коефіцієнт виходу біомаси за органічною речовиною ґрунту;

$S_{\text{орг}}$ – сумарний органічний субстрат, у тому числі органічна компонента біокомпозиту, г/см³;

μ – швидкість розвитку біомаси, доб⁻¹, що можна знайти перетворюючи рівняння Моно з урахуванням стимулюючої дії біокомпозиту:

$$\mu = \mu_m \cdot \frac{S_{\text{орг}}^1}{K_S + S_{\text{орг}}^1} \cdot \frac{C_{\text{біок}}}{k_h + C_{\text{біок}}} \quad (5)$$

де μ_m – питома швидкість зростання ґрунтових мікроорганізмів, доб⁻¹;

K_S – константа напівнасичення за органічним субстратом, г/см³;

$S_{\text{орг}}^1$ – вихідна концентрація органічного субстрату, г/см³;

$C_{\text{біок}}$ – доза біокомпозиту, г/см³;

k_h – константа напівнасичення за мінеральною складовою біокомпозиту, г/см³.

При заданій початковій умові $\tau = 0$, $M_{гр} = X_0$, інтегруючи рівняння (2), отримаємо:

$$\ln \frac{M_{гр}}{X_0} + \frac{M_{гр} - X_0}{Y_p \cdot K_{сум_окс} \cdot \left(1 + \frac{k_\phi}{k_d} + \frac{k_\phi}{k_a \cdot S_{орг} \cdot Y_{біок}} \right)} = \frac{k_\phi}{1 + \frac{k_\phi}{k_d} + \frac{k_\phi}{k_a \cdot S_{орг} \cdot Y_{біок}}} \cdot \tau \quad (6)$$

За своєю формою це рівняння можна «перекласти» на класичне рівняння росту мікроорганізмів за С. Д. Варфоломєєвим [19]. Але при цьому здійснюється опис процесу біохімічної взаємодії біогенного композиту з ґрунтовим комплексом.

При цьому можна визначити відношення $\frac{k_\phi}{1 + \frac{k_\phi}{k_d} + \frac{k_\phi}{k_a \cdot S_{орг} \cdot Y_{біок}}} \cdot \tau \frac{г}{см^3}$

добу, як окисну здатність біомаси в процесі трансформацій у системі «біотична складова – біогенний продукт», що зумовлюють захисні механізми ґрунтового комплексу при сумісній трансформації з біокомпозитом. Як бачимо цей показник включає взаємовідношення констант, які відображають зміни стану ґрунтового комплексу при взаємодії із біокомпозитом при дії на них біотичної компоненти.

Висновки

У результаті аналізу природних захисних процесів у ґрунтовому комплексі було виявлено ряд протекторних механізмів, що визначають довгострокову фіксацію важких металів у нерозчинних/малорозчинних структурах органо-мінеральних агрегатів та визначено роль біотичної компоненти ґрунтового комплексу в перетворенні органічної речовини та біохімічному зв'язуванні токсичних речовин.

За результатами дослідження мікроструктури та мінерального складу зразків біокомпозиту виявлено процес біохімічного зв'язування у його структурі іонів металів та агрегацію часток разом із процесами біосорбції на поверхні його агрегованих структур органічної речовини та осадженням комплексних сполук металів.

У процесі моделювання здійснено наукове обґрунтування механізмів впливу біогенного композитного матеріалу на захисні функції ґрунту та відповідно розроблено модель впливу органо-мінерального біокомпозиту, що пропонується, на процес природнього регулювання буферних властивостей ґрунтового комплексу. Здійснено математичний опис динаміки величини мікробного біому ґрунту у системі «біотична складова – біогенний продукт» при стимулюючій дії біокомпозиту. При цьому потребують подальшого дослідження еколого-біохімічні аспекти впливу органо-мінеральному біокомпозиту на розвиток природних ґрунтових мікроорганізмів і процес формування сприятливих біохімічних умов відновлення порушених земель. Розробка способу рекультивації забруднених ґрунтів з використанням біокомпозитного матеріалу на основі відвального фосфогіпсу та мулових осадів міських очисних споруд спрямована на досягнення агроекологічного ефекту, що включає стимулювання розвитку корисних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що входять в склад ґрунтового біому; інтенсифікацію процесу гуміфікації органічної речовини; здійснення довготривалої протекторної функції.

Література

1. Даденко Е. В. Применение показателей ферментативной активности при оценке состояния почв под сельскохозяйственными угодьями / Е. В. Даденко, М. А. Мясникова, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников // Известия Самарского научного центра. – 2013. – Т. 15. – № 3 (5). – С. 1274–1277.
2. Bacterial Biomineralization. Chapter 8. Kurt Konhauser, Robert Riding. Blackwell Publishing Ltd, 2012. – P. 105–130.
3. Biomineralization of Poorly Crystalline Fe (III) Oxides by Dissimilatory Metal Reducing Bacteria (DMRB) / J. M. Zachara, R. K. Kukkadapu, J. K. Fredrickson // Geomicrobiology Journal. – 2002. – № 19. – P. 179–207.
4. Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомagnetизме: В 2-х т. Т.1: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Киршвинка, Д. Джонса, Б. Мак-Фаддена. – М.: Мир, 1989. – 353 с.
5. Thorarinn S. A. Changes in organic matter – mineral interactions for marine sediments with varying oxygen exposure times / S. A. Thorarinn, G. K. Richard // Geochimica et Cosmochimica Acta 71. – 2007. – № 71. – P. 3545–3556.
6. Hayes J. M. Geochemistry. The Pathway of Carbon in Nature / J. M. Hayes. // Science. – 2006. – № 312 (5780). – P. 1605–1606.
7. Качинский Н. А. Структура почвы / Н. А. Качинский. – М.: МГУ, 1963. – 101 с.
8. Добровольский В. В. Роль органического вещества почв в миграции тяжелых металлов / В. В. Добровольский // Природа. – 2004. – № 7. – С. 35–39.
9. Милановский Е. Ю. Структура почв / Е. Ю. Милановский, Е. В. Шеин // Природа. – 2003. – № 3. – Режим доступ: http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/03_03/SOIL.HTM
10. Кулабухова Д. Ю. Сезонная динамика активности ферментов каталаза, пероксидаза и полифенолоксидаза в естественных и антропогенно-преобразованных почвах Уфимского района республики Башкортостан / Д. Ю. Кулабухова // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». – 2016. – № 4. – С. 391–394.
11. Колодяжний О. Ю. Формування мікробного комплексу чорнозему типового в агроценозі пшениці озимої за різних систем землеробства: дис. на здобуття ступеня к. с.-г. н. за спеціальністю 03.00.07 – «Мікробіологія». Київ, 2015. – 230 с.
12. Черныш Е. Ю. Влияние сульфидной фракции на поведение тяжелых металлов в системе «осадки сточных вод – почва – растения» / Е. Ю. Черныш // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2013. – № 2. – С. 159–162.
13. Plyatsuk L. D. Intensification of the anaerobic microbiological degradation of sewage sludge and gypsum waste under bio-sulfidogenic conditions / Plyatsuk L. D., Y. Y. Chernysh // The Journal of Solid Waste Technology and Management. – 2014. – Vol. 40, no 1. – P. 10–23.
14. Plyatsuk L. D. The removal of hydrogen sulfide in the biodesulfurization system using granulated phosphogypsum / L. D. Plyatsuk, Y. Y. Chernysh // Eurasian Chemico-Technological Journal. – Volume 18. – № 1. – 2016. – P. 47–54.
15. Torn M. S. Mineral control of soil organic carbon storage and turnover / M. S. Torn, S. Trumbore, O. A. Chadwick, P. M. Vitousek, and D. M. Hendricks // Nature – 1997. – No 389. – P. 170–173.
16. Selective preservation of organic matter in marine environments; processes and impact on the sedimentary record / K. F. A. Zonneveld, G. J. M. Versteegh and other // Biogeosciences. – 2010. – № 7. – P. 483–511. – Режим доступу: <http://www.biogeosciences.net/7/483/2010/> doi:10.5194/bg-7-483-2010
17. Organomineral nanocomposite carbon burial during Oceanic Anoxic Event 2 / S. C. Löhre, M. J. Kennedy // Biogeosciences, 11, 4971–4983, 2014 <http://www.biogeosciences.net/11/4971/2014/> doi:10.5194/bg-11-4971-2014
18. Шеин Е. В. Органическое вещество и структура почвы: учение В.Р. Вильямса и современность / Е. В. Шеин, Е. Ю. Милановский // Известия ТСХА. – 2014. – Выпуск 1 – С. 42–51.
19. Варфоломеев С. Д. Биотехнология: кинетические основы микробиологических процессов / С. Д. Варфоломеев, Калужный С. В. – М.: Высш. шк., 1990. – 296 с.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 504.05:658:550.574

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ДИЗАКТИВАЦІЙНИХ РОБІТ З ОЧИЩЕННЯ НАСОСНО-КОМПРЕСОРНИХ ТРУБ ВІД СОЛЬОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ З УМІСТОМ ПРИРОДНИХ РАДІОНУКЛІДІВ

Денисенко І.Ю.

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

Досліджено та проаналізовано екологічні аспекти проведення дезактиваційних робіт з очищення насосно-компресорних труб від сольових відкладень з умістом природних радіонуклідів. Визначено фактори впливу на навколишнє природне середовище під час проведення дезактиваційних робіт комплексним (гідродинамічним, кавітаційним та механічним) методом насосно-компресорних труб. *Ключові слова:* екологічна безпека, насосно-компресорні труби, дезактиваційні роботи, сольові відкладення з умістом природних радіонуклідів, комплексний спосіб очищення насосно-компресорних труб.

Экологические аспекты проведения дезактивационных работ по очистке насосно-компрессорных труб от солевых отложений с содержанием природных радионуклидов. Денисенко И.Ю. Исследованы и проанализированы экологические аспекты проведения дезактивационных работ комплексным (гидродинамический, кавитационный, механический) методом насосно-компрессорных труб от солевых отложений с содержанием природных радионуклидов. Определены факторы влияния на окружающую природную среду во время проведения дезактивационных работ комплексным (гидродинамический, кавитационный, механический) методом насосно-компрессорных труб. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, насосно-компрессорные трубы, дезактивационные работы, солевые отложения с содержанием природных радионуклидов, комплексный способ очистки насосно-компрессорных труб.

Environmental aspects of decontamination work for cleaning production tubing from salt deposits containing natural radionuclides. Denysenko I.Yu. Investigated and analyzed the environmental aspects of decontamination activities complex (hydrodynamic cavitation, mechanical) by tubing from the salt deposits containing natural radionuclides. To identify the factors of influence on the environment during the decontamination complex (hydrodynamic cavitation, mechanical) by tubing. *Keywords:* ecological safety, tubing, decontamination works, salt deposits containing natural radionuclides, complex method for cleaning the tubing.

Постановка проблеми

У технологічному процесі видобутку нафти й газу на нафтових та газових родовищах використовуються насосно-компресорні труби (НКТ). Під час експлуатації НКТ їх внутрішня поверхня забруднюється природними радіонуклідами, в основному ^{226}Ra , ^{228}Ra та продуктами їх розпаду. Такі матеріали відносяться до техногенно-підсилених джерел природного походження та становлять небезпеку через високі рівні забруднення, які перевищують установлені рівні для радіонуклідів природного походження за критерієм «рівень вилучення» (≥ 1 кБк/кг) згідно з «Порядком звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у рамках практичної діяльності» [1].

В Україні на території НГВУ «Охтирканافتгаз» на сьогодні накопичилась велика кількість таких труб. Аналогічна ситуація спостерігається і на інших родовищах, що негативно впливає на рівень екологічної безпеки.

Отже, виникла необхідність проведення дезактиваційних робіт, що потребує забезпечення екологічної безпеки під час виконання таких робіт.

Аналіз досліджень і публікацій

Вивченням питань очищення відпрацьованого технологічного обладнання нафтовидобувної промисловості займалися В. О. Шумлянський, А. Г. Субботін, М. Ю. Журавель та ін. Вагомий внесок у дослідження проблеми екологічної та радіаційної безпеки зробили А. М. Сердюк, А. В. Матошко, І. П. Лось, А. Г. Мнухін та інші. Їхні дослідження переважно були спрямовані на визначення ефек-

тивності застосування окремих способів очищення відпрацьованого технологічного обладнання [2-3], але поза увагою залишилося питання забезпечення екологічної безпеки під час проведення дезактиваційних робіт, що і є об'єктом нашого дослідження.

Результати досліджень

У 2009 році в цеху дезактивації ДСП «Комплекс», правонаступником якого є ДСП «ЦППРВ», була випробувана технологічна установка для дезактивації НКТ.

Для досліджень було відібрано п'ять зразків насосно-компресорних труб довжиною від 6 до 11,5 м; діаметром – від 30 до 160 мм. Товщина стінок труб становила 5 – 10 % від їх зовнішнього діаметру.

Роботи з дезактивації НКТ здійснювались із урахуванням вимоги чинних нормативно-технічних документів щодо проведення робіт в умовах дії підвищених рівнів іонізуючого випромінювання. Проте постало завдання визначення способів подальшого поводження з вторинними відходами (шламами), утвореними в результаті дезактивації, умови їх утилізації чи зберігання.

У результаті проведених випробувань отримано рівні забруднення очищених НКТ, які не перевищували контрольних, проте відходи у вигляді шламу, що утворилися, мали високий рівень радіаційного забруднення (таблиця 1).

Встановлено, що НКТ мали антикорозійне покриття, але у зв'язку з постійними механічними навантаженнями й взаємодією з агресивними середовищами насосно-компресорні труби значно піддалися корозії. Для виступів і поглиблень поверхні труб,

Таблиця 1

**Показники радіаційного забруднення зразків НКТ
та шламу утвореного в результаті очищення**

Номер зразка (НКТ)		Радіаційні показники			Товщина сольових відкладень, мм
		Потужність експозиційної дози (ПЕД), мкЗв/год	Щільність потоку β -часток, β част/хв. *см ²	Щільність потоку α -часток, α част/хв. *см ²	
В3	труба	28	930	4	
	шлам	142	22800	47	4
В7	труба	26	1117	3	
	шлам	980	38000	27	5
А4	труба	0,7	31	1,5	
	шлам	170	630	3	4
А6	труба	31	1090	3	
	шлам	186	36000	70	6
А5	труба	42	1175	3	
	шлам	220	29500	63	4

які зазнали корозії, характерна підвищена каталітична активність. Цей процес призвів до накопичення на внутрішніх стінках труб міцного шару з неорганічних солей – сульфату барію (BaSO_4), сульфату кальцію (CaSO_4), карбонату кальцію (CaCO_3).

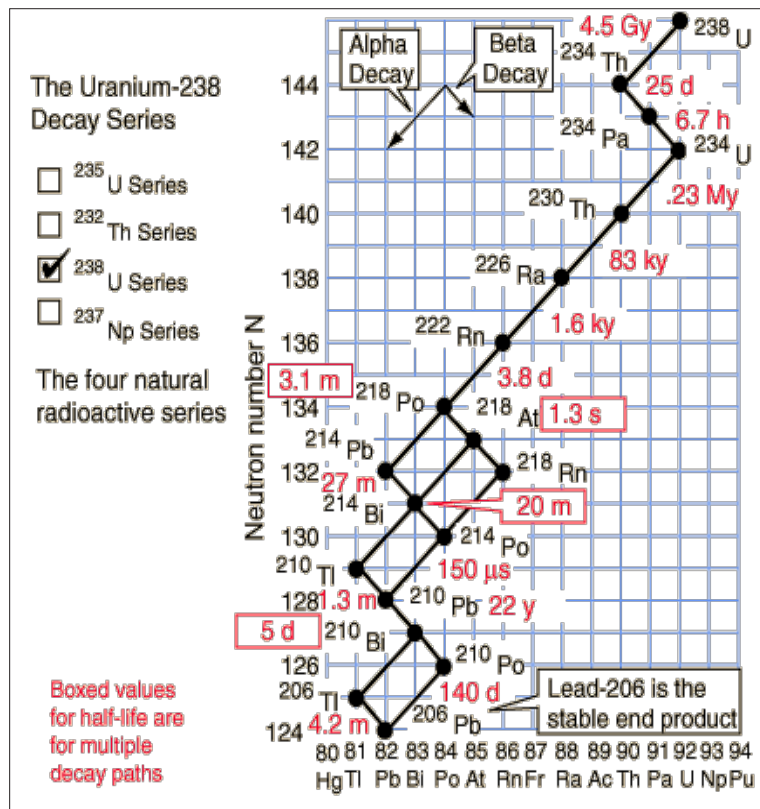
У зв'язку з тим, що хімічні властивості ^{226}Ra і ^{228}Ra близькі до хімічних властивостей барію та кальцію, радій також осаджувався на стінках труб у формі складних сульфатів і карбонатів. ^{226}Ra , ^{228}Ra являв собою продукти розпаду ^{238}U і ^{232}Th , але рівнями забруднення останніх можна зневажити, адже вони дуже низькі порівняно з радієм (рис. 1, 2). Окрім радіонуклідів в осаді також спостерігали підвищений рівень умісту ^{40}K .

Найвища питома активність ^{226}Ra в осаді забруднених труб майже на порядок перевищує питому активність ^{228}Ra .

Максимальні значення питомої активності становили: для ^{226}Ra – 570 кБк/кг, ^{232}Th – 340 кБк/кг, мінімальні – 0,03 кБк/кг та 0,01 кБк/кг, відповідно. ^{226}Ra і ^{232}Th являли собою гама- та альфа-випромінюючі радіонукліди, а їх дочірні продукти розпаду характеризувалися бета-розпадом.

Значення питомої активності обох радіонуклідів – ^{226}Ra і ^{232}Th були сконцентровані в першому міліметрі шару як із зовнішньої, так із внутрішньої сторони труб. У другому міліметрі шару питома активність обох радіонуклідів зменшувалася в середньому у 100 разів.

Умови тимчасового зберігання НКТ на території ДСП «ЦППРВ» здійснюється на підставі Дозволів Державної санітарно-епідеміологічної служби України (від 18.05.2013 р.) та Головного управління Держсанепідемслужби у Київській області (від 29.01.2014 р.) за відсутності постійного проживання населення.

Рис. 1. Радіоактивний ряд ^{238}U

Вимоги виконання робіт з розміщення НКТ передбачали забезпечення постійного контролю радіаційного стану. Радіаційно-дозиметричний контроль в місці проведення робіт здійснювався постійно протягом усіх етапів робіт. Контроль радіаційного стану включав заміри еквівалентної дози опромінення [4-5].

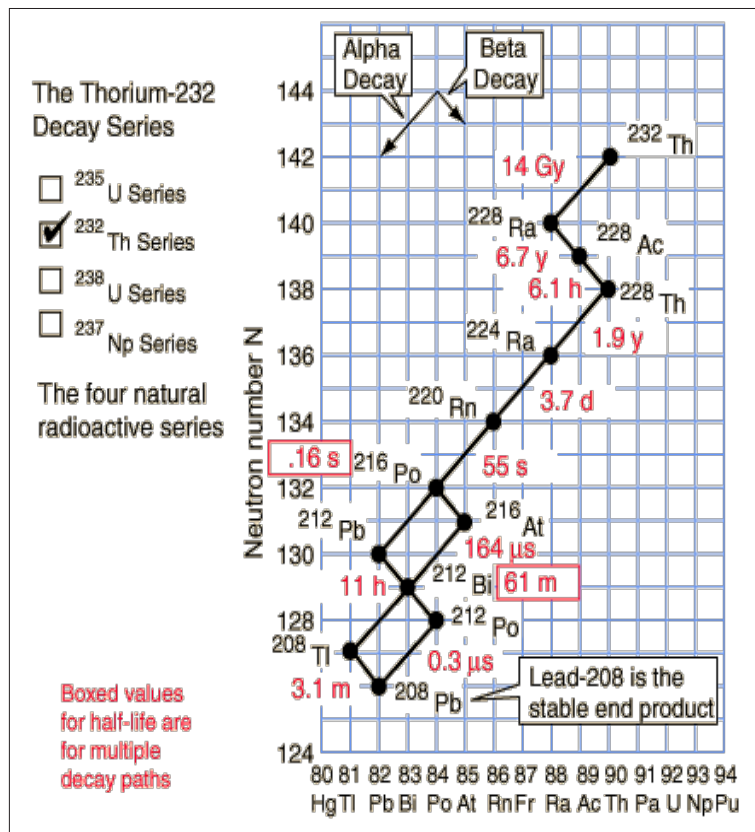
Індивідуальний дозиметричний контроль персоналу, задіяного на роботах, по розміщенню труб НКТ здійснювався ВК РЕМ та РДК «Екоцентр» ДСП «Чорнобильський спецкомбінат».

Під час виконання робіт працівники забезпечувались основними ЗІЗ та додатковими ЗІЗ за необхідності.

В ході проведення робіт з розміщення НКТ вклад опромінення від радіонуклідів в загальну річну дозу опромінення персоналу був незначним і не призвів до перевищення КР (5 мЗв/рік) [6].

Будь-яку діяльність на майданчику розміщення НКТ здійснювалася під радіаційно-дозиметричним наглядом. Територія розташування майданчика підлягала постійному радіаційно-екологічному моніторингу згідно регламента [7-8].

Основні технологічні рішення, пов'язані з проведенням дезактиваційних робіт, визначалися з урахуванням забезпечення екологічної безпеки тех-

Рис. 2. Радіоактивний ряд ^{232}Th

нологічного процесу очищення НКТ. Роботи з дезактивації НКТ включали ряд технологічних операцій:

- завантаження НКТ у спецавтотранспорт при переміщенні їх на дезактивацію;
- вивантаження та розміщення НКТ у визначеному місці;
- підготовка машин, механізмів та обладнання до дезактивації;
- комплексне (гідродинамічне, кавітаційне, механічне) очищення внутрішніх поверхонь труб з використанням високонапірної установки (рис. 3);
- збирання шламів, що утворилися в результаті виконання комплексного очищення, в спеціальних контейнерах для тимчасового зберігання;

– розміщення шламів у контейнерах у спеціально відведених місцях;

- дезактивація обладнання та оснащення, що використовуються під час виконання робіт;
- перероблення дезактивуючого розчину;
- контроль якості виконаних робіт.

Попередні роботи з відпрацювання технології комплексного очищення НКТ включали:

- підготовку місця проведення робіт для комплексного очищення НКТ, яка

Схема установки для очищення внутрішньої поверхні труб за допомогою дії гідро-механічної головки.

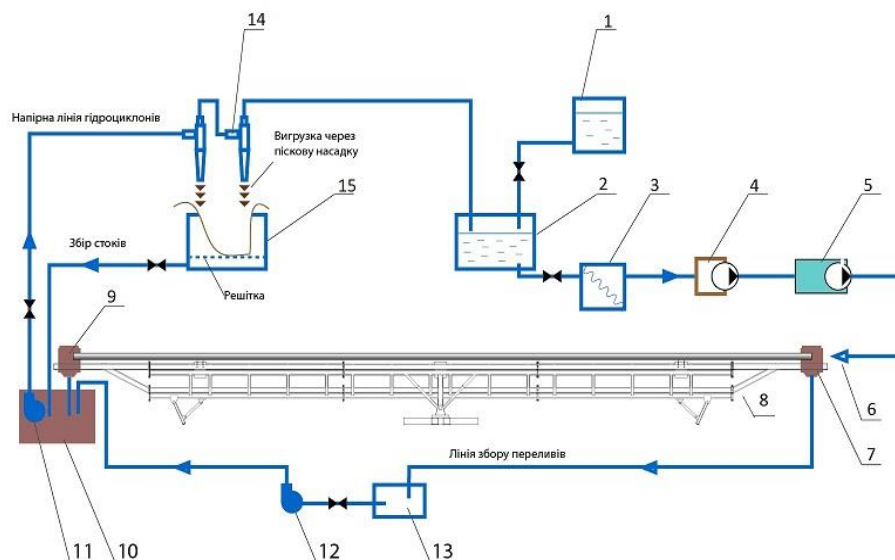


Рис. 3 Схема установки для очищення внутрішньої поверхні труб за допомогою гідродинамічної головки

включала виготовлення обладнання та розроблення технологічних карт;

– підготовку схем та маршрутів руху персоналу та техніки.

Вантажно-розвантажувальні роботи виконувались автокраном. Постійний радіаційний супровід робіт здійснювався дозиметристами ДСП «ЦППРВ» або ВК РЕМ та РДК «Екоцентр» ДСП «Чорнобильський спецкомбінат» з використанням приладів МКС-01Р та МКС 07 «ПОШУК».

Перевезення насосно-компресорних труб виконували спеціалізованим автотранспортом. Рух по автошляхах з твердим покриттям здійснювали відповідно до «Інструкції з транспортування радіоактивних відходів у зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення».

Для пилопригнічення на пилоутворюючих ділянках дороги, де під-

йом пилу в атмосферне повітря може створювати загрозу санітарно-радіаційному стану місцевості чи здоров'ю персоналу, застосовували поливальну машину АКПМ-3 на базі автомобіля ЗІЛ 431412. Для попередження пилоутворення проводили пилозакріплення із застосуванням розчину на основі омиленого талового пеку.

У випадку перевищення контрольних рівнів радіоактивного забруднення поверхонь транспортних засобів, що використовувалися під час виконання робіт, проводили дезактивацію спецавтотранспорту на ділянці дезактивації спецавтотранспорту «Лелів».

Порядок виконання технологічних операцій з дезактивації НКТ комплексним способом та заходи забезпечення їх екологічної безпеки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Технологічні операції з дезактивації НКТ комплексним способом
та заходи забезпечення їх екологічної безпеки**

№ п/п	Технологічні операції	Заходи забезпечення екологічної безпеки
1	Підготовка насосно-компресорних труб для транспортування	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту
2	Підготовка план-схеми розташування тимчасових технологічних майданчиків для розміщення: – насосно-компресорних труб; – транспорту та вантажопідйомних механізмів під час виконання робіт; – контейнерів зі шламом	Постійний дозиметричний контроль НКТ, транспорту, сертифікована тара-контейнер для збирання шламу, що розміщується на облаштованому майданчику
3	Зважування НКТ та транспортування їх спецавтотранспортом до місця виконання робіт	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту, засоби індивідуального захисту персоналу
4	Розвантаження НКТ та розміщення на визначених майданчиках	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту, засоби індивідуального захисту персоналу
5	Комплексне очищення внутрішньої поверхні НКТ	Постійний дозиметричний контроль НКТ та шламу, багатоступенева система очищення використаної в процесі очищення води та її повторне використання в процесі очищення
6	Збирання шламів, що утворилися в результаті виконання робіт	Сертифікована тара-контейнер для збирання шламу
7	Відбір проб шламів, виконання аналізів для визначення характеристик	Постійний дозиметричний контроль, засоби індивідуального захисту персоналу
8	Транспортування та розміщення шламів на майданчику тимчасового зберігання	Постійний дозиметричний контроль шламу, засоби індивідуального захисту персоналу
9	Транспортування та вивантаження очищених НКТ на визначене місце зберігання	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту, за необхідності транспортування їх на дезактивацію на дільницю дезактивації

Отже за результатами екологічних показників проведення дезактиваційних робіт з очищення насосно-компресорних труб від сольових відкладень з умістом природних радіонуклідів. Встановлено, що внаслідок відпрацювання технології очищення НКТ комп-

лексним способом утворився шлам, рівень радіаційного забруднення якого перевищував майже у 58 разів показники неочищених НКТ. Подальше поводження з утвореними вторинними відходами вимагає забезпечення належного рівня екологічної безпеки.

Завдяки визначенню факторів впливу на навколишнє природне середовище під час проведення дезактиваційних робіт комплексним (гідродина-

мічним, кавітаційним та механічним) методом можна підвищити рівень екологічної безпеки технологічного процесу очищення НКТ.

Література

1. Наказ Державного комітету ядерного регулювання «Про затвердження порядку звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у рамках практичної діяльності» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0718-10>.
2. Мнухин А. Г. Технологии XXI века: Том 1. Электрогидравлика / А. Г. Мнухин, А. М. Брюханов, И. В. Иорданов, Н. А. Громовой, В. А. Мнухин – Макеевка-Донецк: ВИК, 2012. – 432 с.
3. Омелянюк М. В. Солеотложения при добыче нефти: образование, предупреждение, удаление: дис. кандидата техн. наук: 05.02.13 / Максим Витальевич Омелянюк. – Краснодар, 2010. – 156 с.
4. Норми радіаційної безпеки (НРБУ-97) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rb.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2011/12/NRBU97.pdf>.
5. Норми радіаційної безпеки України доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://consultant.parus.ua/?doc=052UL932A5>.
6. Положення про контроль індивідуальних доз опромінення персоналу в зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dazv.gov.ua/ofitsijni-dokumenty/nakazi-dazv/nakazi/306-nakaz-dazv-ukrajini-vid-10-04-2015-43-pro-peredachu-zatrat-po-ob-ektu-zakinchenomu-kapitalnim-budivnitstvom>.
7. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecopravo.org.ua/2011/07/15/ospu-2005/>.
8. Санітарні правила поводження з радіоактивними відходами (СПОРО 85) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc47904.

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ В ПРОЦЕСІ ПОДІЛУ ЗЕМЕЛЬ НА ЇХ КАТЕГОРІЇ

Лобунько А.В.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
dei2005@ukr.net

Обґрунтовано, що поділ земель за їх категоріями за основним цільовим призначенням сформувався в Україні відповідно до економічних та соціальних інтересів суспільства без урахування екологічних. Це потребує удосконалення положень класифікації земель відповідно до номенклатури, визначеної програмою CORINE Європейського Союзу. *Ключові слова:* поділ земель, категорії земель, екологізація землекористування, типи землекористування, основне цільове призначення.

Проблемы экологизации землепользования в процессе деления земель на их категории. Лобунько А.В. Обосновано, что разделение земель по их категориям как основному целевому назначению сформировался в Украине в соответствии с экономическими и социальными интересами общества без учета экологических. Это требует усовершенствования положений классификации земель в соответствии номенклатуре программы CORINE Европейского Союза. *Ключевые слова:* разделение земель, категории земель, экологизация землепользования, типы землепользования, основное целевое назначение.

Greening land use issues during the album of land on their category. Lobunko A. Proved that the division of the land by class as the main purpose formed in Ukraine according to the economic and social interests of society without environmental. In this respect, it needs improvement, taking into account the provisions of land classification nomenclature CORINE Programme of the European Union. *Keywords:* division of land, land category, greening land use, land-use types, the main purpose.

Проблеми, пов'язані з розподілом земель на категорії за основним цільовим призначенням, останнім часом набули особливої актуальності в Україні. Формування напрямів господарського і природоохоронного використання земель та їх правового режиму за встановленим цільовим призначенням має практичне та теоретичне значення. Реалізація державної політики щодо використання та охорони земель, здійснення земельної реформи, вдосконалення земельних відносин в Україні здійснюється

шляхом землеустрою. У ст. 2 Закону України «Про землеустрій» закладено наукове обґрунтування розподілу земель за цільовим призначенням з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів, формування раціональної системи землеволодіння і землекористування, створення екологічно сталих агроландшафтів тощо [1]. З огляду на це, надзвичайно важливим є розуміння самого інституту поділу земель на категорії з урахування вимог екологічної безпеки земле- та природокористування.

Теоретично основна мета поділу земель на категорії за основним цільовим призначенням полягає в тому, щоб виділяти використання, яке підчас несумісне одне із одним. Практично, поділ земель на категорії за основним цільовим призначенням це по суті їх зонування за напрямками використання, яке здійснюється з метою регулювання режиму землекористування за напрямками: сільське господарство, природокористування, промисловість, забудовані землі тощо.

Однак, на сьогодні ще відсутні ґрунтовні дослідження еколого-економічного обґрунтування поділу земель на категорії з врахування вимог екологічної безпеки земле- та природокористування в нових економічних та історичних умовах. Із закріпленням в законодавстві України права приватної власності на землю [1] об'єктивно виникла необхідність формування нових підходів до проблеми поділу земель пов'язані з екологічною безпекою території, економікою землекористування, обсягом прав власника на користування своєю земельною ділянкою. Окрім того, сьогодні в Україні не завершено розмежування земель державної і комунальної власності, яке залежить від поділу земель на категорії. Тому ґрунтовні дослідження в сфері поділу земель на категорії із врахування вимог екологічної безпеки земле- та природокористування, є вкрай необхідними.

Ці питання були об'єктом дослідження багатьох науковців: В.І. Андрейцев, Д.С. Добряк, П.Ф. Кулинич, Т.П.Магазинщиков,Л.Я.Новаковський, В.В. Носік, А.М. Третяк, Б.В. Єрофеев, М.В. Шульга, А.М. Мірошніченко, Ю.С. Шемшученко та інші.

Мета статті – вивчити окремі аспекти вдосконалення підходів до

поділу земель на категорії з урахування вимог екологічної безпеки земле- та природокористування в Україні

Результати досліджень

Особливістю поняття «поділ земель на категорії за основним цільовим призначенням» з урахуванням вимог екологічної безпеки земле- та природокористування є притаманна йому певна унікальність та специфіка. Розуміння «Землі України за основним цільовим призначенням поділяються на категорії» вживається в земельному законодавстві України та інших пострадянських країн, але історично не властиве континентальній чи англосаксонській системам права. З огляду на таку специфічність дуже важливо зрозуміти історичну логіку виникнення та генези такого поняття [2].

Поділ земель на категорії за основним цільовим призначенням як вид зонування може включати регулювання видів дій, які будуть прийнятними на особливих напрямках господарського і природоохоронного використання земель (*відкритий простір, природоохоронне, сільськогосподарське, рекреаційне, житлове, комерційне або інше землекористування*), питомі ваги, в яких ці дії можуть бути виконані (*інтенсивність індустріалізації чи господарського використання*), щільність забудови, місце розташування будівлі на території, пропорції типів землекористування екологічно безпечних і небезпечних тощо. У Німеччині поділ земель виконується через їх зонування яке, зазвичай, включає проектування сільськогосподарських, природоохоронних та під забудовою типів землекористування і відповідні регуляторні регламенти й інструкції щодо

компенсації недоодержаних доходів [3; 4]. У подальшому окремі системи планування реалізуються через зонування та регулювання режимів землекористування (наприклад – держава Вікторія в Австралії). Тут, зони землекористування об'єднані з системою планування оверлейних програм, які враховують різноманітні факторів, які впливають на бажані міські результати щодо розвитку у будь-якому місці розташування. У більшості зарубіжних систем зонування є процедура з визначення відмінностей (*виключення до правил зонування*), зазвичай, через деяке ускладнене сприйняття, викликане особливим характером власності на землю.

При прийнятті Земельного кодексу України у 2001 р. категорію «землі населених пунктів» було замінено на «землі житлової та громадської забудови» (ст. 19) [5]. Одночасно з категорії «землі природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення» було виділено 4 категорії земель: землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення; землі оздоровчого призначення; землі рекреаційного призначення; землі історико-культурного призначення. Звичайно, такий поділ земель на категорії за основним цільовим призначенням був спрямований на забезпечення економічних, соціальних, екологічних інтересів суспільства і громадянина та характеризується відповідним диференційованим режимом залежно від функціонального їх використання і цільового призначення. Проте він зумовив необхідність розроблення відповідного класифікатора цільового і функціонального використання земель у межах кожної із категорій, що

не зроблено й досі. Це в останні роки зумовило появу критичних публікацій щодо досконалості поділу земель за категоріями, але поділ земель на категорії за основним цільовим призначенням територіально так і не був здійснений, й не вирішені проблеми законодавчого плану.

Основними недоліками існуючого методологічного процесу поділу земель на категорії за основним цільовим призначенням в Україні є:

- не враховано багатофункціональність господарського чи природоохоронного використання земель, зокрема, для сільськогосподарських і рекреаційних цілей цю ж саму ділянку та для природоохоронних цілей;
- накладання категорій одна на одну, зокрема, в межах національних природних парків, землекористування яких належить до земель категорії природно-заповідного фонду, функціонують інші категорії земель;
- неоднозначність визначення категорій земель тільки в процесі виділення земельних ділянок та формулювання цільового призначення за класифікацією тощо.

Отже, потребують здійснення дослідження методологічного процесу поділу земель на категорії за основним цільовим призначенням в Україні (рис.).

Вважаємо за доцільне розглянути номенклатуру землекористування за «програмою з координації інформації про навколишнє середовище» (“programme to COoRdinate INformation on the Environment” – CORINE) по ряду її властивостей, насамперед, через відносну простоту, універсальність, можливість застосовувати завдання у ландшафтознавстві і можливості розпізнавання тих чи інших категорій

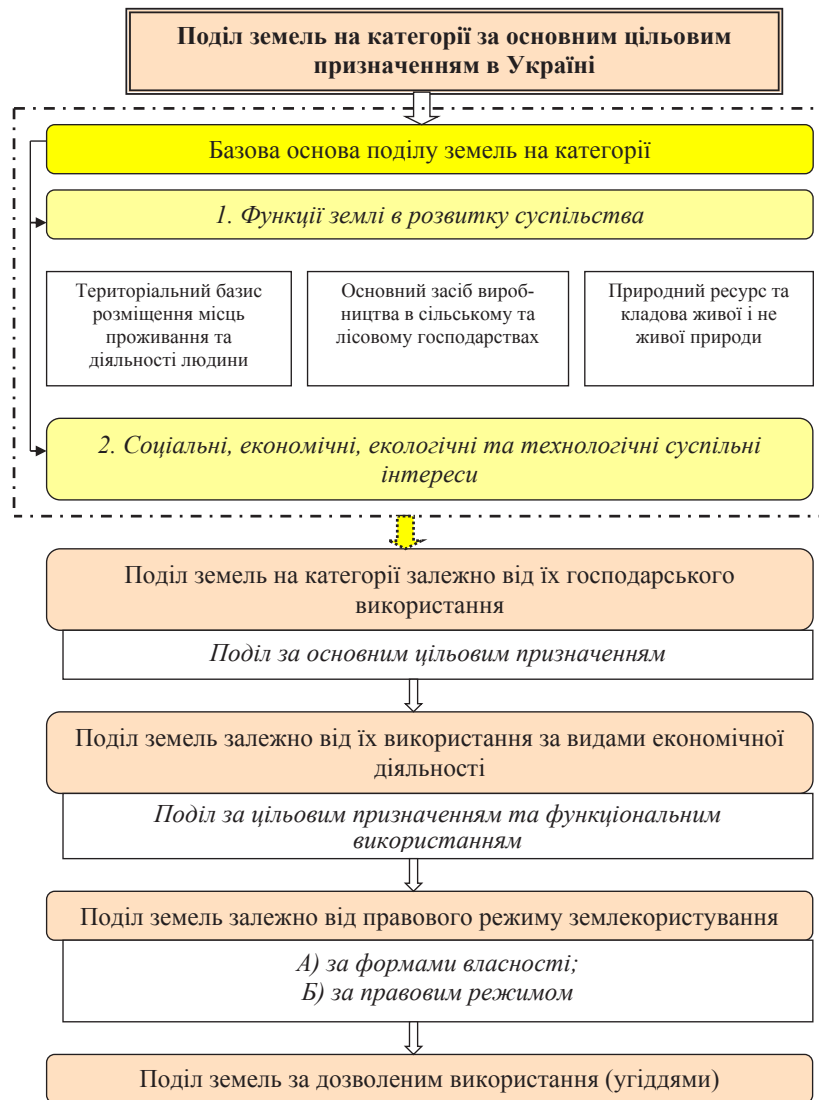


Рис. Логічно-смілова схема існуючого методологічного процесу поділу земель на категорії за основним цільовим призначенням в Україні

земель за даними дистанційного зондування [6–8].

До програми увійшли держави-члени Європейського Союзу. Програма спрямована на одержання узгодженої інформації про ґрунтово-рослинний покрив та його зміну

протягом наступних десятиліть. Основне джерело просторових даних для програми CORINE – матеріали дешифрування супутникових знімків з космічних апаратів SPOT, Landsat, MSS, NOAA. Як додаткові джерела використовувалася інформація з геоде-

зичних вимірювань, аерофотознімки. Зібрана до початку 1990-х років інформація про землекористування систематизована відповідно до вимог CORINE Land Cover Classification System і включена в базу даних CLS1990. У період 2000–2005 рр. з ініціативи European Environment Agency (EEA) виконані роботи з корекції і оновленню бази даних CLS1990, що дало змогу перейти до оцінки змін у природному середовищі. Оновлена база даних одержала назву CLS2000 [9], до її складу увійшли 32 країни.

Прийнята в Україні класифікація кадастрового опису не збігається з класифікатором CORINE і не орієнтована на оцінку поточного і динамічного стану земель. Тому визначення відповідних категорій та типів землекористування за матеріалами супутникових зйомок є самостійною задачею для складання можливих фундаментальних і практичних додатків.

Програма CORINE використовує тривірневий класифікатор категорій

земель. У рамках програми в робочому масштабі 1: 100 000 складаються карти структури земель; найбільш узагальнений перший рівень містить 5 груп земель, другий – 15 категорій, третій (найбільш детальний) – 44 категорії земель.

Основні категорії земель першого рівня являють собою глобальну схему землекористування; другий рівень призначений для ідентифікації земель у масштабах 1:1 000 000 і 1:500 000; третій – відповідає проектам у вихідному масштабі 1:100 000.

Через експериментальний характер пропозицій дослідження обмежені першим і другим рівнями класифікації земель (табл. 1), вибір яких пов'язаний з показністю відповідних типів землекористування в регіоні. Детальна ідентифікація сільськогосподарських земель та лісів на другому рівні вимагає спеціальних технічних розробок і мультиспектральних знімків високого дозволу.

Таблиця 1

Класифікація земель за номенклатурою програми CORINE [8]

№	1-й рівень	№	
1	Антропогенні (штучні) поверхні землі	1.1	Землі під житловою забудовою
		1.2	Землі промислових, комерційних і транспортних об'єктів
2	Сільськогосподарські землі	2.1	Орні землі
		2.2	Землі під багаторічними культурами
		2.3	Пасовища
		2.4	Неоднорідні сільськогосподарські землі
3	Ліси	3.1	Ліси
		3.2	Чагарники і/або трав'яниста рослинність
		3.3	Землі із рідкою рослинністю або без рослинного покриву
4	Водно-болотні угіддя	4.1	Внутрішні заболочені території
		4.2	Прибережні болота
5	Водні об'єкти	5.1	Води суші
		5.2	Моря

Висновки

Існуючий поділ земель на категорії за основним цільовим призначенням із урахування вимог екологічної безпеки земле- та природокористування відповідно до чинного земельного законодавства України потребує удосконалення за багатофункціональністю землекористування та узгодження економічних, соціальних та екологічних

інтересів суспільства і громадян. Недосконалість поділу земель на категорії об'єктивно знижує ефективність управління земельними ресурсами і землекористуванням. З огляду на це необхідне обґрунтування продовження досліджень з оцінкою нових історичних, економічних, соціальних та екологічних умов та класифікацією земель за номенклатурою програми CORINE.

Література

1. Закон України «Про землеустрій» № 858-IV від 22 травня 2003 року [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2003. – № 36. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/858-15>.
2. А. Лобунько. Еволюція розвитку поділу земель за їх категоріями як основним цільовим призначенням: історія, методологія. Землепорядний вісник. – № 11, 2015 р. – С. 17–21.
3. Електронний ресурс: <http://ru.encydia.com/en/Зонируя>
4. Третяк А.М. Концептуальні засади землепорядного планування розвитку міського землекористування в умовах децентралізації. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – № 1. – 2015. – С. 3–13.
5. Земельний Кодекс України № 2768-III від 25.10.2001 // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, N 3–4.
6. Бродский Л., Бушуев Е.И., Волошин В.И., Козлова А.А., Паршина О.И., Попов М.А., Саблина В.И., Сахацкий А.И., Сиротенко А.В., Соукап Т., Станкевич С.А., Тарарико А.Г. Проект ITAS по разработке автоматизированной технологии классификации земных покрытий: научные задачи, основные результаты и перспективы // Космична наука і технологія. – 2009. – Т. 15. – № 2. – С. 36–48.
7. Гурьянова Л.В. Использование ГИС и данных дистанционного зондирования для мониторинга застроенных территорий // Вестник Белорусского государственного университета. – Сер. 2. – 2008. – № 3. – С. 107–112.
8. Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений / Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Под ред. А.М. Берлянта. – М.: Научный мир, 2003. – 168 с.
9. The thematic accuracy of CORINE Land Cover 2000. Assessment using LUCAS (land use / cover area frame statistical survey) // Techn. Rept EEA. – 2006. – № 7. – 85 pp.

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВЫБРОСОВ СЕРОВОДОРОДА ИЗ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Юрченко В.А., Лебедева Е.С., Коваленко А.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
ул. Сумская, 40, 61002, г. Харьков
bjieknuca@gmail.com

Исследованы отдельные участки канализационного коллектора г. Харькова, где концентрация сероводорода в подсводовом пространстве в тысячи раз превышает ПДК с.с. Экологически опасное содержание сероводорода в атмосфере (1,59 ПДК с.с.) достигает жилой застройки. Установленный над шахтой дегазатор эффективно очищает газообразные выбросы. Разработаны дизайнерские решения, позволяющие гармонизировать дегазаторы на канализационных сетях с городской средой различного назначения. *Ключевые слова:* канализационные трубопроводы, сероводород, атмосфера, видеоэкология, дегазатор.

Зниження екологічної небезпеки викидів сірководню з каналізаційних мереж. Юрченко В.О., Лебедева О.С., Коваленко А.В. Досліджено деякі ділянки каналізаційного колектора м. Харкова, де концентрація сірководню в підсклепінєвому просторі в тисячі разів перевищує ГДК с.д. Екологічно небезпечний вміст сірководню в атмосфері (1,59 ГДК с.д.) сягає житлової забудови. Встановлений над шахтою дегазатор ефективно очищає газоподібні викиди. Розроблено дизайнерські рішення, що дозволяють гармонізувати дегазатори на каналізаційних мережах з міським середовищем різного призначення. *Ключові слова:* каналізаційні трубопроводи, сірководень, атмосфера, відеоекологія, дегазатор.

Reduction of environmental hazard of hydrogen sulfide emission from sewerage pipelines. Iurchenko V., Lebedeva E., Kovalenko A. Separate sections of the sewage collector in Kharkov, where concentration of hydrogen sulfide in the underroof space exceeds in thousands of times daily average MPC. Environmentally hazard level of hydrogen sulfide in the atmosphere (1,59 MPC p.p.) amounts housing developments. The degasifier, installed above the shaft efficiently rectifies gas releases. Design solutions are developed, which allow to harmonize degasifiers in sewerage nets with urban environment of different application. *Keywords:* sewage pipelines, hydrogen sulfide, atmosphere, videocology, degasser.

Транспортирование сточных вод трубопроводами водоотведения создает в населенных пунктах целый ряд рисков для экологической безопасности воздушных, водных и почвенных сред. Так, образование и выброс из канализационных сетей через шахты и колодцы газообразных соединений загрязняет атмосферу в прилегающих городских регионах, поскольку в этих выбросах concentra-

ция ряда соединений, главным образом, серосодержащих сероводорода, диоксида серы, меркаптана (МС), диметилсульфида (ДМС), превышают не только среднесуточную ПДК для населенных мест, но и ПДК для рабочей зоны. Самая высокая кратность превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) в газообразных выбросах из канализационных сетей отмечена для сероводорода – высо-

котоксичного и химически активного соединения второго класса опасности ($\text{ПДК}_{\text{рабочей зоны}} - 10$, $\text{ПДК}_{\text{среднесуточная}} - 0,008 \text{ мг/м}^3$). Кроме того, накопление в эксплуатационных средах бетонных канализационных трубопроводов (сточной воде, подсводовом пространстве, конденсатной влаге на своде) сероводорода, его производных и продуктов окисления инициирует биогенную сернокислотную коррозию свода, кардинально снижающую эксплуатационную долговечность этих трубопроводов [1-6]. Самотечный

канализационный трубопровод – своеобразный биологический «реактор», в котором происходят спонтанные химические и микробиологические процессы. Именно они приводят к образованию в сточных водах газообразных соединений, которые выделяются в атмосферу подсводового пространства трубопроводов. Газообразные соединения накапливаются в подсводовом пространстве (табл. 1) и через открытые шахты и колодцы выбрасывается в городскую атмосферу [6].

Таблица 1

Химические соединения в атмосфере подсводового пространства трубопроводов водоотведения [6]

№ п/п	Соединение	Порядок концентрации по объему
1	Диоксид углерода	0,2-1,2 %
2	Углеводороды и их хлорпроизводные:	
	а. углеводороды, главным образом, алифатические C6-C14, C8-C12 (бензины)	до 500 ppm
	б. хлорпроизводные углеводородов, главным образом, трихлорэтилен, дихлорид этилена, тетрахлорид углерода	10-100 ppm
3	Сероводород	0,2-10 ppm
4	Пахучие газы и пары:	
	а. сульфиды (главным образом, меркаптан, ДМС, некоторые этилмеркаптаны)	10-50 ppb
	б. амины (главным образом, триметиламин и диметиламин, некоторые диэтиламины)	10-50 ppb
	в. альдегиды (главным образом, масляный альдегид)	10-100 ppb

Образование сероводорода в транспортируемых сточных водах происходит в результате микробиологического процесса диссимиляционной сульфатредукции (восстановление сульфатов с выделением сероводорода), которую осуществляют облигатно анаэробные сульфатредуцирующие бактерии. Активность образования сероводорода и его выделения в атмосферу

трубопровода зависят от многих факторов: ХПК сточных вод, соотношения концентрации сульфатов и ХПК, температура, pH и Eh сточных вод, турбулентности потока и др. Поэтому концентрация сероводорода в подсводовом пространстве различных участков колеблется очень существенно даже в течение суток [7]. Процессы выброса сероводорода через канали-

зационные шахты в городскую атмосферу и его рассеивания в ней изучены довольно ограничено, но отдельные расчеты и замеры свидетельствуют о высокой экологической опасности процесса для городской среды.

Для защиты городской атмосферы от загрязнения токсичными газообразными соединениями, выбрасываемыми из канализационных сетей, разработаны различные технические решения: подавление образования сероводорода в сточных водах, подавление элюирования этого газа из сточных вод в подсводное пространство, очистка газообразных выбросов. На основании опыта КП «Харьковводоканал по эксплуатации газоочистных установок на канализационных сетях такие устройства защиты городской атмосферы рекомендованы современными нормативными документами Украины [8]. Однако, при размещении среди жилых зданий, парковых зон, рекреационных зон, а особенно – в районах города, которые имеют историческую ценность, такие дегазаторы создают острый зрительный дискомфорт – видеозагрязнение. В настоящее время во всем мире вопросом экологической безопасности визуальной среды уделяется особое внимание. Поэтому без гармонизации дегазаторов на канализационных сетях с существующей городской застройкой их использование в городах представляется экологически опасным.

Цель исследования – экспериментальная оценка экологической опасности для селитебных территорий города газообразных выбросов из канализационных трубопроводов г. Харькова, а также улучшение видеоэкологических характеристик дегазационных установок на канализационных сетях.

Методы исследования

Экспериментальные исследования проводили на участках канализационных сетей г. Харькова. Измерения концентрации сероводорода в атмосфере подсводного пространства проводили с помощью трех газоанализаторов: УГ-2, «Дозор», шахтный интерферометр ШИ-11. Полученные данные использовали для расчета концентрации сероводорода в газообразном выбросе согласно методике [9] и для расчета его рассеивания в атмосфере конкретных районов г. Харькова. Расчет рассеивания сероводорода выполняли с помощью программы «ЭОЛ +». В основе расчета используется ОНД-86 (Общесоюзный нормативный документ) «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

Результаты исследований

Химический состав атмосферы подсводного пространства канализационных трубопроводов, установленный на различных канализационных шахтах г. Харькова, показаны в табл. 1. Как видно, самое значительное превышение ПДК_{р.з./с.с.} в газообразной среде подсводного пространства канализационных трубопроводов имеет сероводород. Шахты № 11 и 12, в подсводном пространстве которых концентрация сероводорода достигает 31350 ПДК_{с.с.}, находятся чрезвычайно близко к жилой застройке (от 35 до 50 м).

Концентрация сероводорода в выбросе на выходе из шахты зависит от аэродинамических условий, определяющих тягу на данном участке, температуры внутри шахты, глубины шахты (которая рассматривается как высота) и т.д. Для усреднения этих

факторов за большой период эксплуатации (не менее 1 года) использовали данные измерения концентрации продукта окисления сероводорода – сульфатов в бетоне по высоте шахт на различных участках канализационной сети. С помощью полученных данных построили зависимость, которая позволяет по показателям концентрации H_2S в подсводовом пространстве кол-

лекторов рассчитывать его концентрацию в газообразном выбросе на выходе из канализационной шахты (рис. 1) [7]. С помощью полученной зависимости рассчитали концентрацию H_2S на выходе из шахты № 11 и определено рассеивание газообразных выбросов в районе расположения этой шахты. В качестве нормативного показателя принят ПДК с.с.

Таблица 2

**Концентрации экологически опасных газообразных соединений
вхподсводовом пространстве канализационного трубопровода
на участке коллектора г. Харькова**

Дата измерения	№ ш.	Концентрация газообразных соединений							
		SO_2 , мг/м ³	Кратность превыш. ПДКр.з./с.с доли ПДК	H_2S , мг/м ³	Кратность превыш. ПДКр.з./с.с доли ПДК	CO , мг/м ³	Кратность превыш. ПДКр.з./с.с доли ПДК	CO_2 , Об.%	CH_4 , Об.%
28.03.13	4	35	3,5/70	42,7	4,27/5337	0	-	0,57	0
15.05.13		35	3,5/70	137	13,7/17125	0	-	0,63	
04.07.13		35	3,5/70	126,6	12,6/15825	0	-	0,63	
08.08.13		35	3,5/70	188,1	18,8/23512	4,2	-	0,84	
28.03.13	6	0	-	7,6	-/950	0	-	0,38	0,1
15.05.13		0	-	12,6	1,26/1575	0	-	0,42	0,21
04.07.13		0	-	11,6	1,16/1450	0	-	0,42	0,2
08.08.13		35	3,5/70	17,8	1,78/2225	0	-	0,63	
01.02.13	8	0	-	4	-/500	0	-	0,2	0,2
28.03.13		0	-	6	-/750	0	-	0,2	0,4
15.05.13		0	-	6	-/750	0	-	0,2	0,4
04.07.13		0	-	12	1,2/1500	0	-	0,2	0,6
08.08.13		0	-	12	1,2/1500	0	-	0,4	0,4
01.02.13	10	35	3,5/70	10,4	0,4/1300	0	-	0,19	0
28.03.13		0	-	9,5	-/1188	0	-	0,57	0,4
15.05.13		0	-	8,4	-/1050	0	-	0,21	0,2
04.07.13		0	-	12,5	1,25/1563	0	-	0,62	0,4
08.08.13		35	3,5/70	20,9	2,9/2613	0	-	0,63	0,8
01.02.13	11	0	-	20	2/1500	0	-	0,2	0,2
28.03.13		0	-	18	1,8/2250	0	-	0,4	0,4
15.05.13		0	-	23	2,3/2875	0	-	0,4	0,4
04.07.13		0	-	24	2,4/3000	0	-	0,4	0,6
08.08.13		0	-	28	2,8/3500	0	-	0,4	0,6
01.02.13	12	35	3,5/70	52,1	5,21/6513	0	-	0,76	0,7
28.03.13		35	3,5/70	113,7	11,37/14213	3,9	-	0,76	0,6
15.05.13		35	3,5/70	36,9	3,69/4612,5	0	-	0,42	0,4
04.07.13		35	3,5/70	38	3,8/4750	0	-	0,63	0,2
08.08.13		35	3,5/70	250,8	25,08/31350	0	-	1,25	1,2

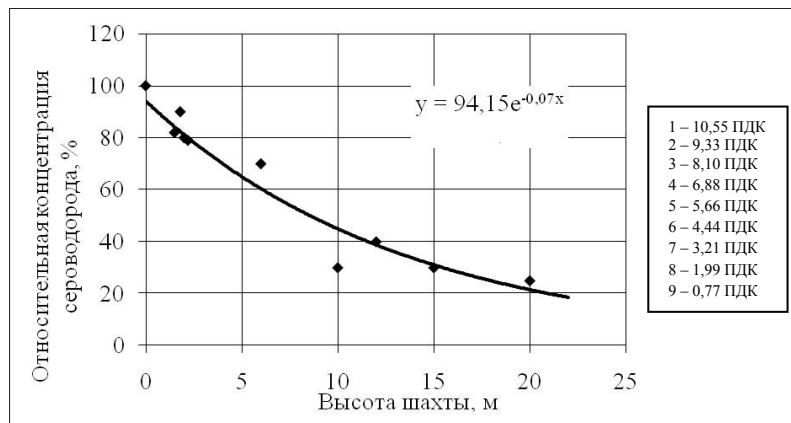


Рис. 1. Зависимость снижения относительной концентрации сероводорода в газо-воздушной среде от глубины (высоты) шахты

Карта рассеивания сероводорода, выбрасываемого из шахты № 11 в атмосферу конкретного городского района, представлена на рис. 2.



Рис. 2. Карта рассеивания сероводорода, выбрасываемого из канализационной шахты № 11 (Коллектор ХТЗ) в городскую атмосферу

Расчет рассеивания сероводорода в исследуемом районе показал, что в ближайшей точке, находящейся в жилой застройке (42 м), концентра-

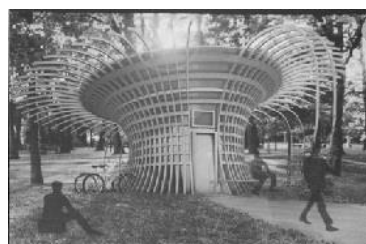
ция сероводорода равна $0,013 \text{ мг/м}^3$, что в 1,59 раза превышает ПДК с.с. Расстояние до экологически безопасной зоны составляет 105 м [7].

На шахте № 12 КП «Харьков-водоканал» для защиты городской атмосферы от экологически опасных выбросов из канализационных сетей установлен фильтр-дегазатор, который обеспечил удаления сероводорода на 98-100% [8]. Эту природоохранную установку можно отнести к малым архитектурным формам, которые в городской застройке загрязняют визуальную среду (рис. 3). Такая установка, расположенная в парковой зоне, создает острый зрительный дискомфорт. Без решения видеоэкологических проблем, вызываемых такими природоохранными сооружениями, их использование представляется экологически опасным. Методом опроса специа-

листов и студентов архитектурного факультета ХНУСА (250 человек) проведена балльная оценка установок дегазации, которые эксплуатируются в настоящее время (рис. 3) и дизайнерских решений, рекомендованных для этих установок (рис. 4) для гармонизации с окружающей средой (табл. 3). Оценка проводилась по 10-балльной шкале по 6 факторам: силуэт, ограничение высоты сооружения, цветовые решения, насыщенность окружающей среды, родство искусственной и естественной среды, создание замкнутых пространств [10-13]. Внешний вид существующих установок более чем в два раза лучше воспринимается людьми и гармонизируется с окружающей средой.



Рис. 3. Существующие в настоящее время установки сухой химической фильтрации в парковой зоне



а)



б)

Рис. 4. Дизайнерские решения, которые рекомендуются для установки дегазации:

а) парковая зона, б) зона жилой застройки

Выводы

Проведенные расчеты рассеивания сероводорода, выбрасываемого из

канализационных шахт, показали, что в зону сверхнормативного содержания сероводорода (ПДК с.с.) попадает

Таблица 3

**Бальная оценка визуальной гармонизации установки дегазации
окружающей средой**

№ п/п	Силует	Ограничение высоты сооружения	Колористические решения	Насыщенность окружающей среды	Родство искус- ственной и есте- ственной среды	Создание замкнутых пространств
Существующее положение	3	8	0	3	0	9
Проектное предложение	10	8	10	8	9	9

жилая застройка. Экологически безопасная зона находится на расстоянии 105-150 м от шахт. Установленный над шахтой дегазатор эффективно очищает газообразные выбросы из канализационной шахты, однако его визуальные характеристики создают видеозагрязе-

ние городской среды и отрицательно действуют на психо-физическое состояние населения. Разработаны дизайнерские решения, позволяющие гармонизировать дегазаторы на канализационных сетях с городской средой различного назначения.

Литература

1. Stein D. Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers. 2001. Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ruhr-University Bochum (RUB), Faculty of Civil Engineering. Germany. 804 p.
2. Дрозд Г.Я. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация / Г.Я. Дрозд, Н.И. Зотов, В.Н. Маслак. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2008. – 260 с.
3. Stuetz R. Odours in Wastewater Treatment / R. Stuetz, F.-B. Frechen.: Published by IWA Publishing, London SW1H 0QS. – 2001. – 437 p.
4. Zhang L., De Schryver P., De Gussem B. et.al. Chemical and biological technologies for hydrogen sulphide emission control in sewer systems. 2008. [Химические и биологические технологии для снижения выбросов сероводорода в канализационных системах]. A review. Water Research. № 42. PP. 1-12.
5. В.М. Васильев. Разрушение канализационных тоннелей и сооружений на них вследствие микробиологической коррозии / В.М. Васильев, Г.А. Панкова, Ю.В. Столбихин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – № 9. – С. 68–6.
6. George Simon, Charles Alix, and Vincente Arrebola. Odor Control – Solutions for Managing Emissions from Wastewater Treatment Facilities // FLORIDA WATER RESOURCES JOURNAL. – 2010. – Vol. 7, № 2. – P. 32–34.
7. Лебедева О.С. Сучасні технології мінімізації газоподібних викидів з каналізаційних мереж / О.С. Лебедева // Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей природной среды: сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Харьков : ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», 2016. – С. 92–101.
8. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5 – 75:2013. – [Чинний від 01.01.2014]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівниц-

- тва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 207 с. – (Державні будівельні норми України).
9. Бригада Е.В. Мониторинг показателей эксплуатации водоотводящих сооружений из железобетона: дисс. кандидата техн. наук: 05.23.04 / Бригада Е.В. – ХНУСА. – Харьков, 2013. – 168 с.
 10. V. Iurchenko. Environmental Safety of the Sewage Disposal by the Sewerage Pipelines / V. Iurchenko, E. Lebedeva, E. Brigada // Procedia Engineering. – 2016. – Volume 134. – P. 181–186. – Режим доступу: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816000618>.
 11. Видеоэкология архитектурной среды: монография / С.Г. Чечельницкий, О.А. Фоменко; ХНАГХ. – Х.: ХНАГХ, 2012. – 372 с.
 12. Маклаков А.Г. Общая психология. – СПб.: Питер, 2000. – 200 с.
 13. Юрченко В.А., Фоменко О.А., Лебедева Е.С., Корнейчук В.В. Экологизация визуальной среды при сооружении природоохранных установок на системах водоотведения // Проблемы розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник / – К.: НАУ, 2014. – Вип. 1 (11). – С. 112 – 119.

БІБЛІОГРАФІЯ

Лико С., Суходольская И. Гідроекологія. – К.: Кондор. – 2017. – 186 с.

У навчальному посібнику розглянуто теоретичні й методичні питання основ гідроекології: гідросфера як середовище життя; водні екосистеми; антропогенний вплив на водні екосистеми та охорона гідробіонтів.

Головну увагу приділено найновішим досягненням сучасної гідроекології. Навчальний посібник написано відповідно до програми курсу.

Для студентів вищих навчальних закладів, викладачів.

Іваненко О.І., Носачова Ю.В. Техноекологія. – К.: Кондор. – 2017. – 296 с.

Проаналізовано сьогоdnішній стан розвитку народного господарства України в порівнянні з тенденціями розвитку світової економіки, представлено матеріали щодо основних сировинних баз вітчизняних заводів та їх конкурентоспроможності, детально розглянуто основні галузі виробничої діяльності людини, що представлені підприємствами паливно-енергетичної, гірничодобувної, металургійної, нафтопереробної, будівельної, хімічної та харчової промисловості, технологічні процеси, що відбуваються в кожній з них, апаратурне оформлення та основи теорії хімічних процесів виробництва продукції, висвітлено взаємодію з навколишнім середовищем, особливу увагу приділено джерелам забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери та методам й засобам боротьби зі шкідливими викидами. Для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «101 Екологія».

Соломенко Л.І. Екологія людини. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури. – 2017. – 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.

Ефимов А., Логинова Е., Зубанова О., Марковина И. Новый немецко-русский русско-немецкий медицинский словарь. – М.: Живой язык. – 2017. – 576 с.

В словаре содержится свыше 100 000 терминов, сочетаний, эквивалентов и значений из следующих важнейших областей медицины: анатомии, генетики, цитологии, кардиологии, терапии, хирургии, педиатрии, психиатрии, стоматологии, акушерства, гинекологии и др.

В словаре представлена терминология, относящаяся к некоторым смежным с медициной наукам: биологии, ботанике, фармакологии, психологии, химии и т.д.

Словарь может быть полезен широкому кругу специалистов, работающих в медицине и смежных с ней областях, а также студентам, аспирантам, преподавателям соответствующих учебных заведений и переводчикам, связанным с медицинской литературой.

Корчмит Ю.В., Корчмит А.Ю. Охрана природной среды. Механизмы государственного регулирования. – К.: Центр навчальної літератури. – 2017. – 416 с.

В монографии рассмотрены вопросы теории и практики загрязнения и охраны природной среды региона, планирования работ государственных природоохранных органов по защите среды от загрязнения. Рассмотрены связи загрязнения среды и заболеваемостью населения, а также экономические и социальные вопросы, сопутствующие деятельности государства в области охраны среды от действия жилищно – коммунального комплекса региона.

Юрченко Л.І. Екологія. – К.: Професіонал, Центр навчальної літератури. – 2017. – 304 с.

Этот учебник посвящен достаточно молодой дисциплине, которая, тем не менее, стала частью учебно-профессиональной программы студентов экономических специальностей. Содержание книги составляют принципы современной экологической мысли, систематизированные и адаптированные к учебным требованиям. Теоретические разделы дополнены примерами и исследованиями конкретных ситуаций и отдельных случаев. Книга адресована студентам вузов экологического направления подготовки. Также она может оказаться полезной экологам, экономистам-практикам, всем, кто интересуется вопросами современной экологии.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Айайя Анієфіок (Нігерія) – доктор біологічних наук, професор, “AQUA technologies limited liability company” Ltd.

Барановська Ванда Євгенівна (Київ) – кандидат економічних наук, проректор з науково-педагогічної роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.

Богданенко Олександр Вікторович (Рівне) – старший викладач кафедри охорони праці і безпеки життєдіяльності Національного університету водного господарства та природокористування.

Бондар Олександр Іванович (Київ) – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НААНУ, заслужений діяч науки і техніки України, ректор Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.

Внукова Наталія Володимирівна (Харків) – доктор технічних наук, професор кафедри екології, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Гетьман Володимир Іванович (Київ) – доцент, кандидат географічних наук; Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Голубцова Ніна Юріївна (Київ) – заступник директора СП «Ланко» з наукових питань.

Горшков Леонід Іванович (Київ) – кандидат фізико-математичних наук, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Денисенко Інна Юріївна (Київ) – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Дятлов Сергій Євгенович (Одеса) – кандидат біологічних наук, доцент, Інститут морської біології НАН України.

Задорожня Галина Петрівна (Київ) – кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, Український інститут науково-технічної інформації.

Зоріна Ольга Володимирівна (Київ) – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України.

Кваша Тетяна Констянтинівна (Київ) – Український інститут науково-технічної інформації.

Коваленко Аліна Василівна (Харків) – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет будівництва та архітектури.

Кордік Яна Сергіївна (Київ) – аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Костюк Володимир Володимирович (Вінниця) – Вінницький національний технічний університет.

Кошелев Олександр Вікторович (Одеса) – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут морської біології НАН України.

Красовський Володимир Васильович (Хорол) – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Хорольський ботанічний сад.

Лапшин Юрій Серафимович (Київ) – проректор, Інститут загальної енергетики НАН України.

Лебедєва Олена Сергіївна (Харків) – аспірант, Харківський національний університет будівництва та архітектури.

Лобунько Антон Вікторович (Київ) – здобувач, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Лукіша Віталій Васильович (Київ) – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри заповідної справи, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

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.

Мнухін Анатолій Григорович (Київ) – доктор технічних наук, Академік Української Академії наук, заслужений винахідник України.

Мнухіна Наталія Анатоліївна (Запоріжжя) – кандидат технічних наук Запорізька державна інженерна академія.

Омельяненко Ірина Сергіївна (Київ) – Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини».

Паріков Леонід Юхимович (Київ) – директор СП «Ланко».

Петрук Роман Васильович (Вінниця) – кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет.

Пляцук Леонід Дмитрович (Суми) – доктор технічних наук, професор, Сумський державний університет.

Подобайло Анатолій Віталійович (Київ) – доцент, кандидат біологічних наук, Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини».

Проценко Юрій Валерійович (Київ) – кандидат біологічних наук, Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини».

Тєут Василь Михайлович (Київ) – Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Трач Ірина Анатоліївна (Вінниця) – Вінницький національний технічний університет.

Тупкало Віталій Миколайович (Київ) – Київський інститут інтелектуальної власності та права Національного університету «Одеська юридична академія».

Туровська Галина Іванівна (Рівне) – кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці і безпеки життєдіяльності Національного університету водного господарства та природокористування.

Туровська Анастасія Олегівна (Рівне) – Національний університет водного господарства та природокористування.

Филипчук Віктор Леонідович (Київ) – доктор технічних наук, професор, Національний університет водного господарства та природокористування.

Черниш Єлизавета Юріївна (Суми) – кандидат технічних наук, докторант, Сумський державний університет.

Шульга Олександр Олександрович (Ічня) – директор Національного природного парку «Ічнянський».

Юрченко Валентина Олександрівна (Харків) – доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет будівництва та архітектури.

Яковенко Людмила Олексіївна (Київ) – старший науковий співробітник, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.

Наукове видання

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

1-2 / 2017 (16-17)

- *Загальні проблеми екологічної безпеки*
- *Екологічні питання в контексті євроінтеграції України*
- *Екологія та економіка природокористування*
- *Теоретична екологія*
- *Екологія і виробництво*
- *Розвиток природно-заповідного фонду України*
- *Інноваційні аспекти підвищення рівня екобезпеки*
- *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 01.02.2017. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Цифровий друк.
Ум.-друк. арк. 19,53. Тираж 100. Замовлення № 0218/10.
Ціна договірна. Віддруковано з готового оригінал-макета