

**Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури
Національна академія наук України
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору**

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Kyiv National University of Construction and Architecture
National Academy of Sciences of Ukraine
Institute of Telecommunications and Global Information Space**

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**ENVIRONMENTAL SAFETY AND
NATURAL RESOURCES**

Збірник наукових праць

Випуск 3 (27), липень-вересень 2018 р.

Заснований у 2008 р.
Виходить 4 рази на рік

Academic journal

Issue 3 (27), July-September 2018

Founded in 2008
The journal is published 4 volume a year

КИЇВ 2018

KYIV 2018

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головні редактори: **О.С. Волошкіна**, д-р техн. наук, проф.
О.М. Трофимчук, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАНУ

Члени редколегії:

Биченок М.М., д-р техн. наук

Бойко І.П., д-р техн. наук, проф.

Довгий С.О., д-р фіз.-мат. наук, проф., академік НАНУ

Калюх Ю.І., д-р техн. наук, проф.

Качинський А.Б., д-р техн. наук, проф.

Коржнєв М.М., д-р геол.-мін. наук, проф.

Кочетов Г.М., д-р техн. наук, проф.

Кривомаз Т.І., д-р техн. наук, проф.

Олійник О.Я., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАНУ

Павлишин В.І., д-р геол.-мін. наук, проф.

Приймак О.В., д-р техн. наук, проф.

Радчук В.В., д-р геол. наук

Рудько Г.І., д-р техн. наук, д-р геол.-мін.

наук, д-р геогр. наук, проф.

Стрижак О.Є., д-р техн. наук

Триснюк В.М., д-р техн. наук

Яковлєв Є.О., д-р техн. наук

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА

М.-Й. Валері, професор, Польща

Н. Касаглі, професор, Італія

Н. Маргвелашвілі, PhD, Австралія

Д. Мінтер, професор, Великобританія

А. Мішо, дослідник, Франція

Я. Пекутін, професор, Польща

Пінг Лу, професор, Китай

Г. Собчук, професор, Польща

Рекомендовано до друку Вченою радою
Київського національного університету будівництва і архітектури
(протокол № 16 від 28.09.2018 р.)

Збірник наукових праць включено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук за напрямом «технічні науки» (Наказ Міністерства освіти і науки України від 22.12.2016 № 1604)

ОСНОВНІ ТЕМАТИЧНІ РОЗДІЛИ ЗБІРНИКА

- Екологічна безпека
- Основи природокористування
- Інформаційні ресурси та системи
- Дискусійні повідомлення

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ

03186, м. Київ, Чоколівський бульв., 13,
Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України
Телефони: (044) 245-87-97
(044) 524-22-62

E-mail: itelua@kv.ukrtel.net

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 14146-3117 Р від 27.05.2008 р.

Електронна версія збірника в Інтернеті
<http://www.es-journal.in.ua> українською,
російською та англійською мовами



Creative Commons «Attribution» 4.0 WorldWide

CONTENTS

ENVIRONMENTAL SAFETY

Yakovlev Ye.O., Rogozin O.G.

The factors and possible consequences of regional changes in engineering and geotechnical status of loesses and loessy-loamy soils of Ukraine..... 5

Vasilenko L.O., Zhukova O.G., Kokitko A.A.

Estimation and forecast of changes in the hydrochemical status of the Tisza river..... 24

Koval I.I., Pohrebennyk V.D.

Organization of municipal solid waste sorting: local aspect..... 30

NATURAL RESOURCES

Kryvomaz T.I., Michaud A., Varavin D.V., Perebynos A.R.

French green building rating systems..... 40

Telyma S.V.

Calculations of the systematic vertical drainage under protection of the irrigated lands and the built-up territories from the ground waters submergence..... 49

Kyriienko P.G., Betin O.V., Kuznetsova N.V.

Small sewage wastewater treatment plants for domestic wastewater..... 59

INFORMATION RESOURCES AND SYSTEMS

Shapovalov Ye.B., Shapovalov V.B., Stryzhak O.Ye., Salyuk A.I.

Ontology based systemizing of the science information devoted to waste utilizing by methanogenesis..... 68

Drozd I.P.

To the problem of risk management in the field of the atomic industry of Ukraine..... 79

Radomska M.M., Ryabchevsky O.V., Vologzhanina V.V., Kovalska V.V.

The EIA gap analysis for the project of dredging works at the Southern Bug river..... 92

INFORMATION FOR AUTHORS..... 103

ЗМІСТ

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Яковлєв Є.О., Рогожин О.Г.

Фактори і можливі наслідки регіональних змін інженерно-геотехнічного стану лесів та лесово-суглинистих порід України..... 5

Василенко Л.О., Жукова О.Г., Кокітко А.А.

Оцінка та прогноз змін гідрохімічного стану р. Тиса..... 24

Коваль І.І., Погребенник В.Д.

Організація сортування твердих побутових відходів: локальний аспект... 30

ОСНОВИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кривомаз Т.І., Мішо А., Варавін Д.В., Перебинос А.Р.

Французька рейтингова система зеленого будівництва..... 40

Телима С.В.

Розрахунки систематичного вертикального дренажу при захисті від підтоплення ґрунтовими водами земель зрошення та забудованих територій..... 49

Кириєнко П.Г., Бетін О.В., Кузнецова Н.В.

Малогабаритні очисні споруди очищення побутових стічних вод..... 59

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ТА СИСТЕМИ

Шаповалов Є.Б., Шаповалов В.Б., Стрижак О.Є., Салюк А.І.

Використання онтологічних інструментів для систематизації та аналізу інформації щодо утилізації відходів шляхом метаногенезу..... 68

Дрозд І.П.

До проблеми управління ризиком в галузях атомної індустрії України.... 79

Радомська М.М., Рябчевський О.В., Вологжаніна В.В.,

Ковальська В.В.

Аналіз прогалін в оцінці впливів на навколишнє середовище проекту днозаглиблення на р. Південний Буг..... 92

ДО ВІДОМА АВТОРІВ..... 103

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ENVIRONMENTAL SAFETY

UDK 624.131

Yevheniy O. Yakovlev, D. S., Principal researcher

Olexij G. Rogozin, D. S. (Economics), Principal researcher
e-mail: olexarog@gmail.com

Institute of Telecommunication and Global Information Space of NASU, Kyiv, Ukraine

THE FACTORS AND POSSIBLE CONSEQUENCES OF REGIONAL CHANGES IN ENGINEERING AND GEOTECHNICAL STATUS OF LOESSES AND LOESSY-LOAMY SOILS OF UKRAINE

Abstract. *Over the recent decades in Ukraine regional activation of flooding of lands, accompanied by landslide formation and subsidence of surfaces take place. It is caused by interaction of a complex of natural and technogenic factors (global climate changes, groundwater afflux in areas of impact of reservoirs, flooding of numerous mines and quarries, etc.). On the territories of the most widespread in Ukraine loessy and loessy-loamy soils these phenomena become the most dangerous transformations of engineering and geotechnical state of the upper part of the geological environment. The researches carried out at the ITGIS have clarified that the specific engineering and geological properties of loessy soils (soaking, subsidence and thixotropy) are the main factors contributing to progressive reduction of engineering seismogeological stability of these soils. The cause of thixotropic dilution is the operation of various vibration mechanisms or closeness of the objects causing vibration (railways, etc.). Thixotropic dilution is mostly caused by vibrational destruction of non-waterproof aggregate structure of loessy soil. Destruction is also accompanied by vibrational movement of products of destruction into the pore space. After termination of vibration the aggregate structure is partially restored due to the formation of secondary aggregates. Today more than 50% of 460 cities and 885 urban-type settlements in Ukraine are located in the zone of subsiding loessy and loessy-loamy soils, up to 15% are affected by natural and technogenic karst formation, and in 9% (123) of the cases development of landslides was recorded. Natural and technogenic flooding of the territory was recorded in more than 40% (546) of cities and towns. Therefore, there are complex changes in the geotechnical conditions in majority of the industrial urban agglomerations of Ukraine and deterioration of ecological and geological parameters of life within them. The zoning by the regional geotechnical risk of flooding of cities and villages of Ukraine situated on loessy and loessy-loamy soils should be carried out on the basis of the combined effect of natural and technogenic factors. It is recommended to apply the additive model of influence on geotechnical*

© Ye.O. Yakovlev, O.G. Rogozin, 2018

risk. The mentioned risk is proposed to be quantified by indicators of the specific density of areas of flood and landslide development in both technogenic and natural conditions.

The property of water-saturated loessy soils to move to the quicksand state is mostly due to the structural features of these soils and to the laws of their transition to the rarefied state. The process of obtaining by loesses (in circumstances of long-term flooding) of fluid-thixotropic properties develops in the Southern region on irrigated lands and begins to spread to the other regions. It is necessary to continue scientific and production works to improve the methodological basis of an assessment of the impact of modern changes in levels and chemical composition of groundwater, negative technogenic effects on the subsoil, global climate change and other factors on formation of the geotechnical risk using modern technologies of GIS and Earth remote sensing, as well as to complement this basis with ecologic, economic and insurance assessments of the risk of life safety.

Keywords: regional changes; loesses; landslide formation; subsidence; thixotropic dilution

Є.О. Яковлєв, О.Г. Рогожин

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
м. Київ, Україна

ФАКТОРИ І МОЖЛИВІ НАСЛІДКИ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН ІНЖЕНЕРНО-ГЕОТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛЕСІВ ТА ЛЕСОВО-СУГЛИНИСТИХ ПОРІД УКРАЇНИ

Анотація. В останні десятиліття в Україні внаслідок взаємодії комплексу природних і техногенних чинників (глобальні зміни клімату, підпір ґрунтових вод в зонах впливу водосховищ, затоплення численних шахт та кар'єрів тощо) спостерігається регіональна активізація підтоплення земель, супроводжувана зсувоутворенням та просіданнями денної поверхні. На територіях розповсюдження найпоширеніших в Україні лесових та лесово-суглинистих порід саме ці явища набувають значення найбільш небезпечних трансформацій інженерно-геотехнічного стану верхньої частини геологічного середовища. Дані спостережень свідчать про тенденцію до активізації цього негативного природно-техногенного процесу в просторовому і часовому вимірах, до збільшення підтоплених та уражених зсувами площ, насамперед в межах міст та селищ. Виконані у ІТГП НАНУ дослідження дали змогу встановити, що провідними факторами, які сприяють прогресуючому зниженню інженерно-сейсмогеологічної стійкості лесових товщ, є специфічні інженерно-геологічні властивості цих порід, такі як розмокаємість, просадковість та тиксотропність.

Ключові слова: регіональні зміни; леси; зсувоутворення; просідання; тиксотропне розрідження

Вступ

В Україні зафіксовано розвиток понад 20 різних екзогенних геологічних процесів та явищ, п'ять видів яких є особливо небезпечними, що активно впливають на зміни інженерно-геологічних умов осадового чохла та його геотехнічні параметри у природних та техногенних умовах. З огляду на істотні відмінності структурно-геологічної будови території України (до 10 принципів)

відмінних інженерно-геологічних структур) та практично повсюдне збільшення техногенного навантаження на компоненти геологічного середовища (ГС), до провідних небезпечних екзогенних геологічних процесів (НЕГП), що мають просторове поширення та спричиняють найбільший ризик порушення стійкості будівель і споруд, слід віднести: гравітаційні схилі процеси (зсуви), підтоплення, карст, просідання лесових порід, осідання поверхні над гірничими виробками [1, 3, 4, 10]. Згідно з результатами режимних спостережень, які фіксують посилення взаємозв'язку між динамікою господарської діяльності та регіональним розвитком НЕГП, критерієм підвищеної геодинамічної активності території доцільно вважати одночасний прояв на ній декількох екзогенних геологічних процесів (їх парагенетичну асоціацію).

В останні десятиліття в Україні внаслідок взаємодії комплексу природних і техногенних чинників (глобальні зміни клімату, підпір ґрунтових вод в зонах впливу водосховищ, затоплення численних шахт та кар'єрів тощо) спостерігається регіональна активізація підтоплення земель, супроводжувана зсувоутворенням та просіданнями денної поверхні. На територіях розповсюдження найпоширеніших в Україні лесових та лесово-суглинистих порід (ЛСП) саме ці явища набувають значення найбільш небезпечних трансформацій інженерно-геотехнічного стану верхньої частини геологічного середовища (ГС). Дані спостережень свідчать про тенденцію до активізації цього негативного природно-техногенного процесу в просторовому і часовому вимірах, до збільшення підтоплених та уражених зсувами площ, в першу чергу в межах міст та селищ.

З технічної точки зору, термін «підтоплення» доцільно тлумачити як підвищення на окремих територіях рівнів підземних та ґрунтових вод і зволоження ними гірських порід та ґрунтів зони аерації, що призводить до ускладнення господарської та виробничої діяльності людей, погіршення умов їх проживання, а також до зміни фізичних та геотехнічних властивостей ґрунтів.

Розвиток підтоплення на регіональному та локальному рівнях в містах і селищах України має ресурсно-техногенний потенціал до подальшої активізації і збільшення площ прояву в майбутньому. З іншого боку, використання лесових порід та ЛСП як основи для інженерних споруд в останні десятиріччя різко збільшилось у зв'язку з розвитком промисловості та повсюдної урбанізації територій.

У межах промислово-міських агломерацій (ПМА) верхній шар геологічного розрізу зазвичай складений техногенними ґрунтами. Це переміщені і змінні людиною пухкі утворення та подрібнені скельні і напівскельні породи, різного роду будівельне сміття, господарсько-побутові й тверді відходи, що мають високу здатність до водонасичення та масштабних змін інженерно-геотехнічних параметрів (міцності на стискання, зчиплення, швидкості розмокання). В Україні нараховуються сотні міст та селищ міського типу, що потребують захисту від тих чи інших НЕГП, до того ж в багатьох містах одночасно розвиваються декілька їх видів. Так, за даними УкркомунНДПроекту, у 2002 р. до 550 міст та селищ зазнавали процесу постійного підтоплення ґрунтовими водами, в 144 спостерігалися активні зсувні зміщення, в 50 – просідання лесових ґрунтів під будівлями, а в 12 – осідання поверхні над гірничими виробками.

Підтоплення міст і селищ зафіксоване практично у всіх областях України та спостерігається в більшості міст і селищ міського типу, де іноді підтоплено до 30% і більше території. Поряд з іншими факторами, збільшення вологості та обводнення ґрунтів поблизу стрімких схилів (більше 8-10°) ярів та балок також призводить до активізації зсувних процесів.

Збільшення щільності забудови у містах та промислових міських агломераціях (ПМА) докорінно змінює умови існування лесів. Причому саме властивість лесових ґрунтів просідати під навантаженням при замочуванні визначає небезпечність умов будівництва на лесових і лесово-суглинистих ґрунтах.

У практиці будівництва та експлуатації різних споруд, які побудовані на лесових ґрунтах, в ряді міст України неодноразово мали місце просідання, оскільки ще однією специфічною властивістю лесів та ЛСП є здатність до просадковості (ущільнення) при додатковому зволоженні без збільшення геомеханічного навантаження. Розвиток просадковості лесів та ЛСП в регіональному масштабі пов'язаний з наступними фізико-механічними та водно-фізичними властивостями:

- високою пористістю (до 45–55%);
- фільтраційною анізотропією (перевищення вертикальної проникності над горизонтальною у 15–25 разів і більше);
- переважанням пилюватих часток над глинистою складовою.

Лесові та лесово-суглинисті породи переважають на більшій частині рівнинної території України (до 70% її площі). Потужність їхньої товщі становить 10–20 м, що обумовлює просадковість I та II типів, причому при потужності до 10 м переважає I тип просадковості. Це типи ґрунтових умов будівельних майданчиків, визначені у ДБН «В.1.1-5-2000, частина II, Будинки і споруди на просадкових ґрунтах» [1, 2, 4] залежно від параметрів реалізації просадковості: I тип – умови, за яких можливе просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження, але від власної ваги просідання або відсутнє, або не перевищує 5 см; II тип – умови, за яких, крім просідання від зовнішнього навантаження, можливе понад 5-сантиметрове просідання від власної ваги. Причому у геопросторовій структурі лесових порід та ЛСП спостерігаються наступні зональності:

- зростання потужності і повноти літологічного розрізу (кількості літологічних циклів), широтна зональність у південному напрямі;
- збільшення потужності товщі у річкових долинах від молодих терас до давніх;
- збільшення потужності товщі на вододілах у південному напрямі від 15–20 м (Придністров'я) до 30–35 м (Причорномор'я), 40–50 м (долина Дунаю).

У південному напрямі також збільшується розвиток підтоплення на регіональному рівні (табл. 1) та засоленості лесів і ЛСП. Зокрема, у Запорізькій і Дніпропетровській областях майже 80% господарських об'єктів розміщено на лесових породах із II типом ґрунтових умов за загрозою просідання будівель. Кількість будівель і споруд, що отримали численні деформації конструкцій, у цих областях перевищує 10 тисяч [1, 3, 10] (табл. 2).

В ареал поширення просадкових лесових порід потрапляють основні масиви зрошення та великі промислово-міські агломерації: Дніпровсько-Кам'янська, Запорізька, Херсонська, Миколаївська. За даними Е.Ф. Краєва [4],

найбільша потужність схильних до просідання лесових товщ становить у містах: Нікополь – 30 м, Запоріжжя – 20 м, Дніпро і Марганець – 15 м. Причому просідання від власної ваги при замочуванні сягає у Дніпрі 0,3–0,6 м, Нікополі – 1,0–1,4 м, Запоріжжі – 1,4–2,2 м.

Лесові ґрунти на територіях міст та промислових зон стають середовищем підземних споруд: підвальних приміщень, тунелів, приміщень іншого функціонального призначення. В залежності від об'єму простору, що займають такі споруди, режиму їх експлуатації, наявності сітки теплопроводу та електрозв'язку, підземні споруди змінюють у ґрунтах фізичні поля – температурне, електричне, електромагнітне.

Усе вищенаведене є переконливим аргументом на користь твердження про зростання актуальності проблеми наукового обґрунтування заходів з підвищення водно-екологічної безпеки територій міст і селищ України, особливо в межах площ розповсюдження лесів та ЛСП, чутливих до порушень водо-теплообміну. Оскільки збереження нормативної несучої спроможності лесів та ЛСП в умовах поширення порушень їх водо-теплообміну стає головним фактором стабілізації інженерно-геологічних умов та зниження ризику життєдіяльності населення на більшій частині території України.

Метою статті є удосконалення основних підходів до дослідження проблеми механізмів формування геотехнічного ризику в містах і селищах України внаслідок техногенної дестабілізації їх геологічного середовища в умовах розвитку процесів підтоплення, спричинених, зокрема, посиленням чинників глобальних змін клімату.

Розвиток процесів підтоплення в Україні

Загалом підвищення рівнів ґрунтових вод (РГВ) та формування ділянок підтоплення в межах міст та селищ пов'язано зі складним комплексом природних і техногенних режимоутворюючих чинників, які виникають у різноманітних умовах водообміну ґрунтового водоносного горизонту, що мають просторово-ймовірнісний характер впливу.

Виконаний у ІТГП НАН України комплексний аналіз матеріалів наукових та моніторингових підрозділів Державної служби геології та надр Мінприроди, ІГН НАН України, ДСНС та Держкомгідромету виявив принципово нову фазу регіонального розвитку процесу підтоплення лесових формацій, особливо в межах міст і селищ, за умов суцільного зниження природної дренажної здатності більшості річок внаслідок їх підпору, замулення значних ділянок русел та зростання техногенного живлення ґрунтових вод з наступним підвищенням їх рівнів.

В сучасних умовах посилюється прояв чинників глобальних змін клімату (ГЗК), зокрема таких як потепління, збільшення кількості та нерівномірності опадів, зростання висоти й частоти повеней і паводків, скорочення терміну існування шару промерзання ґрунтів. Ці чинники підсилюють процеси підтоплення і засолювання, стаючи провідним фактором зниження геомеханічної стійкості лесових товщ та збільшення їх уразливості до посилення інженерно-сейсмогеологічних впливів на природно-техногенні геосистеми (ПТГС) «техногенний об'єкт – верхня зона геологічного середовища» (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив факторів глобальних змін клімату на інженерно-геологічні умови лесів та лесово-суглинистих порід (ЛСП)

№№ п/п	Фактори впливу глобальних змін клімату	Зміни механічного та фізико-хімічного стану лесів та ЛСП	Рівень прояву змін інженерно-геологічного стану лесів та ЛСП	
			Регіональний	Міста та селища
1	Потепління	1. Зменшення часу і шару промерзання. 2. Збільшення інфільтраційного живлення та вологонасичення. 3. Погіршення геомеханічних параметрів.	Південні регіони України	1. Збільшення ділянок підтоплення та просадковості. 2. Активізація зсувоутворення та схилової ерозії.
2	Нерівномірні опади	1. Збільшення зволоження та соленакопичення у верхньому шарі. 2. Зменшення міцності та просадкоутворення.	Весь ареал регіонального розповсюдження лесів та ЛСП	3. Зростання кількості провальних деформацій.
3	Збільшення висоти та частоти повеней і паводків	1. Збільшення водонасичення прибережних ділянок. 2. Зменшення міцності у підніжжі схилів. 3. Розвиток процесів пучіння та зсувоутворення. 4. Ерозійне руйнування прибережних зон.	Придніпровський та Прикарпатський регіони	

Джерело: [1, 8, 11]

Головними наслідками комплексної довгострокової дії зазначених просторово розподілених чинників є наближення рівнів ґрунтових вод до поверхні і зменшення здатності водоненасичених порід до поглинання підвищених опадів, повеневих вод та утримання забруднень.

Обумовлено це здебільшого тим, що вже понад 20 років має місце стійке підтоплення великих частин річкових басейнів і навіть басейнів підземних вод в Причорномор'ї, Придніпров'ї, Донбасі, Прикарпатті тощо (табл. 2).

Таблиця 2 – Поширення підтоплення на території України (орієнтовно, станом на 2007 р.)

Назва адміністративної одиниці	Площа адміністративного утворення, тис. км ²	Площа підтоплення, тис. км ²	Кількість населених пунктів з проявами стійкого підтоплення, шт.
1	2	3	4
АР Крим	27,0	4,43	318
Вінницька	26,5	0,9	5
Волинська	20,2	12,9	11
Дніпропетровська	31,9	7,3	43
Донецька	26,5	3,04	15
Житомирська	29,9	20,13	45

Продовження таблиці 2

1	2	3	4
Закарпатська	12,8	3,02	-
Запорізька	27,2	3,2	248
Івано-Франківська	13,9	0,014	-
Київська	28,9	8,1	-
Кіровоградська	24,6	0,142	59
Луганська	26,7	0,164	89
Львівська	21,8	0,116	40
Миколаївська	24,6	17,767	496
Одеська	33,3	19,685	608
Полтавська	28,8	8,5	13
Рівненська	20,1	12,8	35
Сумська	23,8	0,474	-
Тернопільська	13,8	-	17
Харківська	31,4	3,02	-
Херсонська	28,5	11,297	269
Хмельницька	20,6	0,014	4
Черкаська	20,9	0,08	-
Чернівецька	8,1	0,4	23
Чернігівська	31,9	4,4	-
Україна загалом	603,7	121,73	2338

Джерело: [1, 3, 4, 8, 11]

Причому в ряді великих міст (Дніпро, Кам'янське, Кривий Ріг, Одеса, Київ тощо) у слабопроникних водонестійких лесах та ЛСП відбулося утворення техногенних «верхньоводних» водоносних горизонтів з підйомом рівнів на 15–35 м за останні 35–45 років.

У зв'язку з наявністю у ґрунтах і породах більшості промислово-міських агломерацій (ПМА) України природних і техногенних агресивних солей і сполук (гіпс, ангідрит, сірчано-азотнокислотні сполуки та інші) триває формування агресивних вод, які у 2–3 рази прискорюють руйнування залізобетонних фундаментів, водопровідно-каналізаційних мереж і інших споруд. Збільшення при цьому втрат води і тепла (до 35–45%) стимулює подальший розвиток і активізацію підтоплення, зсувів та просідань, граничним результатом чого стає повна геомеханічна деградація, перш за все, лесових та лесово-суглинистих порід через їх пливунні та тиксотропні перетворення [2, 6–8].

Вплив підтоплення на інженерно-геодинамічний стан лесів і лесово-суглинистих порід

У сучасних умовах посилення процесів підтоплення і засолення стає провідним фактором зниження геомеханічної стійкості лесових товщ та збільшення їх уразливості до збільшення інтенсивності інженерно-сейсмогеологічних впливів на природно-техногенні геосистеми «техногенний об'єкт – верхня зона геологічного середовища».

Виконані у ІТГП НАНУ дослідження [5, 8, 10] дали змогу встановити, що провідними факторами, які сприяють прогресуючому зниженню

інженерно-сейсмогеологічної стійкості лесових товщ, є специфічні інженерно-геологічні властивості цих порід, такі як: розмокаємість, просадковість та тиксотропність.

З іншого боку, саме чинники ГЗК та активізації техногенних перетворень водо-енергообміну у верхній зоні ГС в межах промислово-міських агломерацій, гірничо-видобувних районів, меліоративних систем, у зонах підпірного впливу водосховищ та ставків (разом це 35–40% території України) призводять до активної еволюції ключових геомеханічних, геотехнічних та фізико-хімічних параметрів товщ лесів та ЛСП на регіональному рівні у наступних напрямках:

- зростання зволоженості всього гіпсометричного профілю рельєфу (від заплав до вододілів);
- зниження міцності порід на стискання та вібростійкість;
- активізація процесів суфозії та спучування на схилах та у зонах тріщинно-тектонічного розуцільнення;
- зростання загроз тиксотропних перетворень в разі впливу природних (сейсмічних) і техногенних (вибухових, будівельних тощо) струшувань (гідрогеомеханічних деформацій);
- розвиток техногенних водоносних горизонтів (зокрема «верховодок») та збільшення агресивності порових розчинів (вміст легкорозчинних солей у них збільшується в південному напрямі від 0,8–1,2% до 4–6% в Причорномор'ї та Криму).

Механізм зміни інженерно-геологічних властивостей лесових порід в Україні

Оскільки лесові породи особливо чутливі до перезволоження, то, опинившись нижче рівня підземних вод, вони значно, часто цілком, змінюють свій специфічний вигляд, склад та властивості, стають менш карбонатними, більш щільними, зволуженими, глинистими, пластичними, тобто з часом практично втрачають здатність до просідання. При тривалому перебуванні лесових порід нижче рівнів підземних вод відбувається вилуговування гіпсу, легкорозчинних солей, що викликає зміну фізико-механічних властивостей цих ґрунтів, аж до повної втрати їх несучих властивостей, тому що легкорозчинні солі діють як коагулянти та сприяють зчепленню. Чим більший вміст солі, яка має більшу механічну міцність – тим більший опір зрушенню.

Монтморилонізація мінерального складу, що відбувається при підтопленні лесових ґрунтів, призводить до підвищення загальної гідروفільності і, як наслідок, до зниження активної пористості та водопроникності.

Зміна фізичного стану лесових ґрунтів при обводненні виявляється, перш за все, у підвищенні їх вологості, об'ємної маси та показників консистенції. Вологість лесових порід, які залягають нижче рівнів підземних вод, збільшується приблизно у 2 рази.

За численними даними, техногенне збільшення вологості лесових порід під спорудами коливається від 1–2 до 10–15%. При тривалому зволоженні лесових ґрунтів закономірно збільшуються показники водно-фізичних властивостей. Найбільш чутливо здатність лесових порід до техногенного зволоження відображує зростання показника межі текучості.

Причиною тиксотропного розрідження є експлуатація різних вібраційних механізмів або знаходження недалеко від об'єктів, що викликають вібрацію (залізниці тощо). Тиксотропне розрідження значною мірою обумовлене віброруйнуванням неводостійкої агрегатної структури лесового ґрунту, яке супроводжується вібропереміщенням продуктів руйнування в поровий простір. Після припинення вібрації агрегатна структура частково відновлюється за рахунок формування вторинних агрегатів.

Тобто властивість водонасичених лесових ґрунтів переходити в пливунний стан обумовлена, перш за все, структурними особливостями цих порід та тісно пов'язана із закономірностями переходу в розріджений стан в процесі розмокання.

Явища переходу лесових порід в пливунний стан спостерігаються на півдні України в каналах зрошувальних систем, де ґрунти, що опливають по стінках каналів, мають вологість вищу, ніж межа текучості. Зсуви в Дніпропетровську засвідчили, що процес набуття лесами (при довготривалому підтопленні) текучо-тиксотропних властивостей почав поширюватись і в інших регіонах, що потребує спеціального моніторингу [6, 9].

Зазначена ситуація призводить до того, що сучасний розвиток господарського комплексу України відбувається в умовах зростання техногенної дестабілізації інженерно-геологічних параметрів геологічного середовища, перш за все, лесового та лесово-суглинного породного комплексу. Наслідком цього є подальше збільшення кількості кризових явищ в техногенно-геологічних системах (ТГС) «техногенний об'єкт – геологічне середовище», активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів (НЕГП) практично у всіх інженерно-геологічних регіонах України.

Це особливо помітно в межах міст і селищ України, де між інженерними об'єктами і геологічним середовищем, що перебувають у постійному взаємозв'язку, спостерігаються значні зміни водо-енергообміну (тепло-водопереносу), головним наслідком чого і є активізація та розвиток НЕГП у масивах лесових товщ.

Сьогодні з 460 міст та 885 селищ міського типу в Україні понад 50% розташовані в зоні розповсюдження просадкових лесових і лесово-суглинних порід, до 15% зазнають впливу природного і техногенного карстоутворення, а в 9% (123) зафіксовано розвиток зсувних ділянок. Якщо взяти до уваги, що природно-техногенне підтоплення території зафіксовано в понад 40% (546) міст та селищ, то можна дійти висновку щодо комплексних змін геотехнічних умов у більшості ПМА України та погіршення еколого-геологічних параметрів життєдіяльності в їх межах.

Тенденцію до зростання геотехнічного ризику пошкодження і руйнування споруд в містах і селищах України внаслідок розвитку підтоплення їх території доцільно проілюструвати результатами розрахункової оцінки потенційної аварійності таких споруд за даними ДСНС України щодо кількості аварійних і ветхих житлових будинків у містах та селищах (табл. 3). Норматив припустимої аварійності – 10^{-5} 1/рік [2, 4, 7].

Таблиця 3 – Оцінка рівня технічного стану та потенційної аварійності житлового фонду у міській і сільській місцевостях України (за даними ДСНС на 01.01.2007 р.)

Регіон	Кількість житлових будинків, всього, тис. одиниць	Ветхі житлові будинки, одиниць	Аварійні житлові будинки, одиниць	Рівень потенційної загрози руйнації $n \cdot 10^{-5}$
АР Крим	332,69	937	161	350
Вінницька	569,43	3018	878	685
Волинська	232,37	1299	229	665
Дніпропетровська	608,02	1740	258	330
Донецька	849,50	4946	1617	764
Житомирська	380,47	2870	515	895
Закарпатська	303,01	911	237	380
Запорізька	351,67	827	232	328
Івано-Франківська	340,77	972	347	383
Київська	525,56	2614	451	585
Кіровоградська	318,77	149	19	53
Луганська	518,39	1793	231	388
Львівська	453,59	1336	430	390
Миколаївська	269,96	1456	623	780
Одеська	481,42	4258	1314	1150
Полтавська	422,61	1389	210	380
Рівненська	261,67	1414	235	635
Сумська	330,84	1836	270	638
Тернопільська	285,86	897	490	485
Харківська	495,53	4177	547	970
Херсонська	285,76	1011	323	475
Хмельницька	380,42	1566	309	494
Черкаська	429,24	2728	590	750
Чернівецька	246,17	977	286	509
Чернігівська	393,51	836	100	238
м. Київ	33,68	356	6	109
м. Севастополь	30,10	86	54	470
Всього по Україні	10313,0	46449 (0,46%)	10962 (0,1%)	557 (середнє)

Джерело: [3, 11]

Геотехнічний ризик розвитку підтоплення лесових порід для споруд

Аналіз територіальної кореляції поширення лесово-породного комплексу міст та селищ та регіонального підтоплення в Україні дає змогу припустити високу ймовірність подальшого погіршення інженерно-геотехнічного стану житлових і промислових об'єктів, зниження їх інженерно-сейсмогеологічної стійкості та зростання небезпеки критичних деформацій та аварійного руйнування їхніх конструкцій (в містах Одеса, Дніпро, Херсон, Київ та інших).

Тобто реальне функціонування більшості будівельних об'єктів в містах і селищах на лесово-породному підґрунті сьогодні відбувається в умовах найбільш активних в Україні змін інженерно-геологічних та інженерно-

сейсмогеологічних параметрів ГС, що закономірно сприяє зростанню загального геотехнічного ризику на цих територіях за великої кількості об'єктів у аварійному та ветхому стані [3, 8, 10].

У зв'язку з великою різноманітністю інженерно-геологічних умов та динаміки розвитку НЕГП, залежних від розповсюдження лесів та ЛСП в різних географічних регіонах України та зростаючого впливу глобальних змін клімату на тепло-вологонеріс у лесових товщах й на їх геомеханічну стійкість, існує значна диференціація структури геотехнічного ризику. Так, відсоток аварійних і ветхих будівель у містах і селищах змінюється від 0,2–0,3% (АР Крим, Чернігівська обл.) до 1,0–1,2% (Київ, Одеська, Харківська обл.), перевищуючи рівень аварійної загрози для ЄС на 2–3 десятинні порядки.

За результатами виконаних розрахунків виявлено переважний зв'язок геотехнічного ризику руйнування об'єктів міст і селищ, розміщених в межах ареалів поширення лесово-суглинистого породного комплексу, із двома визначальними групами інженерно-геологічних і гідрогеологічних процесів:

- природне (фонове) надмірне зволоження верхньої зони інженерно-геологічного розрізу з формуванням техногенних водоносних горизонтів;
- активізація зсувів на схилісх ділянках.

У зв'язку з цим, для опосередкованого відображення на регіональному рівні співвідношення інженерно-геологічних небезпек комплексного впливу процесів підтоплення та зсувоутворення в лесово-породному масиві міст та селищ здійснено порівняння щільності їх розвитку з фоновими значеннями щільності на прилеглих територіях (рис. 1, 2).

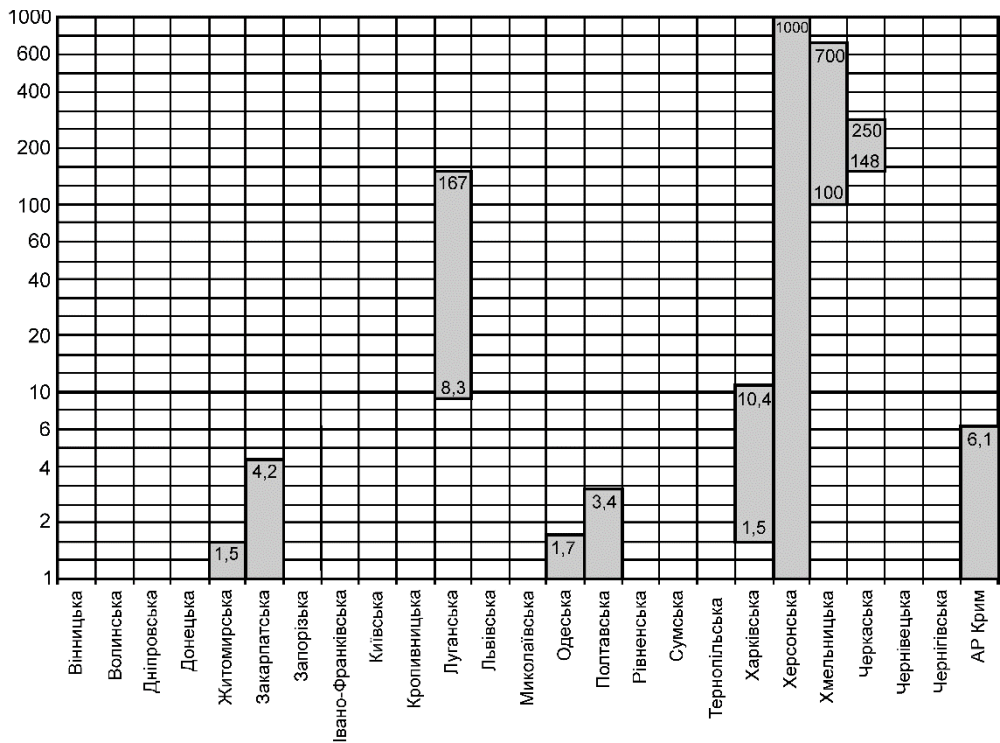


Рис. 1 – Рівень техногенного збільшення площ підтоплення міст та селищ України відносно фонових значень (станом на 2012 р., логарифмічна шкала)

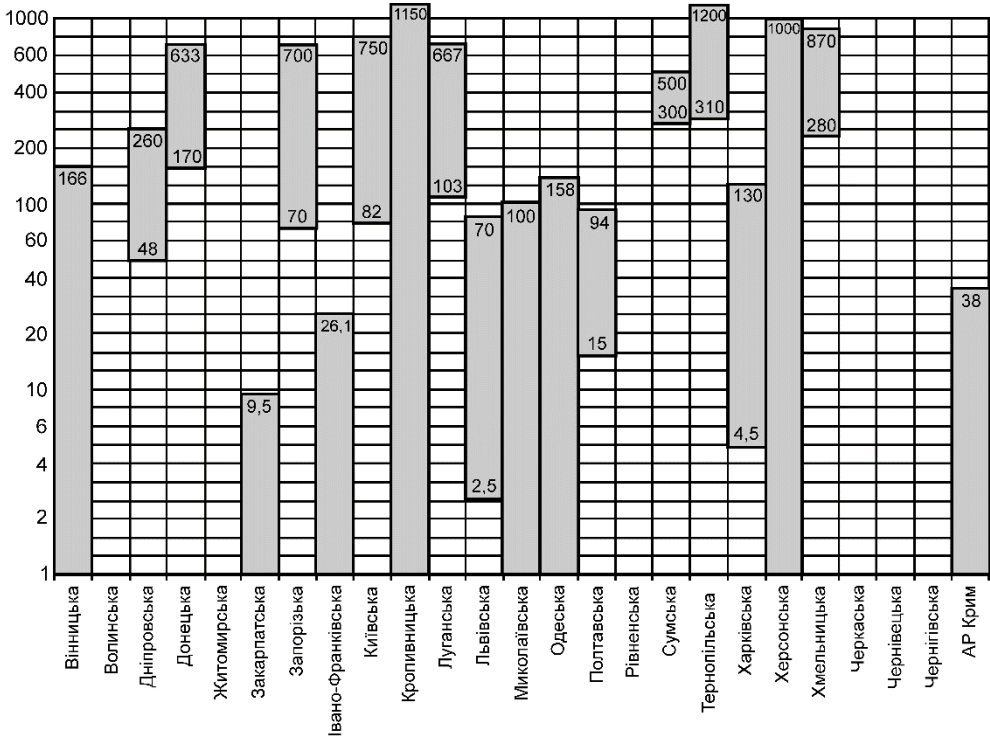


Рис. 2 – Рівень техногенного збільшення щільності зсувів у містах і селищах України відносно фонових значень (станом на 2012 р.)

Правомірність такого підходу обумовлена тим, що спостерігається:

- по-перше, еколого-геологічна еквівалентність (однотипність) впливу будівельних об'єктів міст та селищ на природні та техногенні зміни ГС (зміни тепло-вологопереносу, несучої здатності порід, техногенного навантаження тощо);

- по-друге, інженерно-геологічна еквівалентність провідних процесів, які відбуваються в ГС міст та селищ у зоні формування ТГС «будівельний об'єкт – ГС» (фільтрація, зміна приземного шару повітря, порушення профілю схилів та інше) в межах ПМА.

Розміщення промислово-міських агломерацій (ПМА) в різних інженерно-геологічних умовах лесово-породного комплексу та різноманітність в їх межах ТГС «техногенний об'єкт – ГС» створює передумови для стійкого ускладнення інженерно-геологічних та геотехнічних умов в процесі штатної експлуатації інженерних споруд, особливо в аварійних ситуаціях. Причому геотехнічний ризик регіонального рівня залежатиме від просторової щільності: техногенних об'єктів, ділянок розвитку підтоплення і зсувів, а також від здатності до активізації цих процесів в умовах зміни кліматичних параметрів й похідних змін в гідросфері та ландшафтах [4–6].

Необхідно також враховувати статистичний ефект, що в разі високого ступеня ураженості якимсь НЕГП (зсуви, підтоплення) на регіональному рівні, знижується загроза подальшої активізації цих процесів на об'єктовому рівні. І навпаки, за невисокої регіональної ураженості НЕГП виникає високий ризик подальшої техногенної активізації зсувів, підтоплення та інших небезпечних процесів на об'єктовому рівні. Крім того, високий рівень прояву підтоплення

супроводжується значним ризиком активізації саме зсувних процесів в межах міст і селищ.

Виконані регіональні оцінки рівня геотехнічного ризику територій міст та селищ, розташованих на лесах та ЛСП, мають певну просторово-часову обмеженість. Незважаючи на це, вони дають змогу вперше оцінити рівень техногенної активізації процесів підтоплення та зсувоутворення та їх комплексний вплив на техногенні перетворення інженерно-геологічного та еколого-геологічного стану ГС міст та селищ України, особливо в межах поширення лесовопородного комплексу.

Вплив підтоплення лесових порід на приріст інтенсивності сейсмічного струшування

Потужне техногенне навантаження на геосистеми призводить до стійких змін інженерно-сейсмогеологічних умов внаслідок розвитку підтоплення, карсту, активізації зсувів. Це обумовлює необхідність уточнення інтенсивності сейсмічного струшування з урахуванням його збільшення за умов наближення рівнів ґрунтових вод до фундаменту споруд або підтоплення порід підґрунтя. Тобто в результаті потужного техногенезу на більшій частині території України потрібно враховувати приріст сили сейсмічного струшування на 1–2 бали залежно від комплексу негативних чинників. Навіть у слабосейсмічних районах відзначається збільшення струшуваності під впливом техногенного навантаження, що порушує природні умови формування екзогенних геологічних процесів та інженерно-геомеханічний стан ґрунтів в основах споруд. Великі гідротехнічні споруди, особливо водосховища біля ГЕС, ТЕЦ, АЕС, із свого боку можуть спричинити локальні тектонічні рухи земної кори [1, 6, 9].

Для перезвожених ділянок Є.О. Яковлевим [5, 6] шляхом застосування методу інженерно-геологічних аналогій було запропоноване доповнення до параметрів приросту сили сейсмічного струшування у вигляді розрахункового часу існування підвищеного порового тиску після проходження транзитної (регіональної або локальної) сейсмічної хвилі. Існуюча залежність приросту сейсмічності (ΔI , балів; згідно з ЗСР-2004) від зонального значення глибини рівня ґрунтових вод має наступну структуру:

$$\Delta I = \alpha \cdot e^{-0,04h^2}, \quad (1)$$

де: h – глибина рівня ґрунтових вод (РГВ), м;
 α – коефіцієнт, величина якого залежить від літологічного складу (проникності та компресійних властивостей) верхньої зони РГВ.

Для перезвожених (підтоплених) ділянок у водочутливих, слабопроникних та просадкових лесових та лесово-суглинистих ґрунтах $\alpha = 1,0$, через що залежність набуває вигляду:

$$\Delta I = 1,0 \cdot e^{-0,04^2}. \quad (2)$$

Для таких ґрунтів в інтервалі глибин РГВ 5÷1 м $\Delta I \approx 0,3\div 1$ бал, тобто приріст сейсмічності має суттєві значення, рис. 3:

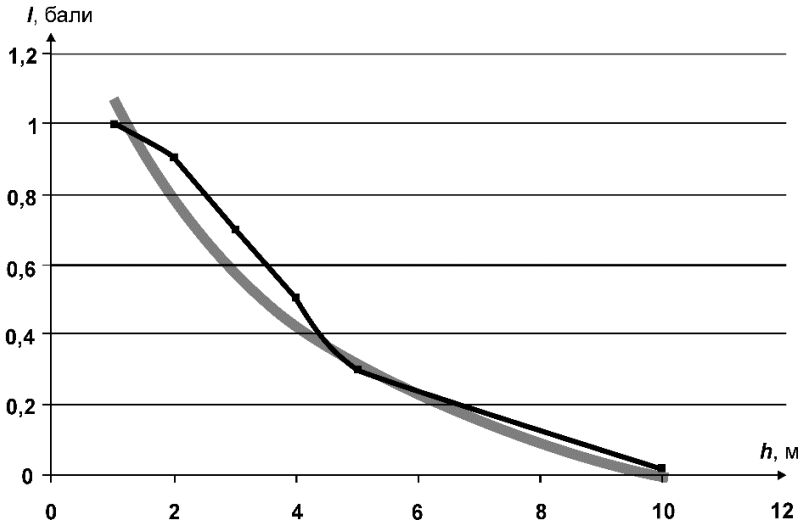


Рис. 3 – Емпірична залежність приросту сейсмічності ΔI від глибини h рівня ґрунтових вод

h , м	1	2	3	4	5	10
ΔI , бал	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,02

Водночас аналіз результатів досліджень регіональних змін геосистем у більшості регіонів України свідчить про великі неоднорідності їх ґрунтових умов (інженерно-геологічних, гідрогеологічних, ландшафтно-геохімічних тощо). Верхня частина геологічного розрізу більшої частини території, охопленої нашим дослідженням, складена товщею пухких осадових, переважно лесових та лесово-суглинистих просадкових порід, які в сучасних умовах відзначаються активними змінами водно-фізичних та фізико-механічних властивостей. Причому для типових (фонових непорушених) ділянок розрахункові прирости сейсмічної інтенсивності дорівнюють $\Delta I = 0$ балів (приріст щодо зональної сейсмічності згідно з ЗСР-2004). Винятком є підтоплені ділянки лесових слабопроникних породних масивів з уповільненим зниженням гідрогеодеформаційних напружень за умов проходження сейсмічної хвилі. Для них нами обґрунтована емпірична залежність часу існування напружено-деформованого стану водонасичених порід підґрунтя (тривалості підвищеного порового тиску $t_{пор}$) при проходженні сейсмопоштовху (швидкість 1,0–1,5 км/сек). Значно більший час існування підвищеного порового тиску порівняно з часом проходження сейсмопоштовху (частка секунди) формує небезпеку виникнення додаткових гідрогеомеханічних напруг при афтершоках, внаслідок чого можливе локальне розрідження порід підґрунтя і розвиток критичних деформацій інженерних споруд. Час існування первинного підвищення порового тиску в підґрунті з урахуванням геометрії фундаменту в цілому оцінюється за наступною залежністю [1, 3, 4, 8]:

$$t_{пор} \approx 0,2 b^2 / a_p, \quad (3)$$

де: b – мінімальний розмір фундаменту в плані, м;
 a_p – коефіцієнт рівнепроводності водонасичених порід підґрунтя.

$$a_p = k h / \mu; \tag{4}$$

де: k – коефіцієнт фільтрації порід підгрунтя, м/добу;

h – товщина шару ґрунтових вод, м;

μ – коефіцієнт водовіддачі (пористість) порід ґрунтового горизонту.

Для супісчано-суглинистих різностей t_{nop} становить 1–10 діб.

Зазначені обставини знайшли певне відображення у ДБН В.1.1.-12:2006.

У них визнано факт збільшення / зменшення сейсмічності майданчика понад зональне значення залежно від категорії ґрунтів та їх водонасиченості (табл. 4).

Таблиця 4 – Сейсмічність майданчика будівництва в залежності від категорії ґрунтів

Категорія ґрунту за сейсмічними властивостями	ґрунти	Сейсмічність майданчика будівництва при сейсмічності району, бали			
		6	7	8	9
I	Скельні ґрунти усіх видів невивітрілі та слабовивітрілі, крупноуламкові ґрунти щільні та маловологі з магматичних порід, які містять до 30% піщано-глинистого заповнювача	5	6	7	8
II	Скельні ґрунти вивітрілі та сильновивітрілі; крупноуламкові ґрунти крім віднесених до I категорії; піски гравелісті, крупні та середньої крупності, щільні та середньої щільності, маловологі і вологі; піски дрібні та пилюваті, щільні та середньої щільності маловологі; пилювато-глинисті ґрунти від твердих до тугопластичних ($I_L \leq 0,5$) при коефіцієнті пористості $e < 0,9$ для глин і суглинків і $e < 0,7$ для супісків	6	7	8	9
III	Піски крихкотілі незалежно від крупності та вологості; піски гравелісті, крупні та середньої крупності, щільні та середньої щільності водонасичені; дрібні і пилюваті піски щільні та середньої щільності вологі та водонасичені; пилювато-глинисті ґрунти з показником текучості $I_L > 0,5$; пилювато-глинисті ґрунти з показником текучості $I_L \leq 0,5$ при коефіцієнті пористості $e \geq 0,9$ для глин і суглинків і $e \geq 0,7$ для супісків	7	8	9	10
IV	Піски крихкотілі водонасичені, схильні до розрідження; насипні ґрунти; пливуні, біогенні ґрунти і мули	За результатами спеціальних досліджень			

Джерело: [2, 7, 8]

Однак у цих будівельних нормах не врахована специфічна для лесових порід часова складова t приросту сейсмічного ризику, обумовлена уповільненим зниженням «стрибка» порового тиску після проходження сейсмічної хвилі у слабопроникних лесових формаціях. Виконані з урахуванням даних сейсмічного мікрорайонування оцінки гідрогеофільтраційної реакції підгрунтя будівель на потенційні сейсмічні

впливи та пов'язані з цим зміни інженерно-геологічних умов вказують на небезпеку довготривалого утримання підйомів порового тиску. Небезпечними наслідками цього може бути порушення гідрогеомеханічної рівноваги системи «мінеральний скелет – порова вода» та її перехід у пливунний або тиксотропний стан з розвитком руйнувань.

За розрахунковою схемою, що обґрунтована у [5], тривалість часу t зниження порового тиску в слабопроникних породах $P_{пор}$ з урахуванням мінімального розміру будівлі $S_{min} \approx 80$ м орієнтовано має наступну величину:

$$t \approx \frac{S^2}{2,25a}, \quad (5)$$

де a – рівнепровідність слабопроникних стиснутих порід в підґрунті будівлі; орієнтовно:

$$a = \frac{kh}{\mu}, \quad (6)$$

де: k – коефіцієнт фільтрації слабопроникних порід (суглинків, лесів, піщано-глинистих прошарків), $k \approx 1,0$ м/добу,

h – товщина шару ґрунтового горизонту за умови контакту його рівнів з днищем фундаменту, $h \approx 20$ м,

μ – коефіцієнт водовіддачі, $\mu \approx 0,1$.

Згідно з наведеними попередніми оцінками:

$$t \approx \frac{80^2 \cdot 10^{-1}}{2,25 \cdot 1,0 \cdot 20} \approx 14 \text{ діб} \quad (7)$$

У загальному випадку повільне зменшення порового тиску після сейсмічного впливу на лесові породи може бути *критичним фактором реакції на афтершоки* (природного і техногенного походження), що призводитиме до зниження стійкості споруд внаслідок додаткового розущільнення лесових порід підґрунтя (аж до пливунотворення).

Висновки

1. Просадковість лесово-суглинчастих порід на території України (понад 65% її площі), які сформувалися в умовах низької зволоженості, а також деформації цих порід в підґрунті споруд є *реакцією верхньої зони геологічного середовища на природні і техногенні зміни волого-теплопереносу* порівняно з умовами його формування.

2. Більша частина лесово-породного чохла, що відзначається здатністю до збільшення інтенсивності струшувань підґрунтя будівель і схилів, розміщена в Причорноморському і Придніпровському регіонах. В межах цих регіонів також розташована переважна частина потенційно небезпечних об'єктів, блоків АЕС, гірничо-видобувних районів.

3. До відносно нових чинників погіршення інженерно-геологічних умов лесово-породного масиву належить *активізація суфозійного процесу* («лесового карсту») в умовах впливу чинників глобальних змін клімату та техногенних змін волого-теплопереносу на формування підвищеної проникності ґрунтів. Особливо на схилових ділянках яружно-балкових форм та в зонах впливу тектонічних порушень.

4. Спостерігається регіональне зменшення товщини шару з непорушеними параметрами волого-теплопереносу, фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей лесово-породного масиву.

5. Відбувається *зменшення розвантаження ґрунтового потоку* в межах площ поширення лесово-суглинних порід внаслідок зарегулювання річкової мережі (до 65–75% її довжини), замулення річкових русел (регіональних дрен) та скорочення терміну промерзання ґрунтів.

6. Вплив змін літолого-фаціального складу геологічного розрізу лесово-породного масиву обумовлює *різномасштабність проявів просадковості*, що суттєво ускладнює інженерно-геологічні та інженерно-сейсмогеологічні умови будівництва й експлуатації житлових і промислових споруд.

7. Специфіка формування геотехнічного ризику в межах міст і селищ характеризується практично *незворотним характером змін гідрогеологічних та інженерно-геологічних параметрів* системи «техногенний об'єкт – геологічне середовище», що відбуваються у лесово-породному масиві. Причому розташування міст і селищ в різних умовах поширення лесово-породного комплексу обумовлює складну структуру формування геотехнічного ризику та еколого-геологічних умов життєдіяльності (через вплив великої кількості детермінованих та імовірнісних природних і техногенних факторів).

8. Районування за рівнем регіонального геотехнічного ризику підтоплення міст і селищ України, розташованих на лесах та ЛСП, доцільно здійснювати на основі врахування сукупного впливу природних і техногенних чинників, виходячи з припущення про адитивну модель такого впливу на геотехнічний ризик. Зазначений ризик пропонується кількісно оцінити показниками питомої щільності площ розвитку підтоплення та зсувоутворення в техногенних умовах (міст і селищ) із такою в природних (слабопорушених) умовах.

9. Властивість водонасичених лесових ґрунтів переходити в пливунний стан обумовлена, перш за все, структурними особливостями цих порід та закономірностями їх переходу в розріджений стан. Процес набуття лесами (в умовах довготривалого підтоплення) текучо-тиксотропних властивостей розвивається в Південному регіоні на зрошуваних землях і почав поширюватись в інших регіонах.

10. На жаль, наявний обсяг інформації про інженерно-геологічний стан територій міст і селищ в ареалах розвитку лесів і ЛСП (зокрема, про процеси підтоплення і зсувоутворення), а також існуючі методи її обробки недостатні для більш докладної оцінки впливу комплексу сучасних змін режиму рівнів та хімічного складу підземних вод, техногенних порушень надр, глобальних змін клімату та інших чинників на формування геотехнічного ризику. Необхідно продовжити науково-виробничі роботи з удосконалення методичної основи такої оцінки на основі застосування сучасних технологій ГІС і ДЗЗ, а також доповнення її еколого-економічними та страховими оцінками ризику безпеки життєдіяльності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коржнев М.М. (ред.), Рудько Г.І., Яковлев Є.О. Екологічна геологія. / М.М. Коржнев, Г.І. Рудько, Є.О. Яковлев. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2005. – 263 с.
2. ДБН «В.1.1-5-2000, частина II, Будинки і споруди на просадкових ґрунтах» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.innovation-group.com.ua/sprav/cd5/1_4.php
3. Яковлев Є.О. Аналіз впливу сучасного стану водопровідно-каналізаційних і теплоенергетичних мереж міст і селищ України на їх інженерно-геологічну, геотехнічну та соціально-економічну безпеку / Є.О. Яковлев // Світ геотехніки. 2007, №1. – С. 4–12.
4. Калюх Ю.И., Жуковский Ю.Г., Рыжий М.Н. Методы расчета оползневой опасности в сейсмических районах. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Будівництво в сейсмічних районах України. Київ, НДІ БК, 2004, С. 386–392.
5. Краев В.Ф. Инженерно-геологическая характеристика пород лессовой формации Украины / В.Ф. Краев. Киев, «Наукова думка», 1971. – 264 с.
6. Визначення загроз та заходів протидії економічним і соціальним наслідкам крупномасштабних аварій на об'єктах підвищеної хімічної та вибухо-пожежної небезпеки в умовах зростання техногенних ризиків. Звіт про НДР. ІТГП НАН України. Київ, 2015 (№ держреєстрації 0112U007537).
7. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2006. – [Чинний від 2007-01-02]. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2006. – 84 с. – (Національні стандарти України).
8. Yakovlev Ye.A. The geological aspects of environmental systems monitoring the geological medium of Ukraine. UNESCO, Regional Office for Science and Technology for Europe. Technical Report 21, 1995, P. 184–191.
9. Рогожин О.Г., Яковлев Є.О. Потенційний приріст сейсмічності в Україні як фактор зростання ризику життєдіяльності від аварій на хіміко-небезпечних ПНО / О.Г. Рогожин, Є.О. Яковлев // Екологічна безпека та природокористування. 2015, №1. – С. 15–27.
10. Трофимов В.Т., Королев В.А. (ред.). Инженерная геология массивов лессовых пород / В.Т. Трофимов, В.А. Королев. – М.: МГУ, 2004. – 139 с.
11. Трофимчук О.М., Яковлев Є.О., Загорчевна Н.Б., Госк Е. Регіональне підтоплення міст та селищ України як фактор її національної безпеки / О.М. Трофимчук, Є.О. Яковлев, Н.Б. Загорчевна, Е. Госк // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2003, №6. – С. 7–14.

Стаття надійшла до редакції 22.06.2018

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Rudko, G. I., & Yakovlev, Ye. O. (2005). *Ecological geology* (M. M. Korzhnev, Ed.). Kyiv: Kyiv University (in Ukrainian).
2. DBN "B.1.1-5-2000, part II, Buildings and structures on the subsidence soils". (2000). Retrieved from: http://www.innovation-group.com.ua/sprav/cd5/1_4.php (in Ukrainian).
3. Yakovlev, Ye. (2007). Analiz vplyvu suchasnogo stanu vodoprovodno-kanalizacijnyh i teploenergetychnyh merezh mist i selyshh Ukrainy na ih inzhenerno-geologichnu, geotekhnichnu ta social'no-ekonomichnu bezpeku. *Svit Geotekhniki*, (1), 4-12 (in Ukrainian).
4. Kaliukh, I. I., Zhukovskij, J. G., & Ryzhij, M. M. (2004). Metody rascheta opolznevoj opasnosti v sejsmicheskikh rajonah. *Budivnictvo v sejsmichnih rajonah Ukraini*. 386-392 (in Russian).
5. Kraev, V. F. (1971). *Engineering and geological characteristics of loess rocks of Ukraine*. Kyiv: Naukova dumka (in Russian).

6. ITGIP NANU. (2015). *Vyznachennja zagroz ta zahodiv protydii' ekonomichnym i social'nym naslidkam krupnomasshtabnyh avarij na ob'jektiv pidvyshhenoi' himichnoi' ta vybuho-pozhezhnoi' nebezpeky v umovah zrostantnja tehnogennyh ryzykiv. [Zvit pro NDR]. Kyiv (in Ukrainian).*
7. DBN "B.1.1-12:2006 Construction in seismic areas of Ukraine" (2006). Kyiv: Ukrbudarchinform (in Ukrainian).
8. Yakovlev, Ye. A. (1995). *The geological aspects of enviromental systems monitoring the geological medium of Ukraine* (pp. 184-191). UNESCO, Regional Office for Science and Technology for Europe.
9. Rogozin, O. G., & Yakovlev, Y. O. (2015). Potential increase of seismicity in Ukraine as a factor of growth of personal and social safety risk from accidents on chemically dangerous objects. *Environmental Safety And Natural Resources*, 17(1), 15-27 (in Ukrainian).
10. Trofimov, V. T., & Korolev, V. A. (2004). *Engineering geology of loess-rock massifs*. Moscow: Moscow State University (in Russian).
11. Trofymchuk, O. M., Yakovlev, Ye.O., Zakorchevna, N. B., & Gosk, E. (2003). Regional'ne pidtoplennja mist ta selyshh Ukrai'ny jak faktor i'i' nacional'noi' bezpeky. *Ekologija dovkillja ta bezpeka zhyttjedijal'nosti*, 6, 7-14 (in Ukrainian).

Text of the article was accepted by Editorial Team 22.06.2018

Яковлев Євген Олександрович

доктор технічних наук, головний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Адреса робоча: 03186 Україна, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13

Рогожин Олексій Георгійович

доктор економічних наук, головний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Адреса робоча: 03186 Україна, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13

e-mail: olexarog@gmail.com

UDC 504.453

Lesya O. Vasilenko, PhD, Associate Professor of the Department of Occupational Safety and Environment

ORCID ID 0000-0003-0450-8330 *e-mail: lesya.kiev@ukr.net*

Olena G. Zhukova, PhD, Associate Professor of the Department of Occupational Safety and Environment

ORCID ID 0000-0003-0662-9996 *e-mail: elenazykova21@gmail.com*

Angelina A. Kokitko, student

ORCID ID 0000-0002-4225-1268

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ESTIMATION AND FORECAST OF CHANGES IN THE HYDROCHEMICAL STATUS OF THE TISZA RIVER

***Abstract.** The engineer-ecological indexes and their parameters are used at the ecological estimation of the status of hydroecosystems (HE) of the Tisza water basin. The system-basin approach of research of the water basin based on the systematization and processing of environmental monitoring data for the long-term period was used. Such period allowed to set scientific conformities of the development of naturally-anthropogenic hydroecosystems in the conditions of constant technogenic load on them.*

***Keywords:** water system; biotic communication; hydroecosystem*

Introduction

On the modern stage of development of industry and national economy the problem of rational nature management becomes extraordinarily actual. Foremost it is related to constantly growing anthropogenic influence of man on an environment. As known, the rivers are most sources of fresh waters for an economy and industry, at the same time, by points for the upcast of industrial wastes and effluents, that results not only in quality but also quantitative exhaustion. Therefore the decision of problem of maintenance and proceeding in the self-potential of water basins becomes especially actual and ecological.

The Tisza river is the most inflow of Danube, the area of water mirror of that presents 157 186 kilometres². Length of the Tisza river makes a 966 km. Basic part of Tisza flow is formed on territory four held: to Romania – 51%, Ukraine – 25,6%, Hungary – 10%, Slovakia – 13,4% [1, 2].

Ukrainian part of the Tisza basin the belongs both to Overhead Tisza and Middle Tisza. The basin of the Tisza river is the basic source of water-supply of the Zakarpattia area. The total resources of superficial flow in a medieval year make 13300 million m³, in shallow is 7290 million m³. Except waters Tisza, 9 storage basins (a general capacity is 59,3 million m³), 286 ponds (a general capacity is 10,056 million m³) and 32 lakes among that most is, enter to them. Synevyr by volume of 1,75 million m³ [3].

The level of water consumption of area is insignificant. In 2016 all from natural sources 42,67 million m³ of water is taken away, among them 43 surface-water and

57 underground. On territory to the area water-intensive productions that need the far of water are absent [4]. The prognosis resources of underwaters of drinkable quality make 399 million m³/year, and the level of ratified presents 124 million m³/year. By the state on 2016 used all only about 18,85 million m³/year, id est, an area has considerable potential for development of drinkable water-supply. Relative part of collection of waters Tisza presented on fig. 1.

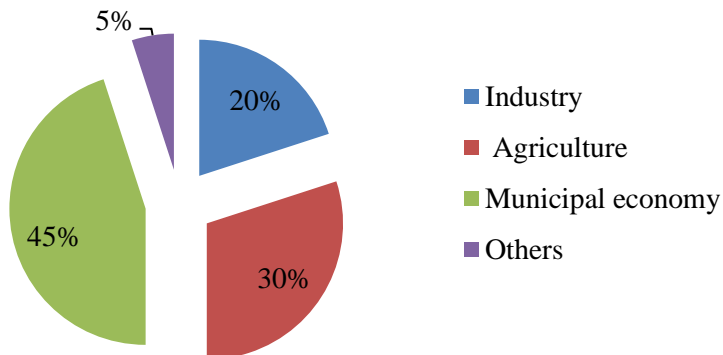


Fig. 1 – The structure of water use of the Tisza river

For period 1990–2016 tendency to considerable reduction of volumes to the water intake of water that takes place mainly due to reduction of the use on to trade and agricultural necessities was observed.

Main part

Prognosis of water consumption of waters Tisza is determined by the rates of economic and public development. According to calculations of scientists 2031 to amount of population in the district of water basin of the Tisza will increase more than in 5 times, as a result the increase of closeness of population will take place from 97,5 to 102,2 persons/of km². The calculation water consumption of area can be fully provided due to local water resources, for what the conducted measures must be from maintenance and proceeding in present water resources. In obedience to calculations the structure of fence lead will have such kind – fig. 2.

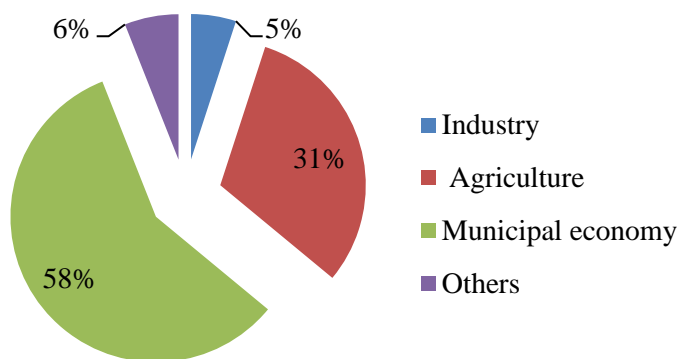


Fig. 2 – The prognosis of structure of water use of the Tisza river

Contaminants come to the Tisza basin through the natural and anthropogenic sources of contamination. Basic sources of contamination of surface-water of river of Yew basin organic substances: communal sewer water; industry; agriculture [5].

In the picture 3 the diagram of distribution of volume of effluents between industries is presented.

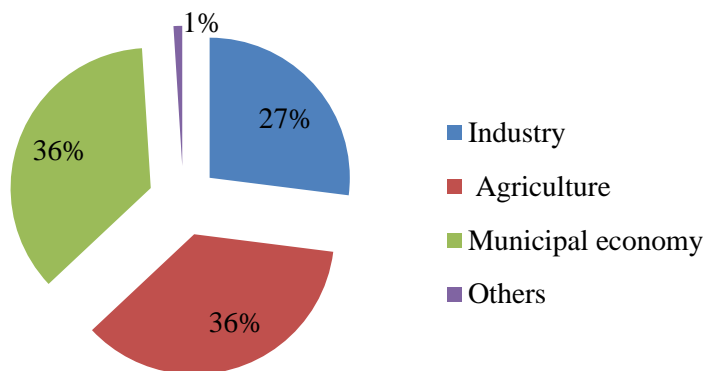


Fig. 3 – A diagram of distribution of volume of effluents is between industries in 2016 year

For the last two decades, a political and economic situation caused changes in industrial activity that comes true in Zakarpattia. From data of the state statistical accounting about the use of waters, common amount of water users that carry out the upcast of effluents in the superficial water objects of the Tisza basin in 2016 made 106 subjects, in next sectors: industry is 35 subjects, including electroenergy – 2; standard – 1; chemical and petrochemical – 1; machine-building and metal-working – 4; woodworking – 5; forest-chemical – 1; building – 5; light industry – 1; food industry – 15; agriculture – 8; forestry – 1; transport – 3; building – 1; trade – 2; logistical support – 3; housing and communal services – 53 [6].

Contamination organic substances from the effluents of industry is insignificant. All in 2016 year by them it was downfaulted: organic substances – 0.01 thousand tons (according to the Biochemical Oxygen Consumption_{full}), 0.017 thousand tons (for Chemical consumption of oxygen_{Cr}).

The estimations of quality of water carried out from data of monitoring 2013–2016. The Primary purpose of research is an estimation ecological state of the Tisza river on physical and chemical indexes, exposure of basic sources of anthropogenic influence and determination of directions of improvement of the state of water object.

For calculations the base of statistical data of the ecological monitoring was created. All in a database contained information about more than a 200 water meters for hydrochemical descriptions.

In the tests of waters content is certain for to the indexes: pH, Biochemical Oxygen Consumption₅, self-weighted substances, taste, iron a common, potassium, calcium, magnesium, manganese, copper, natrium, oil products, Chemical consumption of oxygen, cut-in oxygen, surface active substances, sulfates, phenols, phosphates, chrome(VI), percent of oxygenating, hydrocarbonates, resins and pyrobitumens, nitrogen ammoniacal, nitrogen a nitrite, nitrogen nitrate, silicon, zinc, pesticides α -Hexachloran, pesticides γ -Hexachloran, pesticides of p,

p'-dichlorethylene, pesticides of p, p'-dichlorodiphenyl trichloromethylmethane, pesticides of p, p'-dichlorodiphenyl dichloroethane, and also coloured, smell, expense of water of the river, speed of flow, temperature of water.

Analyzing results on the whole, it should be noted that content of such substances as oil products, ions of copper and zinc, surface-active substances, nitrogen ammoniacal, nitrogen a nitrite, nitrogen is nitrate and a chrome general remains stable during the period of research.

A concentration of hydrogen is one of major indexes of quality of waters, that influences on the chemical equilibrium of ions in the system and matters very much for chemical and biological processes. Its amount in the Tisza river changes from 7,6 to 8,1 od. pH.

The amount of hydrocarbonates and chlorides in water presents 128–152 and 10–17 mg/dm³ accordingly. Content of chlorides is considerably below from HDC (350 mg/dm³) and testifies that salt contamination by this anion in water it is not. The amount of sulfates hesitates a from 23 to 30 mg/dm³, that considerably below from HDC (100 mg/dm³). Reduction to the concentration of hydrocarbonates and sulfates is educed also on stream of the river.

Content of calcium and magnesium in river waters during the investigated period was within the limits of 36–41; 6,5–7,3 mg/dm³ accordingly and does not exceed their HDC (180, 40 mg/dm³ accordingly). In all tests of amount of calcium substantially prevail content of magnesium. There is a tendency to reduction of concentrations to the calcium down stream.

Middle-aged of concentration to the ammonium salt in waters did not exceed HDC (0,5 mg/dm³). The concentrations of nitrites in water presented 0,02–0,08 mg/dm³, and content of nitrates is within the limits of a 1,1–6,5 mg/dm³, that does not exceed HDC (0,08 and 40 mg/dm³ accordingly).

In obedience to calculations mean values of index of contamination of salt composition (I_1) – 1,57; tropho-saprobiological (ecological and sanitary) index (I_2) – 3,12; index of specific indexes of toxic action (I_3) – 4,02; ecological index (I_c) – 2,94.

Data of prognoses are erected in a table 1. Reliability of prognosis is appraised on the basis of level of meaningfulness of p: than less level of meaningfulness, the greater reliability of prognosis. Consider a prognosis reliable enough, in what $p \leq 0,05$. Obviously, that prognoses of content to the ammonium and iron is only an orientation, as them $p > 0,05$. All other the prognoses it follows to consider reliable enough.

Prognostication of content of pollutants gives an opportunity not only to envisage a concentration but also estimate the general tendency of seasonal change of substance.

Table 1 – Data of prognosis and reliability of prognosis

Index, mg/dm ³	Forecast, mg/dm ³	Level of significance
Nitrogen is ammoniacal	0,12	0,48
Chemical consumption of oxygen	6,1	0,004
Biochemical Oxygen Consumption ₅	3,1	0,02
General phosphorus	0,13	0,007

For the prognosis of the state of the Tisza water system by us those indexes that limit and most suitable for prognostication a statistical method was select: Chemical consumption of oxygen, nitrogen ammoniacal, phenols, phosphorus general, oil products, surface active substances, Biochemical Oxygen Consumption₅. For select

indexes there were the expected parameters but also b, what necessary for corresponding equalizations regressions. However, for prognostication of the state hydroecosystems can be used only those equalizations, at what copulas between signs very close (value of coefficient of correlation of r nearer to 1) and if calculation value of t exceeds a tabular value (it testifies to substantial connection between a concentration and sometimes a criterion).

After determination of force of connection between a concentration and sometimes, appeared, that for a prognosis it is possible to use very small part of data. Most suitable for prognostication a statistical method average annual data are for Chemical consumption of oxygen, Biochemical Oxygen Consumption₅, phosphorus is general and to nitrogen ammoniacal.

The actual task of water control is introduction of extra cleaning of domestic effluents after a bioscrubbing. Hereupon contamination of waters will be warned and the state of water objects will become better, and also the recreational value of region will rise.

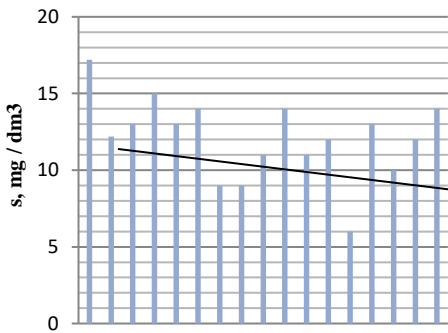


Fig. 4 – Prognostication of content of the ammonium ions

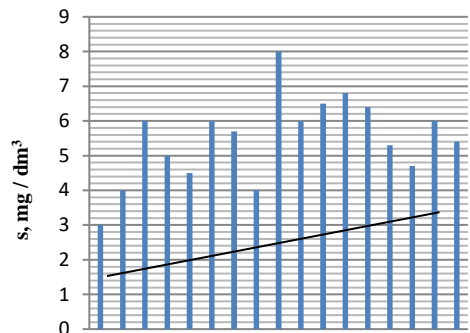


Fig. 5 – Prognostication of Chemical consumption of oxygen

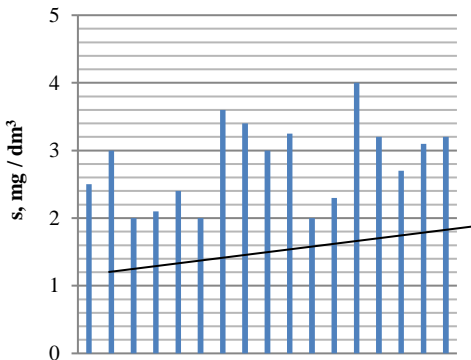


Fig. 6 – Prognostication of Biochemical Oxygen Consumption₅

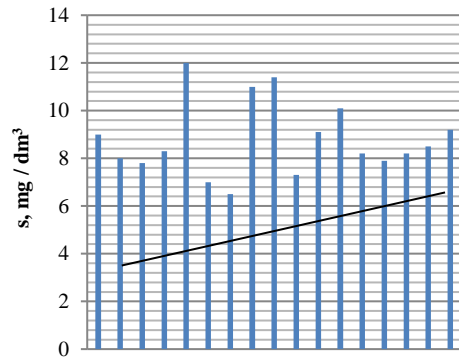


Fig. 7 – Prognostication of concentration of general phosphorus

According to figures 4–7 basic three indexes of Chemical consumption of oxygen, Biochemical Oxygen Consumption₅ and concentration of general phosphorus has a tendency to the increase, and indexes of ammonium ions – to the reduction.

Conclusions

By the basic sources of receipt of ions in water objects there are stock-raising farms an ammonium, service-utility sewer water, superficial flow from farmlands at the

use of ammoniacal fertilizers, sewer water of enterprises of food, coke-chemical, wood-chemical and chemical industry.

Increase concentration of ammonium and phosphate ions used as an indicator index of process of contamination of superficial and underground waters by domestic and agricultural flows.

REFERENCES

1. Marinich, O. M. (Ed.). (1989). *Geographic Encyclopedia of Ukraine: In 3 volumes* (Vol. 2). Kyiv: "Ukrainian Soviet Encyclopedia" by them. M.P. Bazhana (in Ukrainian).
2. Pop, S. S. (2003). *Natural Resources of Transcarpathia: Teach. pos* (2nd ed.). Uzhhorod: Spectral (in Ukrainian).
3. Gerenchuk, K. I. (Ed.). (1981). *Nature of the Transcarpathian region*. Lviv: Higher school (in Ukrainian).
4. Zastavecka, O. V., Zastaveckiy, B. I., Didchuk, I. I., & Weaver, D. V. (1996). *Geography of Transcarpathian region: textbook*. Ternopil (in Ukrainian).
5. Rudenko, V. P. (1994). *Natural Resource Potential of Ukraine*. Kyiv: Lybid (in Ukrainian).
6. Transcarpathian Regional Water Authority. (2007). *Water Fund of the Transcarpathian Region (surface water) [reference edition]*. Uzhgorod: State Committee for Water Supply of Ukraine (in Ukrainian).

Text of the article was accepted by Editorial Team 30.07.2018

Л.О. Василенко, О.Г. Жукова, А.А. Кокітко

ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗ ЗМІН ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ р. ТИСА

Анотація. При екологічній оцінці стану гідроекосистем (ГЕ) водного басейну р. Тиса використовують інженерно-екологічні показники та їх параметри. Використано системно-басейновий підхід досліджень водного басейну, основою якого стала систематизація і обробка даних екологічного моніторингу за довгостроковий період. Такий період дозволив встановити наукові закономірності розвитку природно-антропогенних гідроекосистем в умовах постійного техногенного навантаження на них.

Ключові слова: водна система; біотичні зв'язки; гідроекосистеми

Василенко Леся Олексіївна

кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці і навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури

Адреса робоча: 03037, Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31

Тел.: +380935432684 **e-mail:** lesya.kiev@ukr.net

ORCID ID 0000-0003-0450-8330

Жукова Олена Григорівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці і навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури

Адреса робоча: 03037, Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31

Тел.: +380968752104 **e-mail:** elenazykova21@gmail.com

ORCID ID 0000-0003-0662-9996

Кокітко Ангеліна Андріївна

студентка 3-го курсу спеціальності 101 «Екологія» Київського національного університету будівництва і архітектури

Адреса робоча: 03037, Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31

Тел.: +380962788049 **e-mail:** elenazykova21@gmail.com

ORCID ID 0000-0002-4225-1268

УДК 504.064.3

Iryna I. Koval, Master Student, Postgraduate Student at the Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity of V. Chornovil Institute for Sustainable Development
ORCID ID 0000-0001-8154-4154 *e-mail:* iralito@i.ua

Volodymyr D. Pohrebennyk, Full professor, D. S., Professor at the Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity of V. Chornovil Institute for Sustainable Development
ORCID ID 0000-0002-1491-2356 *e-mail:* vpohreb@gmail.com

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORGANIZATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE SORTING: LOCAL ASPECT

***Abstract.** The approach to organization of municipal solid waste sorting is developed. It is proposed to introduce a logistics system for the management and handling of solid waste at the local level. The system provides a sequence of logistics operations for planning and organization of waste management.*

***Keywords:** municipal solid waste; housing estate; condominium; residential sorting station; recycling*

Introduction

Throughout several years in Ukraine preparation for introduction of the European tendencies for municipal solid waste sorting lasted [1–4]. However, at present the result of it is not satisfactory, as long as most of residential districts in Lviv city have not been supplied with sufficient amount of containers for selective collection of municipal solid waste (MSW). Furthermore, relevant information support of such format for rubbish separation and control over its implementation are absent.

Since 1 January 2018 in Ukraine responsibility for unsorted rubbish has intensified [5]. Now art. 32 with supplemented paragraph of the Law of Ukraine «On Waste» prohibits disposal by burial of unprocessed (untreated) household waste, which obliges Ukrainians to sort all MSW according to material types instead, by separating them to reusable (recyclable), hazardous, and landfilled [5]. According to preliminary experts' predictions as to implementation of regulation on prohibition of unprocessed municipal waste burial, it would not have had capacities to start work from 1 January 2018 on because of infrastructure failure. Thus, today this prognosis can be proved to be true, inasmuch as since early days of this paragraph's (in art.32) effectivity, first successful results as well as active mechanisms of control have not been achieved so far at all. Furthermore, there is no ordinance issued with the list and sequence of operations concerning MSW. Besides, there is lack of rubbish containers for sorting and gap in control over their provision.

Although practice of sorting waste in Ukraine is not new, it is nevertheless not well widespread and far from being immaculate. Basic challenges in thorough and systemic sorting are: insufficient amount of containers for every type of raw material; unorganized location of containers throughout the city and its residential districts; lack of qualitative and quantitative information on MSW, recyclables and its sorting; absence of steps and incentives for encouragement in support of waste

sorting; failure of control over implementation of all these responsibilities. To enhance the situation concerned with sorting MSW in the city, it is necessary to start the work at the local level first, namely at the level of a particular housing estate in a certain city district.

The aim of the work is developing of approaches to MSW sorting at the level of housing estate in a certain city district.

Analysis of recent studies and publications

Issue of MSW management system enhancement at the regional level was covered in the work [6]. In works [7, 8] ways, steps and instruments for achieving enhancement of economic mechanism in MSW management sphere at both state and regional levels were presented. Solutions to be used as models of MSW management in cities of Ukraine were laid down [9–13]. However, all these offers as to enhancement of MSW management system developed at state, regional and municipal levels, are not applicable at housing estate level so far.

Materials and methods of research

Work methods are based on analysis of principles in management of MSW groups. During carrying out the work scheme of mixed-use housing estate was used (MUHE), aimed at outlining rationality of effective handling and management of all MSW.

Presentation of material

In 2010 in Lviv separate collection of household waste was introduced by four fractions: miscellaneous rubbish, glass, paper and plastic. Since then containers with corresponding markings have appeared in Lviv's yards. However, not all city dwellers followed such sorting. There are several reasons that caused it. Those are lack of particular containers, improper waste sorting by residents and low information support concerning MSW sorting system. So, in 2016 new containers were offered for the city – closed ones supplied with a button for opening. New «closed» technology had to limit unpleasant smell emission throughout the city, as well as to complicate access to the rubbish for a waste pickers [10]. And even such change has not resulted in successful sorting waste as long as mistakes that had come with sorting system of 2010 were not corrected.

The problem mentioned is still stalled in the city. The city with its residents requires framing of new organizational conditions based on logistic process of accumulating, sorting and recycling of municipal waste. So, despite lack of specialized factories and systems for recycling all MSW, new approaches to their sorting and management are suggested by us. They are aimed at reducing volume of municipal waste for utilization at landfills.

Principles of collection and sorting all MSW unexceptionally are set as the framework of the approach. Such idea expands logistic circle of their effective management, namely sorting and collection of MSW types which are not recycled in the territory of city, region or state. These sorted wastes will be kept until their further utilization or possibility of their exporting in big volumes for processing. For

their temporary accumulation and proper maintenance conditions, city or district administration will have to provide such area with facility.

However, first of all, it is necessary to introduce logistics system of MSW management at the local level. This system can be carried out with the help of logistic functions which, in turn, fall into processes and operations of MSW handling and management at the level of housing estate (HE).

Logistic process of MSW management is considered as streamlined sequence of planning operations and organization of management concerning MSW movement from its generation to treatment and further control over sites of its reprocessing.

The first stage of logistics process in MSW handling and management for housing estate is establishing economic relations between condominium and companies which deal with accepting recyclables as well as farms concerned with processing organic waste for bio-humus-making. Such firms are more than ten in Lviv to accept recyclables. However, in order to get residents of HE interested in sorting MSW, it is needed to motivate them financially according to the principle, “we sort – we sell – we get money – we maintain the house”. This money is designated for expenses of housing estate upkeep (Fig. 1).

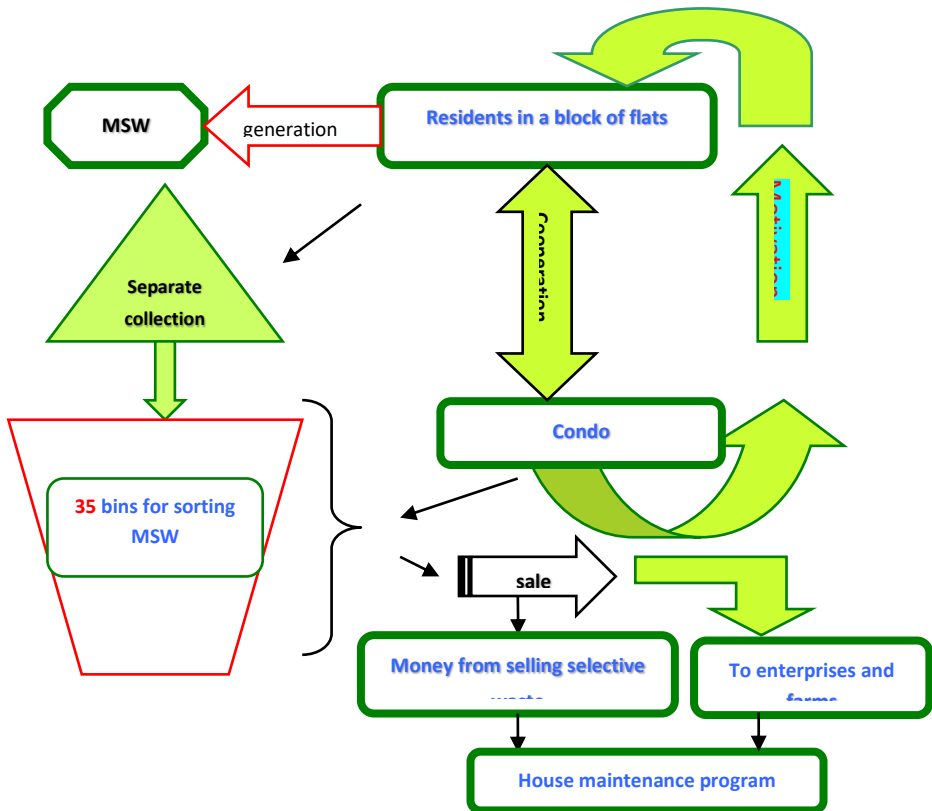


Fig. 1 – Scheme of logistics process for MSW handling and management in a housing estate

For that purpose, it is necessary to conclude agreements with companies dealing with purchase of recyclables.

The second stage is arrangement of a storage facility nearby housing estate for collection, sorting and storage of waste materials. In particular, construction company «Galzhytlobud» started construction works of mixed-use housing estate (MUHE) at address 73, Heroiv UPA str. The building is designed for 394 flats. That MUHE has to meet needs of people of different categories: to offer lodging to hundreds of workers whose offices are located nearby; meet consumer needs of potential dwellers of residential houses and arrange public spaces for leisure activities.

For reaching proper living level in this MUHE, it is also necessary to provide a facility for collection, sorting and temporary storage of separated recyclables. So, site for such facility was suggested within this MUHE (Fig. 2).

The third stage is the very arrangement of the facility adjoining building - residential station for sorting and temporary storage of MSW (Fig. 3).

Crucial moment is the fact that the facility is locked with a key and every dweller of MUHE has it. This enables temporary storage of recyclables until arrival of specialized vehicle from a particular company or a farm. The process mentioned as to MSW handling and management of recyclables within this MUHE is controlled by a person from condominium.

Plastic containers and boxes are placed in this facility. There are several sections in the facility: biowaste, packaging waste, wastepaper, other household stuff (Table).



Fig. 2 – Facility for collection, sorting and temporary storage of MSW on the scheme of MUHE

One of important preconditions for efficient MSW sorting is residents' awareness about the materials they sort. In this case a guide on sorting MSW will help. Information on waste as a potential recycled material, will refer to available sections of MSW sorting in HE, see in the Table below.



Fig. 3 – Facility for collection, sorting and temporary storage of MSW

In section A of facility organic waste for **compost** will be collected in containers. Food waste is collected in a paper bag which is thrown into brown bin. Composted waste undergoes further processing into nutrient-rich soils (biohumus).

To food waste items belong as follows: bread, cookies, biscuits, sponge cakes and buns; fruit, egg and vegetable peels; coffee grounds and tea leaves, as well as coffee and tea filters; meat and fish bones, fish and seafood waste; food leftovers; cooked and raw meat, fish, vegetables, fruit, eggs; milk, flour, cereals and pasta; snacks, candies and chocolate; withered flowers, potting plants and soil from repotting, etc.

In container for compost items should be collected such as organic waste from kitchen table: raw and cooked fruit, vegetables and their peels, cereals, eggshell, tea leaves, coffee grounds, plant residues after straining herbal infusions and decoctions; meat and fish waste (in closed composters only), food leftovers. Also to this container it is allowed to throw shredded discarded paper from natural materials (paper, card, package, shredded newspapers, paper tissues, towels, serviettes), garden waste: decayed leaves (last year's), small twigs (branchlets) after trimming and pruning of healthy trees and shrubs, grass clippings mown from lawns, shredded/chopped wood (big branches, roots, rind), annual weeds. No throwing stubs, paper coated with wax or a film, as well as other not biodegradable waste.

Besides, in this section, alongside containers for compost, there are bins placed for waste **to be incinerated**. Such waste should be packed and put into green bin. Waste will be incinerated for electricity or heat generation. Waste to incinerate comprise: ash (cooled); parch paper; balloons, candles (stubs) and paper table cloths; nappies, sanitary napkins and wash cloths (textile wash cloths (microfibre)); videocassettes, floppy disks and CDs; vacuum cleaner bags (unwoven material); dishtowels, dish brushes and sponges; cigarette stubs, tobacco; wooden and plastic hangers; collection bags with sand from cats litterbox and dogs poop; leather; toothbrush; cotton, cotton wool and plaster; chewing gum; textile and yarn waste; plastic pots; envelopes.

Table – Sections of residential MSW sorting station

Section A Waste to composting	Section B PW:	Section C Wastepaper:	Section D Other household stuff
	<p>1 – from glass (by <i>colour</i>): 1a – clear; 1b – green; 1b – amber yellow; (jars and bottles); 2 – from metal: 2a – tinplated cans, lids; 2b – aluminium cans/foil; 2c – aerosol cans (empty); 3 – from mixed material: based on paper and cardboard, based on aluminium foil, metalized, etc. (Tetra Pak, Pure Pak, Eco Lean, paper cups, heat sealed packagings etc.); 4 – from plastic (7) (by markings): 4a – PETE; 4b – HDPE; 4c – PVC; 4d – LDPE; 4e – PP; 4f – PS → PS-E; 4g – Other/O; (flasks, containers, bottles transparent and coloured nontransparent - white, yellow and black, caps, films, bags); 4h – recycling code unlabeled plastic;</p>	<p>1 – newspapers; 1a – magazines; 1b – catalogues; 1b – advertising leaflets (junk mail); 1g – flyers; 2 – clean and used paper; 3 – copy-books; 4 – books and phonebooks without hard cover; 5 – cardboard without polyethylene film; (cardboard boxes and packing boxes); 6 – paper bags (clean)</p>	<p>1 – wires; 2 – small electrical appliances; 3 – lighters; 4 – batteries; 5 – lamps; 6 – cullet; 7 – window glass; 8 – disposable razors; 9 – thermometers; 10 – kids toys; 11 – hard cover from books and phonebooks; 12 – sales slips/receipts; 13 – egg cartons; 14 – sticker paper, labels; 15 – shock-proof glass from gadgets (smartphones and tablets); 16 – heat-proof glass (broken heat- proof dishware); 17 – cut-glass ware; 18 – mirror; 19 – wallpaper; 20 – gift wrapping paper; 21 – decorators tape; 22 – photographs; 23 – wrappers from sweets, candies, chocolate bars, pastries, wafers; 24 – drink straws; 25 – ceramics; 26 – cigarettes packs</p>
Section A Waste to incineration	<p>5 – from foam polystyrene/styrofoam</p>		

Section B is designated for sorting *packaging waste*. In order to send such waste to recycling, they should be cleaned from food residues or dirt and dried, and if necessary (depending on kind of PM) pressured or flattened. Also if required, – to remove lid/cap, label and sort them respectively to recycling.

Collection of glass packaging (bottles and jars from glass), is fulfilled by colours as follows: clear, green and amber yellow. Glass can be recycled into new glass containers infinitely many times. For recycling glass, it needs to be converted into cullet. Production of new glass from recycled glass material reduces energy consuming by 40%. From recycled glass glassware, decorative tile and other wares are produced. During production of 1 ton of glass from cullet, sand usage reduces by 600 kg, limestone by 170 kg, soda ash by 190 kg and feldspar by 70 kg.

Such **metal waste** is sorted as follows: aluminium foil; aluminium molds; aluminium cans (tins); tin-coated steel cans and lids; empty spray containers, etc. Big amount of energy is saved when reprocessing metal. Metal can be recycled infinitely many times without spoiling its quality.

Packaging from **mixed** and multilayered **materials**, which recently acquired widespread usage, in particular, Tetra Pak, Pure Pak, ELM (Ecolean Material) etc. are subjected to mandatory sorting.

It is also worth collecting separately paper cups from coffee, tea or other beverages/drinks, since they contain glue, which does not allow to recycle them inasmuch as adhesives are impossible to remove during transforming paper into pulp. This paper is also lined with plastic or waxy layer which enables hot liquid to be kept within a cup, though it is the one that does not allow to process paper fibres. Laminated paper is required to sort separately from other the mentioned above packagings as well. Such type of mixed material is composed of paper and polyethylene. It is used as heat-sealed packagings for spices, seasonings, dried instant foods as well as medications (pills, disposable syringes, plasters, medicine gloves, etc.). Candies wrappers make up some part of mixed material, so they should be collected separately, too.

In the section for packaging waste, bins to sort various types of plastic (by marking) are placed. On polymeric packaging there is always marking (recycling code) to identify which *type of plastic* it is made from. Plastic packagings fall into 7 kinds of plastics, each has its own numeric symbol which manufacturers put to inform about *type of material*, possibilities of its recycling and to facilitate process of sorting and re-use after recycling. Such items from plastic are sorted as follows: cellophane; rigid plastic packaging – polymeric bottles/flasks, containers, jars, bottles for example, from ketchup, mustard, yoghurt, water, plastic cups for ice-cream, bottles from shampoo, dish soap bottles and detergent/cleaner jugs; foamed polystyrene; plastic lids, caps; soft plastic packagings – miscellaneous films and wrapping made from them, for example, from dairy or meat products; plastic bags, snack packs; plastic plant pots (no soil). In these containers it is not allowed to throw packaging which contain hazardous waste – paint or motor oil, as well as dirty packagings, toys etc. Also in this section alongside containers with the above-mentioned packaging waste, one more container is placed for packaging waste from foamed polystyrene/Styrofoam, namely polyfoam disposable plates.

In section C wastepaper should be sorted. In particular: newspapers; magazines; catalogues; books and notebooks (no polished hard covers); copy-books; office paper for notes, drawing and envelopes; advertising leaflets (junk mail); flyers; other printed products; gift wrapping paper. To be sorted also cardboard: cardboard of various type without polyethylene film coating (cardboard boxes and packing boxes); paper bags and wrapping paper (clean); paper boxes (cartons), for example from loose products [14]. Paper or cardboard filled with food residues or paint as well as paper coated with plastic or glue are not allowed to leave in the container.

In section D all household stuff is collected that has not got appropriate disposal system so far. Those items are not to be hauled to MSW landfills. Such waste is planned to collect, sort and store until the moment of its processing method identification.

The fourth stage involves preparation of MSW in households until being conditioned for selling to recycling enterprises. Such conditions are as follows: sorting of household waste to recycling; rinsing until clean; maximum compressed and flattened recyclable items.

The fifth stage includes separation of waste material in residential MSW sorting station. Each type of waste will have its own separate container. Thus, about 35 bins for sorting MSW will be placed in such station facility (Fig. 4).



Fig. 4 – Storage facility with bins for sorting waste

In many countries, in particular Sweden, Australia, Japan and others effective practice as to using guide on sorting household waste by residents has been introduced already, to provide any helpful information about separate collection of various waste types and their disposal methods. In Great Britain “smart” rubbish bins are set to go on sale. The invention has system of recognition automatically to tell recyclable wastes from the ones to be utilized [11].

With the support of companies «Sankom-Lviv» Ltd, «AVE Lviv» Ltd, «Lvivspetscommuntrans» LME (Lviv municipal utility enterprise), «GreenEra Ukraine» Ltd, it is also worth framing a system for improvement of information support on the proper sorting of different waste types. The system should involve specialized electronic and information terminal.

Conclusions

Tendency of sorting municipal solid waste in Ukraine was analyzed and causes of unsuccessful introduction of MSW separate collection system in Ukraine were established.

To introduce effective MSW sorting system in cities, a new approach was suggested for organization of municipal waste sorting at the local level and stages of logistics process concerning MSW management and handling for housing estates were defined.

REFERENCES

1. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council on waste and repealing certain Directives (Waste Framework Directive). 2005/0281 (COD) PE-CONS 3646/08, ENV 411, CODEC 871, Brussels, 2 October 2008.
2. Petruk, V. G., Stalder, F., Ishchenko, V. A., Vasylykivskiy, I. V., Petruk, R. V., Turchyk, P. M., Kvaternyuk, S. M., Shyrnin, M. I., & Volovodiuk, V. V. (2016). *Household waste management. The European experiences*. Vinnytsia: «Nilan-Ltd.».
3. Salhofer, S., Unger, N., & Bilitewski, B. (2011). Waste Prevention and Minimization: Concepts, Strategies and Means. *Solid Waste Technology & Management*, 183-192.
4. Lipińska, D. (2016). *Gospodarka odpadowa i wodno-sciekowa*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
5. Zakon: z 2018 roku Ukraina zoboviazalasia sortuvaty smittia. (2018). Retrieved from: http://texty.org.ua/pg/news/textynewseditor/read/79093/Zakon_z_2018_roku_Ukraina_zobovjazalasa_sortuvaty/
6. Kryvenko, S. V. (2015). Problemy vdoskonalennia systemy upravlinnia sferoiu povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy: rehionalnyi aspect. *Upravlinnia Rozvytkom*, 2(180), 12-19.
7. Maliei, O. V. (2013). Shliakhy udoskonalennia ekonomichnoho mekhanizmu upravlinnia sferoiu povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy na rehionalnomu rivni. *Komunalne Hospodarstvo Mist*, 111, 41-47.
8. Maliei, O. V. (2013). Udoskonalennia ekonomichnykh mekhanizmiv upravlinnia u sferi povodzhennia z vidkhodamy na derzhavnomu ta rehionalnomu rivniakh. *Ekonomist*, 12, 19-21.
9. Ishchenko, V. A. (2015). Methods of solid household waste management. *Environmental safety and natural resources*, 2(18), 21-30.
10. Ishchenko, V. A. (2009). Otsinka efektyvnosti vprovadzhennia sortuvannia pobutovykh vidkhodiv u Vinnytskomu Natsionalnomu tekhnichnomu universyteti. *Zbirnyk naukovykh prats II-ho Vseukrainskoho zizdu ekologiv z mizhnarodnoiu uchastiu*, 570-573.
11. Podolchak, I., & Pohrebennyk, V. (2016). Problemy bezpechnoho ta efektyvnoho povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy. In *Mizhnarodna naukova konferentsiia molodykh vchenykh «Suchasnyi stan ta yakist navkolyshnoho seredovyshcha okremykh rehioniv»* (pp. 191-195). Odesa: TES.
12. Podolchak, I. I., & Pohrebennyk, V. D. (2017). Rozvytok intehrovanykh system povodzhennia z vidkhodamy. *Zbirnyk materialiv Mykolaivskykh miskykh ekologichnykh chytan «Zberezhemo dlia nashchadkiv»*, 81-83.
13. Podolchak, I. I., Pohrebennyk, V. D. (2017). Intehrovanyi metod upravlinnia vidkhodamy pakuvalnykh materialiv. In *Mizhnarodna nauково-praktychna konferentsiia “Ekoeoforum-2017. Aktualni problemy ta inovatsii”* (pp. 71-73). Ivano-Frankivsk.
14. The Sorting Guide. The right waste in the right bin. (2018). Retrieved from http://www.affarsverket.se/Documents/Renhallning/Sorteringsguiden/Sorteringsguide_eng_elsk.pdf/

Text of the article was accepted by Editorial Team 27.06.2018

І.І. Коваль, В.Д. Погребенник ОРГАНІЗАЦІЯ СОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ: ЛОКАЛЬНИЙ АСПЕКТ

Анотація. Розроблено підхід до організації сортування твердих побутових відходів. Запропоновано запровадити логістичну систему поводження та управління з відходами на локальному рівні. Система передбачає послідовність виконання логістичних операцій планування та організації управління рухом відходів.

Ключові слова: тверді побутові відходи; житловий комплекс; об'єднання співвласників багатоквартирного будинку; прибудинкова станція сортування; вторинне перероблення

Коваль Ірина Ігорівна

аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Інституту сталого розвитку ім. В. Чорновола Національного університету «Львівська політехніка»

Адреса робоча: 79057 Україна, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 130

Тел.: 098 575 6446 **e-mail:** *iralito@i.ua*

ORCID ID 0000-0001-8154-4154

Погребенник Володимир Дмитрович

професор, доктор технічних наук, професор кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Інституту сталого розвитку ім. В. Чорновола Національного університету «Львівська політехніка»

Адреса робоча: 79057 Україна, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 130

Тел.: 098 578 2530 **e-mail:** *vpohreb@gmail.com*

ORCID ID 0000-0002-1491-2356

ОСНОВИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ NATURAL RESOURCES

UDC 504.064.2

Tetyana I. Kryvomaz, Dr, professor of Department of Labour and Environment Protection
ORCID ID: 0000-0002-4161-9702 *e-mail: ecol@i.ua*

Alain Michaud, FMBDS Fédération Mycologique et Botanique Dauphiné-Savoie
ORCID ID: 0000-0001-8073-5899

Dmytro V. Varavin, Postgraduate student
ORCID ID: 0000-0002-4161-9702 *e-mail: d.varavin@icloud.com*

Alona R. Perebynos, Postgraduate student
ORCID ID: 0000-0003-0565-9413 *e-mail: alenaperebinos@gmail.com*

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

FRENCH GREEN BUILDING RATING SYSTEMS

***Abstract.** Most of the Green Building Rating Systems have similarities in common more than differences. All of these systems are trying to integrate issues of environmental protection and health in the building. French Haute Qualité Environnementale (HQE) system identifies 14 environmental targets for building divided into four groups of objectives: site and construction, management, health, comfort. These targets have implications for all steps of the design process and production of the building and also taking into account the land, the landscape, the neighborhood and the transportation systems. The green building construction is a global issue that can find regional solutions. French system is suitable for Ukraine mentality, because for current situation we need new technologies and modern knowledge to developing green building sector. HQE has better innovative extension of the concept to the urban planning operations in compare with other world's leading standards for Green Buildings assessment systems.*

***Key words:** green building; certifications rating system; environmental safety*

Introduction

Green Building, also known as Green Construction or Sustainable Building, is a relatively recent concept. From the prevailing classical building design concerns of economy, utility, durability and comfort, the new concept came to initiate an operational response to the need to include long term development criteria that integrate the environment concerns in the buildings' projects, and a label to denote an "environmentally friendly" process [1]. Buildings account for a large amount of

land use, energy and water consumption, in addition to air and atmosphere alteration. Considering the statistics and the impact of the built environment on human health as well as the natural environment, reducing the amount of natural resources consumed by the buildings industry and the amount of pollution given off is seen as critical to achieve sustainability. Green Buildings are expected to reduce greenhouse gases, save the natural resources and meet the users' justifiable demand for more comfort and safety; in addition to their promising projected value within the global economy [3].

Outstripping the sectors of transport and industry, buildings are also responsible of air and atmosphere alteration by 39 percent of the carbon dioxide emission [9]. In the United States buildings use about 40 percent of the total energy consumed, and account for 13.6 percent of water (per day) and approximately 72 percent of electricity consumption [8]. In France, the building construction sector consumes about 43% of final energy (31% for the transport sector) and accounts for nearly a quarter of emissions of greenhouse gas. Each country has traditions, history, rules and a lot of things that make their houses unique, even in one country we can find many differences between regions. The united nation's statistics show that, unfortunately, the rest of the world, with different proportions, does not break the rule and things are worst elsewhere, especially in the growing economies [3].

The issue related to the reduction of energy consumption in building sector is firstly related to ecology: the main goal is to reduce emissions of greenhouse gases to protect the planet against climate change. The priority given on the control of the energy consumption has two targets: limit the use of the fossil energies, because the global reserves of fossil fuel fall down sharply, and strengthen the purchasing power by lower expenses related to energy consumption [2]. Reducing the amount of natural resources consumed by the buildings and the amount of pollution given off is seen as a crucial challenge for and a critical key to achieve sustainability. The international consensus and commitment to a sustainable development and the obligation to find innovative solutions to the rarefaction of the natural resources and control the greenhouse effect, combined to the users' justifiable demand for more comfort and safety is largely considered as the main challenge of the 21st century. From an environmental point of view, the benefits of a raise in Green Building practices are well worth the efforts to grant. Green Buildings are expected to reduce 24 to 50 percent of the energy use, 40 percent of the water consumption, 33 to 39 percent of the CO₂ emission and up to 70 percent of the total solid waste [6]. Moreover, from an economic point of view, the projected Green Buildings value is substantially promising. Besides, the environmental impact of buildings is often underestimated, while the perceived costs of green buildings are overestimated. A survey by the World Business Council for Sustainable Development found that green costs are overestimated by 300 percent, as key players in real estate and construction estimate the additional cost at 17 percent above conventional construction, more than triple the true average cost difference of about 5 percent [10].

Purpose of Research

The objective is to integrate issues of environmental protection and health in the building sector of Ukraine with using the best positive practical experience of France. It allows the builders to promote their efforts to reduce the impact of their operations on the environment and health, and to maximize comfort.

Result of Research

In France the Consumer Code requires a separation between the certification agency and the company that produced the certified product. There are two main organizations that lead the green building in France. In one hand there is the French government, who passed laws on the energy efficiency of the buildings, called “règlementation thermique (RT)” (the French words for thermal regulation rules) and on the other hand, with a wider approach which take into account all the aspects of the sustainable development, there is the “Haute Qualité Environnementale” (HQE) system, which has been developed in the 1990s by the HQE association [5]. The first project with a HQE approach was initiated in 1993, as a part of the program Ecology and Housing. The objective was to integrate issues of environmental protection and health in the building sector [7].

In order to improve the representation and to promote the green building construction in France, some French associations and firms have created the French Green Building Council, with is a member of the World Green Building Council. The main objectives of the council are to promote the green construction toward the public and help the professionals who want to develop green building projects. Beginning in the 1980s, labels, standards, certifications, and references have been developed in France, as in the rest of the world. Obtaining a certification or a label is a voluntary process initiated by a client or a developer who wants the quality of its constructions recognized. These labels and certifications are indicators for a buyer or prospective tenant, in terms of comfort, saving costs and environmental protection. Today, many building owners and developers are concerned about the environmental and energy challenges mentioned above. The referential of certifications and labels serve as guides for those who wish to improve their skills in environmental and energy quality [2].

The French HQE initiative. In 1995 a manufacturers' association of construction products (AIMCC – Association des Industries de Produits de Construction) registered the trademark (HQE®) which stands for “Haute Qualité Environnementale” (High Environmental Quality), and created the homonymous association (“Association pour la Haute Qualité Environnementale”) to promote a global approach that ensures better control of a building’s life cycle from the design stage to construction, operation, maintenance, renovation, and deconstruction. Such objective would be achieved, mainly, by monitoring the impacts on the external environment (Ecoconstruction, Eco-management) and creating a healthy and comfortable indoors environment (Hygrometric, Acoustic and Visual comfort as well as areas, air and water quality). The association consists of a number of public or collective bodies (associations, labor unions) representing all the actors of the building sector: project owners, consultants, contractors, manufacturers of construction products, experts, etc., organized in five middle colleges within the board of directors. Members are organized in working groups to elaborate reference tables, produce thematic states of the knowledge, organize working sessions and promote the French approach in the international technical exchange circles, or with the standardization organizations such as AFNOR, CEN (the European Committee for Standardization), and ISO [3].

It is very important to understand that the HQE is not a rating system like the LEED or the BREEAM, but it is only an approach. Since 2005, if they match the approach, commercial building can receive a NF-HQE certification. It allows the builders to promote their efforts to reduce the impact of their operations on the environment and health, and to maximize comfort. The HQE approach aims to satisfy three requirements: obtaining a healthy indoor environment and comfortable for the occupants, controlling the impact of the building on its external environment, and preserving the natural resources by optimizing their use. This approach is also part of the current priority of controlling consumption energy and greenhouse gas emissions, by integrating of energy performance thresholds from the beginning of the building design [2].

Principles of the French HQE® Approach HQE® approach is a standard for Green Buildings in France designed to improve the environmental quality of the built environment. It leads to a certification that approves the consideration of environmental issues in the construction process of a building. HQE® helps contracting authorities, architects, manufacturers and entrepreneurs control the building impact on the outdoors environment and create a healthy and comfortable indoors environment for their clients. It can be used as a criterion for investors and property developers to monitor the financial performance of a building or a portfolio. HQE is applicable to all types of new and existing buildings in the residential, tertiary and industrial sectors [3]. To supervise the implementation of environmental quality in building construction, the HQE system does not provide a ranking system as the LEED or the BREEAM, but instead gives an environmental profile [2].

The Haute Qualité Environnementale standard, referred to by its abbreviation HQE™, was developed in 1994 in France by the HQE™ association [5]. This association supports stakeholders, designers, partners, developers, and users during a project's phases and aims to guarantee a high environmental quality of buildings. HQE™ covers buildings throughout their life cycle, that is, throughout their design, construction, operation, and renovation. It is addressed to nonresidential and residential buildings, and detached houses. Furthermore, a specific scheme for the management system of urban planning and development projects is also available. The environmental performance requirements are organized into four topics that together include 14 categories. Topics are almost the same for all building types, but the targets are arranged differently for residential buildings and nonresidential buildings (i.e., commercial, administrative, and service buildings). The system identifies 14 environmental targets divided into four groups of objectives: site and construction, management, health, comfort. These 14 targets have implications for all steps of the design process and production of the building (fig. 1). Today, the HQE expands beyond the 14 targets, taking into account the land, the landscape, the neighborhood and the transportation systems [2]. In addition to the 14 targets and their sub-targets (not included in table 1), the following Environmental Indicators are also assessed: 1) Consumption of non-renewable energy resources indicator; 2) Climate change indicator; 3) Water consumption indicator; 4) Waste production indicator [5].

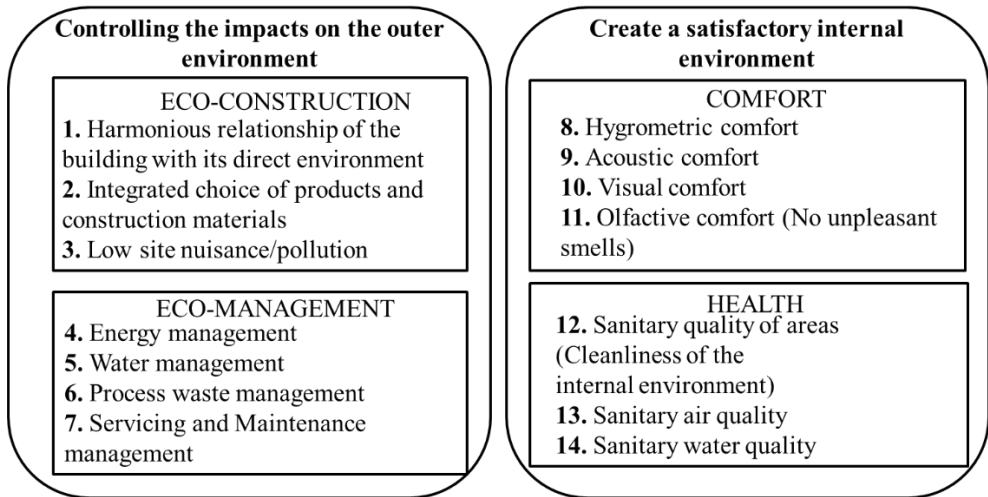


Fig. 1 – The main targets of the HQE approach

The conventional aspect of this grid is not always suited to the daily practice of construction, but it nevertheless represents a basic tool, especially for certifications that validate the environmental quality of buildings. Anyway, the application of the approach is always a matter of compromise, in which the owner must be involved.

HQE certification. The HQE Association has developed many schemes, exploitable in France and abroad. It is structured to have three organizations in charge of delivering national evaluations (Certivèa, Cerqual, and Cèquami) and one for supporting the evaluation across the world [5]. A building project obtains an assessment for each target expressed according to three ordinal levels: basic, performing, and high Performing. To be certified, a building must achieve the high performing level in at least three categories and the basic level in a maximum of seven categories. This rating system does not weight each category by a weighting factor, because they are considered to have the same importance throughout the assessment framework.

To develop the approach, the French government gives financial incentives reducing the taxes to the owners, builders, associations, who follow the HQE approach to design their building, residential or commercial. The NF-HQE certification is for all commercial buildings, whether public or private, and take into account the phases of planning, design and implementation. The NF Commercial Buildings HQE already covers most sectors of commercial buildings. It will be gradually extended to new categories such as sports or cultural facilities, which are not yet in the certification system. In order to receive the certification, the commercial building must respect the requirements of the standard concerned (determined by the future use of the building) developed by Certivèa. Certivèa validates the certification, after consultation with the HQE Association and a committee composed of representatives of building owners, users of commercial buildings, and actors in the construction sector and construction experts [2].

FIDIC, the International Federation of Consulting Engineers (the acronym stands for the French version of the name) represents globally the consulting engineering industry. The Federation promotes the business interest of firms supplying technology-based intellectual services for the built and natural environment and

recognizes that the work of the consulting engineering industry is critical to the achievement of sustainable development of the society and the environment. FIDIC has issued a number of Policy Statements about issues relevant to the consulting engineering firms (particularly relevant to clients and financing agencies in developing countries). The Project Sustainability Management Guidelines (PSM) published by the International Federation of Consulting Engineers (FIDIC) were created in order to assist project engineers and other stakeholders in setting sustainable development goals for their projects. The process is also intended to allow the alignment of project goals with local conditions and priorities and to assist those involved in managing projects to measure and verify their progress [3].

There are some other labels, which are used in France, like the German label Passivhaus, the Swiss label Minergie, or the French Effinergie. These certifications have been designed to supervise and assist builders who want to make their buildings particularly energy efficient. To obtain one of these labels, the project managers have to follow the referential of the label, and ask the certification to an accredited organism. The requirements of these labels are expressed in terms of objectives and limits not to be exceeded, but do not give any solutions to reach these targets. They require neither constructive choices, or materials, or techniques, or energies, in order to allow any freedom of design and innovation in project management (architect and engineering). However, as shown by examples of achievements, materials and applied technology are often the same, regardless of the certification. The additional investment costs to reach these performances are about 7 to 15% compared to a building following the RT 2005 requirements. But the investment is quickly recouped offset by the savings of energy consumption [2].

The Environmental Management System (EMS) constitutes the Organizational aspect which defines the tools required to pursue the operation and to structure the interfacing between the various parties involved in the project. The EMS, closely tied to the International System of Environmental Management ISO 14001, includes an examination of the site, the objectives of the operation and the needs of the future users. The building owner elaborates, on the base of the building plans and scheduling, the implementation and the oversight of the construction, in order to manage the quality of the processes. The EMS is periodically internally evaluated in order to make sure the operations are linked with the goals. It aims to provide a framework for builders and provide tools for decision making. The ISO/TS 21931, 2006 is a framework technical specification for “methods of assessment for environmental performance of construction works”. The specification details and follows the principles set out in the ISO 14000 series of standards [3].

The latest version of the French thermal regulation, the RT 2005, has been passed to meet these goals. It is applicable to all building permits in the residential (housing) sector and non-residential (commercial) sector, since the 1st of September 2006. It strengthens the control requirements of the energy needs for new constructions of 15% compared to the previous thermal regulation law (the RT 2000) [4]. The next thermal regulation, the RT 2012, strengthen the thermal requirements gradually in order to reach the target of 40% reduction of energy consumption in 2020. The RT2012, is an addition to the RT2005, it insists on four main energy efficient systems and oblige to: 1) Reduce significantly thermal bridges (exterior insulation); 2) Use condensing boiler to produce hot water; 3) Use heat pumps; 4) Continue the development of renewable energies, in particular for heating. The buildings that are more efficient than the requirements of the thermal regulation may be certified by

one of the five levels of the HPE label (Haute Performance Energétique – High energy efficiency). The BBC label (Bâtiment basse consommation – Low consumption building): Global energy consumption is equal to or less than 50 kWh/m² year. The Effinergie label can be validated by obtaining the BBC level [2].

The green building construction is a global issue that can find regional solutions. If the climatic warming and all the environmental issues we face are global and touch any countries, the solutions to reach a sustainable development must take into account regional specificities, such as the climate, the local raw materials, but also the local governments, the knowledge and capacities of the local firms. Any solution that is viable in one country may be not adapted in another. That is why organizations of green buildings, if they want to export their certifications abroad, have to adapt their referential to the market targeted. The green building construction sector is in constant evolution in the world, and we can hope that the green building will become the standard of construction, and not only an exception, for the health of the Earth and mankind [2]. The findings of the comparison the French HQE and the American LEED assessment systems show an advantage for the French system in addition to its innovative extension of the concept to the urban planning operations [3].

Because the development of our cities and housing environment does not comply any more with the current requirements of sustainability, it is necessary to develop the practices of the town planning. Furthermore, the only juxtaposition of Green Buildings does not make a sustainable city and the environmental performance of a building has no value unless it joins a full urban planning project. This new vision needs an evolution at the level of the urban environmental performance, which has to be conducted in a global way including the practices' level. The vision and methods of town planning actors have to be modified in depth to achieve this new challenge. From this point of view the French HQE is much further ahead in greening the environment than the American LEED by extending the environmental quality to the urban development. This is definitely the great innovation of the French assessment methodology [3].

Conclusion

Most of the Green Building Rating Systems (GBRS) have similarities in common more than differences. This is due to the fact that all of these systems are trying to integrate issues of environmental protection and health in the building. Therefore, the principles are and should be nearly the same to design policies, develop approaches and undertake actions in order to reduce the overall impact of the built environment on human health as well as the natural environment. Certifications are indicators for a buyer or prospective tenant, in terms of comfort, saving costs and environmental respect. It allows the builders to promote their efforts to reduce the impact of their operations on the environment and health, and to maximize comfort. GBRSs are assessing the buildings according to environmental and economic issues today. In addition to the environmental and economic aspects, there is also the social aspect of sustainability. The issue related to the reduction of energy consumption in building sector is firstly related to ecology: the main goal is to reduce emissions of greenhouse gases to protect the planet against climate change. French Haute Qualité Environnementale (HQE) system is not a rating system like the LEED or the BREEAM, but it is only an approach. The system identifies 14 environmental targets divided into four groups of objectives: site and construction, management, health,

comfort. These 14 targets have implications for all steps of the design process and production of the building. Today, the HQE expands beyond the 14 targets, taking into account the land, the landscape, the neighborhood and the transportation systems. The green building construction is a global issue that can find regional solutions. HQE has an advantage in the number of environmental sub-issues evaluated compared to other GBRSS and is much further ahead the consideration of the urban development operations is compared. Seems that French system is suitable for Ukraine mentality, because it is only an approach and for current situation we need new technologies and modern knowledge to developing green building sector, but it is too early implement certifications rating system. French system has better innovative extension of the concept to the urban planning operations in compare with other world's leading standards for Green Buildings assessment systems.

REFERENCES

1. Bernardi E. An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings / E. Bernardi, S. Carlucci, C. Cornaro, R. A. Bohne // Sustainability. – 2017. – 9, 1226. – 27 p. (in English).
2. Citerne F. Overview of International Green Building Rating Systems / F. Citerne, D. Goldsmith, Y. Beliveau // 50th ASC Annual International Conference Proceedings. – Associated Schools of Construction, 2014 – 8 p. (in English).
3. Gazzeh K. Green Buildings: Principles, practices and techniques, The French “HQE” Versus The American “LEED” / K. Gazzeh, H.B. Mahfoudh // Proceedings of the Tenth International Conference Enhanced Building Operations. - Kuwait, 2010. – 14 p. (in English).
4. Guide pratique du référentiel pour la Qualité Environnementale des Bâtiments. Bâtiments tertiaires. Version Millésime. – Paris, 2015. – 612 p. (in French).
5. HQE. Haute Qualité Environnementale. Available online: <http://www.behqe.com>.
6. Public Buildings Service (GSA). Available online: <https://www.gsa.gov>
7. Technical Office for the Use of Steel (France). 2006. The HQE® (High Environmental Quality) programme. Available online: http://www.otua.org/expertises_sustainable_development6.htm
8. U.S. Energy Information Administration (EIA) - Annual Energy Outlook 2018. Available online: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/>
9. United States Geological Survey (USGSU). Available online: <https://www.usa.gov/federal-agencies/u-s-geological-survey>
10. World Business Council For Sustainable Development (WBCSD). Available online: <https://www.wbcsd.org/>

Text of the article was accepted by Editorial Team 29.08.2018

Т.І. Кривомаз, А. Мішо, Д.В.Варавін, А.Р. Перебинос ФРАНЦУЗЬКА РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА

Анотація. Більшість рейтингових систем зеленого будівництва схожі по суті, оскільки всі вони намагаються інтегрувати питання охорони навколишнього середовища і здоров'я людей в процес будівництва. Французька система Високої якості навколишнього середовища (Haute Qualité Environnementale – HQE) визначає 14 екологічних мети будівництва, розділених на чотири групи: місце будівництва, управління, здоров'я, комфорт. Ці цілі впливають на всі етапи процесу проектування і будівництва, а також враховують землекористування, ландшафти, інфраструктуру і транспортні системи. Зелене будівництво вирішує глобальні проблеми, використовуючи при цьому регіональні рішення. Французька система підходить для українського менталітету, тому що для нинішньої ситуації необхідні нові технології і

сучасні знання для розвитку зеленого будівництва в Україні. HQE має краще інноваційне розширення концепції для містобудівних операцій в порівнянні з іншими світовими стандартами систем оцінки зеленого будівництва.

Ключові слова: зелене будівництво; сертифікаційна рейтингова система; екологічна безпека

Кривомаз Тетяна Іванівна

доктор технічних наук, кандидат біологічних наук, професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва та архітектури

Адреса робоча: 03037 Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31
ORCID ID: 0000-0002-4161-9702 *e-mail:* ecol@i.ua

Мішо Алан

еколог Мікологічної та ботанічної асоціації Дофіне-Савуа

Адреса: Франція, Гренобль, Анжа

ORCID ID: 0000-0001-8073-5899 *e-mail:* alainm@i.ua

Варавін Дмитро Володимирович

аспірант, інженер кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва та архітектури

Адреса робоча: 03037 Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31
ORCID ID: 0000-0002-4161-9702 *e-mail:* d.varavin@icloud.com

Перебинос Альона Ростиславівна

аспірант, інженер кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва та архітектури

Адреса робоча: 03037 Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31
ORCID ID: 0000-0003-0565-9413 *e-mail:* alenaperebinos@gmail.com

UDK 551.49.001.57; 532.546.626

Sergii V. Telyma, PhD, Senior Research Associate
ORCID ID 0000-0003-0109-0696 *e-mail*: telymase@gmail.com

Institute of Hydromechanics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

CALCULATIONS OF THE SYSTEMATIC VERTICAL DRAINAGE UNDER PROTECTION OF THE IRRIGATED LANDS AND THE BUILT-UP TERRITORIES FROM THE GROUND WATERS SUBMERGENCE

Abstract. *The methodic of the solution of the problem of the transient flow in multilayer heterogeneous in cross section aquifer at modeling of the vertical drainage work with different boundary conditions on the contour of the drainage well is proposed. The numerical aspects of the solution of the given problem and the example of solution the methodic task for scheme of the three-layer aquifer at the constant drawdown of the ground and underground waters on the well contour are considered.*

Keywords: *analytical solution; transient flow; numerical algorithm; vertical drainage; multilayer aquifer*

Introduction

It is known that the vertical drainage is widely used in solving the problems of protection against the flooding by the groundwaters of the irrigated lands and the built-up areas. In most cases it is necessary to consider the transient filtration in a heterogeneous multilayer aquifer with an interconnection between the main aquifers through the weakly permeable layers of soils with low filtration properties [1–6].

In this work the problem of transient filtration in a three-layer aquifer with a constant drawdown S_0 in the main aquifers consisting of two aquifers of ground and underground waters separated by a weakly permeable separation layer is considered (Fig. 1).

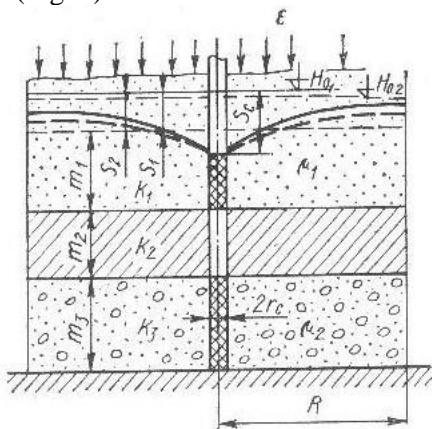


Fig. 1 – Calculative scheme for vertical drainage in three-layer aquifer

This problem was investigated by many authors for different calculative schemes and boundary conditions. Some aspects of the given problem were considered for example in the works [3–6]. In the given event a rigid filtration regime in separate layer is adopted. The algorithm and the corresponding computer program are developed which allow to simplify the solution of the abovementioned problems as the analytical solutions are more complex and difficult. The proposed methodic has a practical significance at decision the problems of the ecology and for evaluation and planning water resources.

The formulation and numerical-analytic solution of the given problem

For given case the transient radial filtration in this system is written by the following system of differential equations:

$$\begin{aligned} a_1 \left(\frac{\partial^2 S_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial S_1}{\partial r} \right) - b_1 (S_1 - S_2) + \bar{\varepsilon} &= \frac{\partial S_1}{\partial t} \\ a_2 \left(\frac{\partial^2 S_2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial S_2}{\partial r} \right) + b_2 (S_1 - S_2) &= \frac{\partial S_2}{\partial t}, \end{aligned} \quad (1)$$

where $a_1 = \frac{T_1}{\mu_1}; a_2 = \frac{T_3}{\mu_2}; b_1 = \frac{k_2}{\mu_2 m_2}; b_2 = \frac{k_2}{\mu_2 m_2}; \bar{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\mu_1};$

$$R = \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} = 0.56\sigma; T_1 = k_1 m_1; T_3 = k_3 m_3$$

$S_i(r, t) = H_{0_i} - H_i(r, t)$ – the drawdowns of levels of ground and underground waters respectively in the first and second layers; H_{0_i} and $H_i(r, t)$ – water levels according to the start of drainage and in the process of water withdrawal; $k_1, k_2, k_3, \mu_1, \mu_2, m_1, m_2, m_3$ – respectively the coefficients of filtration, storativity and the thickness of the main waterbearing layers; ε – average intensity of infiltration supply; σ – the distance between the drainage wells; $i = 1, 2$.

The system of equations (1) is solved under the following initial and boundary conditions on the outer contour of the aquifer:

$$t = 0, \quad S_i = 0 \quad (2)$$

$$t > 0, \quad r = R, \quad \frac{\partial S_i}{\partial r} = 0 \quad (3)$$

and the boundary conditions on the contour of the well with radius r_0 for different variants, namely: water withdrawal with constant drawdown in both layers; water withdrawal at constant drawdowns in the lower layer and water withdrawal with constant discharge from both layers:

$$t > 0, \quad r = r_0, \quad S_i = S_0 \quad (4)$$

$$t > 0, \quad r = r_0, \quad \frac{\partial S_i}{\partial r} = 0, \quad S_2 = S_0 \quad (5)$$

$$t > 0, \quad r = r_0, \quad \frac{\partial S_i}{\partial r} = 0, \quad 2\pi r T_i \frac{\partial S_i}{\partial r} = -Q. \quad (6)$$

Let us represent the solution relative S_i in the following form:

$$S_i = S'_i(r, \infty) + S''_i(r, t), \quad (7)$$

where the drawdown $S'_i(r, \infty)$ is found as a result of the solution of system (1) with $t \rightarrow \infty$ ($\partial S_i / \partial t = 0$) and the given boundary conditions; the drawdown $S''_i(r, t)$ is found by solving system (1) at $\bar{\varepsilon} = 0$ and the boundary conditions for each of the above cases.

The solution for S_i under the boundary conditions (3)–(4) has the following form [1, 2]:

$$\begin{aligned} S'_1(r, \infty) &= \frac{S_0(r)}{T} + \frac{T_1}{T} \varepsilon_0 (W_1 + W_2 - 1) \\ S'_2(r, \infty) &= \frac{S_0(r)}{T} + \frac{T_3}{T} \varepsilon_0 (W_1 + W_2 + 1), \end{aligned} \tag{8}$$

where $S_0(r) = S_0 T - \frac{\varepsilon R^2}{2} \ln \frac{r}{r_0} + \frac{\varepsilon}{4} (r^2 - r_0^2)$, $\varepsilon_0 = \varepsilon \frac{m_2 T_3}{k_2 T}$

$$W_1 = \frac{I_0(cr)}{I_1(cr_0) + \frac{I_1(cR)}{K_1(cR)} K_0(cr_0)}, \quad W_2 = \frac{K_0(cR)}{K_0(cr_0) + \frac{K_1(cR)}{I_1(cR)} I_0(cr_0)},$$

$$T = K_1 m_1 + K_3 m_3, \quad T_1 = K_1 m_1, \quad T_3 = K_3 m_3, \quad c = \sqrt{\frac{k_2 T}{m_2 T_1 T_3}}.$$

Since $cr_0 \ll 1$ then we can write that $I_0(cr_0) \approx 1$, $K_0(cr_0) = \ln \frac{1.12}{cr_0}$. At $r = R$

levels of ground and underground waters are calculated according to the following formulas [1]:

$$\begin{aligned} S'_1(R, \infty) &= S_0 - \frac{\varepsilon R^2}{2T} \left(\ln \frac{R}{r_0} - 0.5 \right) - \frac{T_3}{T} \varepsilon_0 \left(1 - \frac{B}{\ln \frac{1.12}{cr_0} + A} \right) \\ S'_2(R, \infty) &= S_0 - \frac{\varepsilon R^2}{2T} \left(\ln \frac{R}{r_0} - 0.5 \right) - \frac{T_1}{T} \varepsilon_0 \left(1 - \frac{B}{\ln \frac{1.12}{cr_0} + A} \right) \end{aligned} \tag{9}$$

where $A = \frac{K_1(cR)}{I_1(cR)}$, $B = K_0(cR) + \frac{K_1(cR)}{I_1(cR)} I_0(cR)$.

The system of equations relative to S''_i is solved under the boundary conditions $t = 0$, $S''_i = -S'_i$ and $t > 0$, $r_0 = r_0$, $S''_i = 0$ and condition (3).

We use Hankel's transformation relative to S''_i in the form:

$$H[S_i''(r, t)] = \int_{r_0}^R r V_0(pr) S_i''(r, t) dr \quad (10)$$

with kernel conversion

$$V_0(pr) = j_0(pr) Y_0(pr_0) - j_0(pr_0) Y_0(pr) \quad (11)$$

where p – the roots of the characteristic equation

$$j_1(pR) Y_0(pr_0) - j_0(pr_0) Y_0(pR) = 0. \quad (12)$$

Using the relationships resulting from the properties of the function $V(pr)$, namely: $V_0(pr) \rightarrow 0, V_0'(pr) + prV_0''(pr) = -prV_0'(pr), V_1(pr_0) = 2/\pi pr_0$, we

obtain the following: $H\left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial S_i''}{\partial r}\right)\right] = \int_{r_0}^R V_0(pr) \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial S_i''}{\partial r}\right) dr = -pS_{i*}''$

Hence the system (1) can be written as:

$$\frac{dS_{1*}''}{dt} = \alpha S_{1*}'' + b_1 S_{2*}'', \quad \frac{dS_{2*}''}{dt} = \beta S_{2*}'' + b_2 S_{1*}'' \quad (13)$$

$$\text{where } \alpha = -a_1 p^2 - b_1, \quad \beta = -a_2 p^2 - b_2. \quad (14)$$

With $t = 0$ we have that

$$S_{i*}'' = -\int_{r_0}^R r S_i' V_0(pr) dr = \bar{S}_i'. \quad (15)$$

Solving the system (13) we find:

$$\begin{aligned} S_{1*}''(p, t) = S_{1*}'' &= \frac{\bar{S}_1'(\lambda_2 - \alpha) - b_1 \bar{S}_2'}{\lambda_2 - \lambda_1} e^{\lambda_1 t} + \frac{\bar{S}_1'(\alpha - \lambda_1) + b_1 \bar{S}_1'}{\lambda_2 - \lambda_1} e^{\lambda_2 t} \\ S_{2*}''(p, t) = S_{2*}'' &= \frac{\bar{S}_2'(\lambda_2 - b_2) - b_1 \bar{S}_1'}{\lambda_2 - \lambda_1} e^{\lambda_1 t} + \frac{\bar{S}_2'(b_2 - \lambda_1) + \beta \bar{S}_1'}{\lambda_2 - \lambda_1} e^{\lambda_2 t} \end{aligned} \quad (16)$$

where

$$\lambda_1 = \frac{\alpha + \beta}{2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)^2 + b_1 b_2}; \quad \lambda_2 = \frac{\alpha + \beta}{2} - \sqrt{\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)^2 + b_1 b_2}. \quad (17)$$

The transition from the images of function $S_i''(p, t)$ to their originals $S_i(r, t)$ is performed according to the following formula:

$$S_i''(r, t) = \frac{\pi^2}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{p_n^2 j_1^2(p_n R) V_0(p_n r)}{j_0^2(p_n r_0) - j_1^2(p_n R)} S_i''(p_n, t). \quad (18)$$

Quite a difficult problem in determining the drawdowns $S_1''(p_n, t)$ and $S_2''(p_n, t)$ is finding the quantities \bar{S}'_1 and \bar{S}'_2 by formula (15). In general the expressions relative to \bar{S}'_1 and \bar{S}'_2 can be rewritten in (8) in the following form:

$$\bar{S}'_i = \alpha r^2 + \beta \ln \frac{r}{r_0} + \gamma_1 I_0(cr) + \delta_i K_0(cr) + C_i, \quad (19)$$

where $\alpha = \frac{\varepsilon}{4T}$, $\beta = -\frac{\varepsilon R^2}{2T}$, $\gamma_1 = \delta_1 A$, $\gamma_2 = \delta_2 A$, $\delta_1 = \frac{T_3 \varepsilon_0}{T \left(A + \ln \frac{1.12}{cr_0} \right)}$,

$$\delta_2 = -\frac{T_1 \varepsilon_0}{T \left(A + \ln \frac{1.12}{cr_0} \right)}, \quad C_1 = S_0 - \frac{T_3}{T} \varepsilon_0, \quad C_2 = S_0 + \frac{T_1}{T} \varepsilon_0, \quad A = 2\pi \Delta f.$$

Substituting the value \bar{S}'_i into (15) we obtain that:

$$\begin{aligned} \bar{S}'_i = & -\alpha \int_{r_0}^R r^3 V_0(pr) dr - \beta \int_{r_0}^R r \ln r V_0(pr) dr - \gamma_i \int_{r_0}^R I_0(cr) V_0(pr) dr - \\ & - \delta_i \int_{r_0}^R r K_0(cr) V_0(pr) dr - \int_{r_0}^R C_i r V_0(pr) dr \end{aligned} \quad (20)$$

where the function $V_0(pr)$ is in accordance with formula (11). Then the first integral can be represented for example in the following:

$$-\alpha \int_{r_0}^R r^3 V_0(pr) dr = \alpha \theta \int_{r_0}^R r^3 j_0(pr) dr + \alpha \omega \int_{r_0}^R r^3 Y_0(pr) dr,$$

where $\theta = -Y_0(pr_0) = 0,64 \ln \frac{1,12}{pr_0}$, $\omega = j_0(pr_0) \approx 1$.

In the same way we can write the other integrals in equation (20). As a result of computing the integrals we obtain the following formula for determination \bar{S}'_i :

$$\bar{S}'_i = \frac{1}{P^2} (\alpha R^2 \varphi_1 + \beta \varphi_2 + \gamma_i \varphi_3 + \delta_i \varphi_4 + C_i \varphi_5), \quad (21)$$

where $\varphi_i = \theta \varphi'_i + \omega \varphi''_i \quad (i = 1..5)$

$$\begin{aligned} \varphi'_1 &= \mu j_1(\mu) - 2j_2(\mu); \quad \varphi''_1 = \mu Y_1(\mu) - 2Y_2(\mu) - \frac{8}{\pi \mu^2} \\ \varphi'_2 &= \mu \ln \frac{R}{r_0} j_1(\mu) + j_0(\mu) - 1; \quad \varphi''_2 = \mu \ln \frac{R}{r_0} Y_1(\mu) + Y_0(\mu) + 0,64/p_n \cdot \frac{1.12}{\mu r_0}; \\ \varphi'_3 &= \frac{\bar{c} I_1(\bar{c}) j_0(\mu) + \mu I_0(\bar{c}) j_1(\mu)}{1 + \left(\frac{\bar{c}}{\mu}\right)^2}; \quad \varphi''_3 = \frac{\bar{c} I(\bar{c}) Y(\mu) + \mu I_0(\bar{c}) Y_1(\mu) + \frac{2}{\pi}}{1 + \left(\frac{\bar{c}}{\mu}\right)^2}; \\ \varphi'_4 &= \frac{1 - \bar{c} K_1(\bar{c}) j_0(\mu) + \mu K_0(\bar{c}) j_1(\mu)}{1 + \left(\frac{\bar{c}}{\mu}\right)^2}; \quad \varphi''_4 = \frac{0.64 \ln \frac{\mu}{\bar{c}} - \bar{c} K_1(\bar{c}) Y_0(\mu) + \mu K_0(\bar{c}) Y_1(\mu)}{1 + \left(\frac{\bar{c}}{\mu}\right)^2}; \\ \varphi'_5 &= \mu j_1(\mu); \quad \varphi''_5 = \mu Y_1(\mu) + \frac{2}{\pi}; \quad \mu = pR, \bar{c} = cR, \quad \bar{r} = \frac{r}{R} \& \bar{r}_0 = \frac{r_0}{R}. \end{aligned}$$

The calculated on the computer values of the parameters φ'_i, φ''_i and θ for various values μ_i, \bar{r}_0 and \bar{c} were tabulated and summarized in the corresponding tables.

When $\bar{c} > 3$ we may take
$$\varphi'_4 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\bar{c}}{\mu}\right)^2}; \quad \varphi''_4 = \frac{0.64 \ln \frac{\mu}{\bar{c}}}{1 + \left(\frac{\bar{c}}{\mu}\right)^2}.$$

Finally the formulas relatively drawdowns $S_1(r, t)$ and $S_2(r, t)$ have the following form:

$$S_i(r, t) = S'_i + \frac{\pi^2}{2} \sum_{n=1}^{\infty} P(\mu_n) V_0(\mu \bar{r}) \bar{S}''_i(\mu_n, t), \tag{22}$$

where $P(\mu_n) \approx \frac{j_1^2(\mu_n)}{1 - j_1^2(\mu_n)}$ – tabulated function.

The total withdrawal from the well Q consists of the flow from the upper and lower aquifers. Using the known dependence of the type:

$$Q_i = -2\pi r T_i \left. \frac{\partial S_i}{\partial r} \right|_{r=r_0} \tag{23}$$

we get the relations for $Q_1(t)$ and $Q_2(t)$:

$$\begin{aligned}
 Q_1(t) &= Q'_1 + 2\pi^2 T_1 \sum_{n=1}^{\infty} P(\mu_n) S_1''(\mu_n, t) \\
 Q_2(t) &= Q'_2 + 2\pi^2 T_3 \sum_{n=1}^{\infty} P(\mu_n) S_2''(\mu_n, t),
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

where Q'_1 and Q'_2 – the discharges at the stationary filtration regime ($t \rightarrow \infty$):

$$Q'_1 = \frac{\pi \varepsilon T_1}{T} (R^2 - r_0^2) + \frac{2\pi T_1 T_3 \varepsilon_0}{T} G \tag{25}$$

$$Q'_2 = \frac{\pi \varepsilon T_3}{T} (R^2 - r_0^2) - \frac{2\pi T_1 T_3 \varepsilon_0}{T} G \tag{26}$$

$$G = \frac{1}{cr_0 \left(\ln \frac{1.12}{cr_0} + A \right)}, \quad Q' = Q'_1 + Q'_2 = \pi \varepsilon (R^2 - r_0^2). \tag{27}$$

For engineering calculations the formulas (25)–(26) can be simplified to the following form:

$$Q_1(t) = Q'_1 + Q_1^0 e^{\lambda_1 t}; \quad Q_2(t) = Q'_2 + Q_2^0 e^{\lambda_2 t} \tag{28}$$

where $Q_i^0 = \frac{4T_i S_i(R)}{Y_0(\mu_1) + 0.64I_0(\mu_1) \ln \frac{1.12R}{\mu_1 r_0}}$, ($i = 1, 2$)

and the drawdowns $S_i(R)$ are found by the formulas (9).

For verification of the developed numerical algorithm the methodic example of the filtration in three-layer aquifer where the drainage well is working with a constant drawdown $S_0 = 5.0 \text{ m}$ in both layers in the center of the round filtration domain with radius $R = 500.0 \text{ m}$ was considered (Fig. 1). The thickness of the layers is respectively $m_1 = m_3 = 10 \text{ m}$, $m_2 = 5 \text{ m}$; filtration coefficients $k_1 = 5.0 \text{ m/day}$, $k_2 = 0.01 \text{ m/day}$, $k_3 = 20 \text{ m/day}$; storativity coefficients $\mu_1 = 0.1$, $\mu_2 = 0.002$ and the value of the infiltration rate $\varepsilon = 0.001 \text{ m/day}$. The given scheme corresponds one of the systematic plane drainage where the wells are situated on the distance $\sigma = R\sqrt{\pi} = 885.0 \text{ m}$ one from other.

The results of the numerical calculations of the drawdowns S_1 and S_2 according to the formulas:

$$S_i(r, t) = S'_i + \frac{\pi^2}{2} \sum P(\mu_n) V_0(\mu \bar{r}) \overline{S}_i''(\mu_n, t), \quad (i = 1, 2) \tag{29}$$

at $R = 500 \text{ m}$ for different times are presented on the Fig. 2.

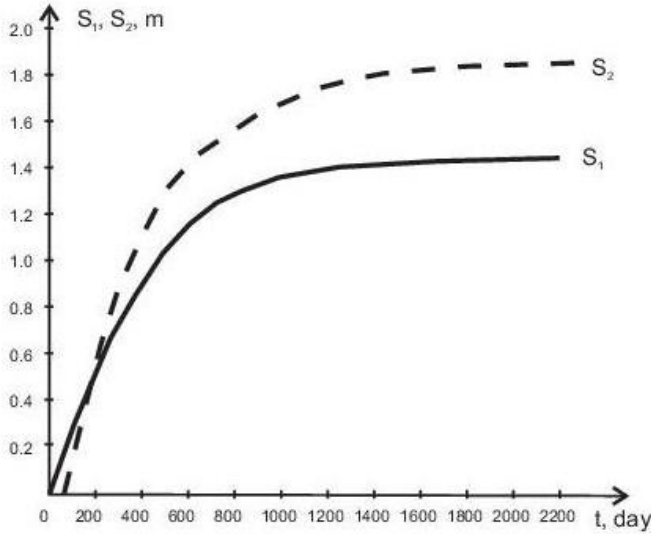


Fig. 2 – Calculative graphs of the drawdowns in three-layer aquifer

We can see from the obtained graphs that at times 2000 days and more the filtration regime close to steady one in both aquifers and the steady regime is reached at time 5000 days after pumping begins. At this the value of the withdrawal from the first and second layers $Q_1(t)$ and $Q_2(t)$, $Q(t) = Q_1(t) + Q_2(t)$ calculated by the following formulas:

$$\begin{aligned}
 Q_1(t) &= \frac{\pi \varepsilon T_1}{T} (R^2 - r_0^2) + \frac{2\pi T_1 T_3 \varepsilon_0}{T} G + 2\pi^2 T_1 \sum_{n=1}^m P(\mu_n) S_1''(\mu_n, t) \\
 Q_2(t) &= \frac{\pi \varepsilon T_3}{T} (R^2 - r_0^2) - \frac{2\pi T_1 T_3 \varepsilon_0}{T} G + 2\pi^2 T_3 \sum_{n=1}^m P(\mu_n) S_2''(\mu_n, t)
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

and for the values of the upper bound of the sum $m = 20$ equal accordingly 174.52, 610.87 and 785.40 m^3/day ($r = R = 500 m$ ($\bar{r}_0 = 1$)).

On the other hand the steady filtration regime is possible if the value of infiltration over the all filtration domain must to be equal or more of the sum of the withdrawal from two aquifers. Using the formula (27) we get $Q' = 785.00 m^3/day$. So the slight error between given and calculative values of the inflow and withdrawal is explained by the errors of numerical calculations on the computer. In that way the results of the example solution show that the developed methodic allows to solve the problems of the transient flow in multilayered aquifers at the exploitation of the vertical drainage with enough for practical aims accuracy.

For simplification of the solutions of the practical problems in some cases when we need to solve the class of the similar tasks the values of the constituents of the formula:

$$S_i(r, t) = S'_i + \frac{\pi^2}{2} \sum_{n=1}^m P(\mu_n) V_0(\mu_n \bar{r}) \bar{S}_i''(\mu_n, t),
 \tag{31}$$

namely: $P(\mu_n)V_0(\mu\bar{r})\bar{S}_i(\mu_n,t)$ for $m = 1,2,5,20$ and values $t = 1, 2, 50, 100, 150, 200, 500, 1000, 5000$ days are presented in the Table 1.

Table 1 – Numerical values of the constituents of the series to determine the drawdowns S_2 i S_1

t, day	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$	$n = 6$
S_2, m						
20	$-4.270 \cdot 10^{-1}$	$3.141 \cdot 10^{-3}$	$-1.181 \cdot 10^{-4}$	$3.821 \cdot 10^{-6}$	$-7.5 \cdot 10^{-8}$	$8.1 \cdot 10^{-10}$
50	$-3.916 \cdot 10^{-1}$	$6.760 \cdot 10^{-4}$	$-2.673 \cdot 10^{-6}$	$2.852 \cdot 10^{-8}$	$-7 \cdot 10^{-13}$	
100	$-3.388 \cdot 10^{-1}$	$5.225 \cdot 10^{-5}$	$-4.841 \cdot 10^{-8}$	$1.7 \cdot 10^{-14}$		
150	$-2.932 \cdot 10^{-1}$	$4.038 \cdot 10^{-6}$	$-8.768 \cdot 10^{-12}$			
200	$-2.537 \cdot 10^{-1}$	$3.120 \cdot 10^{-7}$	$-1.588 \cdot 10^{-14}$			
500	$-1.065 \cdot 10^{-1}$	$6.651 \cdot 10^{-13}$				
1000	$-2.507 \cdot 10^{-1}$					
5000	$-2.360 \cdot 10^{-7}$					
S_1, m						
20	$-3.189 \cdot 10^{-1}$	$1.850 \cdot 10^{-2}$	$-1.938 \cdot 10^{-4}$	$1.246 \cdot 10^{-4}$	$-4.126 \cdot 10^{-6}$	$6.649 \cdot 10^{-8}$
50	$-2.924 \cdot 10^{-1}$	$3.980 \cdot 10^{-3}$	$-4.388 \cdot 10^{-5}$	$9.302 \cdot 10^{-8}$	$-3 \cdot 10^{-11}$	
100	$-2.530 \cdot 10^{-1}$	$3.076 \cdot 10^{-4}$	$-7.947 \cdot 10^{-8}$	$5.7 \cdot 10^{-13}$		
150	$-2.189 \cdot 10^{-1}$	$2.378 \cdot 10^{-5}$	$-4.439 \cdot 10^{-10}$			
200	$-1.894 \cdot 10^{-1}$	$1.838 \cdot 10^{-6}$	$-2.607 \cdot 10^{-13}$			
500	$-7.952 \cdot 10^{-3}$	$3.916 \cdot 10^{-13}$				
1000	$-1.872 \cdot 10^{-2}$					
5000	$-1.762 \cdot 10^{-7}$					

It is necessary to notice that to calculate the Bessel functions $I_0(x), I_1(x), Y_0(x), Y_1(x), j_0(x), j_1(x), K_0(x), K_1(x)$ the representation of them in the form of series and respective subroutines were used.

In the testing of subroutines for calculating the Bessel functions the control examples were calculated the results of which coincided with given accuracy with the table values for these functions.

Conclusions

The developed numerical solution, algorithm and the computer programs for considered problem allow to investigate of the wide range of the practical problems using vertical drainage in bounded and unbounded flow domains of the multilayer aquifers. The results of the numerical solution of the methodic example shown that in practical calculations it is enough to take into account 2–3 terms of the series in formula (22) without a loss of the accuracy in calculations. In the whole the proposed methodic of numerical-analytic calculations of the vertical drainages in layered waterbearing beds may to find a wide application in solution the problems of the protection of the urban territories and the irrigated lands from the flooding and submerging by the ground waters.

REFERENCES

1. Oleynik, A. Ya. (1978). *Filtering calculations of vertical drainage*. Kyiv: Naukova Dumka (in Ukrainian).
2. Oleynik, A. Ya., & Polyakov, V. L. (1975). Calculation of vertical drainage in a three-layer formation with transient filtration. *Journal "Hydromechanics"*, 31, 46-58 (in Ukrainian).
3. Fam Loy Vu, & Nguen Kchoan Than. (1987). Water filtration in an axially symmetric three-layer medium. *Acta Geophysica Polonica*, XXXV(2), 217-230 (in English).
4. Telyma, S. V. (1994). On the inverse problem of filtration in a multilayer aquifer. *Journal "Hydromechanics"*, 68, 57-61 (in Ukrainian).
5. Telyma, S. V., & Oleynik, E. O. (2012). Numerical-analytic calculations of the vertical drainage in the heterogeneous waterbearing bed. *"Problems Of The Water Supply, Water Overflow And Hydraulics"*, 18, 164-176 (in Ukrainian).
6. Polyakov, V. L. (2016). The calculation of the steady filtration to systematic drainage at the water exchange with the adjacent mediums. *"Problems Of The Water Supply, Water Overflow And Hydraulics"*, 27, 291-301 (in Ukrainian).

Text of the article was accepted by Editorial Team 19.07.2018

С.В. Телима

РОЗРАХУНКИ СИСТЕМАТИЧНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖУ ПРИ ЗАХИСТІ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ ҐРУНТОВИМИ ВОДАМИ ЗЕМЕЛЬ ЗРОШЕННЯ ТА ЗАБУДОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Анотація. Запропонована методика розв'язку задачі неусталеної фільтрації в багатошаровій неоднорідній у розрізі водоносній товщі при моделюванні роботи вертикального дренажу з різними граничними умовами на контурі дренажної свердловини. Розглянуто чисельні аспекти вирішення даної задачі і наведено методичний приклад розв'язку для схеми трьохшарового водоносного горизонту із заданням на контурі свердловини постійного зниження ґрунтових і підземних вод.

Ключові слова: аналітичне рішення; неусталена фільтрація; чисельний алгоритм; вертикальний дренаж; багатошаровий водоносний горизонт

Телима Сергій Васильович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Інституту гідромеханіки НАН України

Адреса робоча: 03057 Україна, м. Київ, вул. Желябова 8/4

ORCID ID 0000-0003-0109-0696 **e-mail:** telymase@gmail.com

UDC 628.56

Petro G. Kyriienko, PhD, docent of Department of chemistry, ecology and expert technologies

e-mail: p.kirienko@khai.edu

Oleksandr V. Betin, PhD, professor, Head of Department of chemistry, ecology and expert technologies

e-mail: o.betin@khai.edu

Natalia V. Kuznetsova, docent of Department of chemistry, ecology and expert technologies

e-mail: n.kusnetsova@khai.edu

National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, Kharkiv, Ukraine

SMALL SEWAGE WASTEWATER TREATMENT PLANTS FOR DOMESTIC WASTEWATER

***Abstract.** Small sewage wastewater treatment plants are used for treatment of domestic wastewater from individual residential houses, small schools, roadside cafes, restaurants, small railway stations, camping sites, etc., where there is no centralized sewage network. In cases when there is a limited space for the installation of small-scale treatment facilities, authors suggest using of septic tanks and drainage wells. Sewage effluents are collected with gravity force, without using electricity. Usage of proposed constructions does not cause pollution of soils and underground water horizons. Sanitary environment is stable and predictable.*

***Keywords:** small sewage wastewater treatment plants; sewerage; household waste water; biological treatment of sewage effluents; cleaning technology; construction of treatment facilities; septic tank; drainage field; filter well*

Introduction

In developed countries, small-scale sewage treatment facilities (sometimes called local ones) are used for cleaning wastewater from small households, individual residential houses, small schools, roadside cafes, restaurants, etc., where there is no centralized sewage system.

Using small-scale treatment plants includes biological cleaning of domestic sewage in special facilities where natural treatment is modeled. Such facilities are compact, have small area footprint, may combine mechanical and biological treatment of waste water, treatment of sediment, cleansing and disinfection in a single block. This allows to locate them near drainage facilities, to reduce costs, to simplify operation and sanitary control. Their main features are that in many cases such treatment facilities are able to operate without energy resources (electricity), they are cheap compared with centralized sewerage network. The efficiency of domestic wastewater cleaning in small-sized wastewater treatment facilities is higher than in other types of treatment plants [1]. Ecological and sanitary conditions in the locations of small-scale treatment plants are fully manageable and predictable.

Technologically, in small-scale wastewater treatment plants, household sewage treatment is performed in two stages. Initially, the waste liquid enters the septic tank (a specially designed reservoir) where the primary cleaning of the waste water occurs

in anaerobic conditions. Organic substances of animal and plant origin get into sewage water in the form of carbohydrates, fats and proteins, as well as in the form of products of life activities. Biochemical processes of the decomposition of organic substances occur without the access of oxygen, it leads to formation of fatty acids, followed by their decay into hydrogen, carbon dioxide, methane and other gases. At first stage level of treatment reaches 60–65%.

The second stage – purification occurs in aerobic conditions. This stage is similar to the treatment of sewage in biofilters. Simultaneously with the oxidative processes, there are also reductive processes of denitrification, during them microbes consume oxygen in formed nitrogen compounds, releasing molecular nitrogen, which goes to the atmosphere. This explains the low level of nitrides and nitrates in purified sewage. Part of the nitrates formed in the process of biological oxidation of organic substances of sewage is assimilated by plants when they go into soil, and a part is denitrified. Nitrogen in nitrates can be used for growth (biosynthesis) of biofilm.

Both in technological and in constructive terms, small-scale wastewater treatment plants are two-component ones.

The first component is a septic tank in which household wastewater is collected. In the septic tank household wastewater should stay from three to five days. Subsequently, preliminary purified by 60–65% wastewaters go to an underground drainage field, a biofilter, a filter well, filter trenches, or other devices for final purification (95–98%), depending on the conditions of purification.

Today, there are many varieties of septic tanks that are used in small-scale wastewater treatment structures.

Septics can be made of high-density polyethylene (see Fig. 1). Such septic tanks are used in conjunction with an underground drainage field.

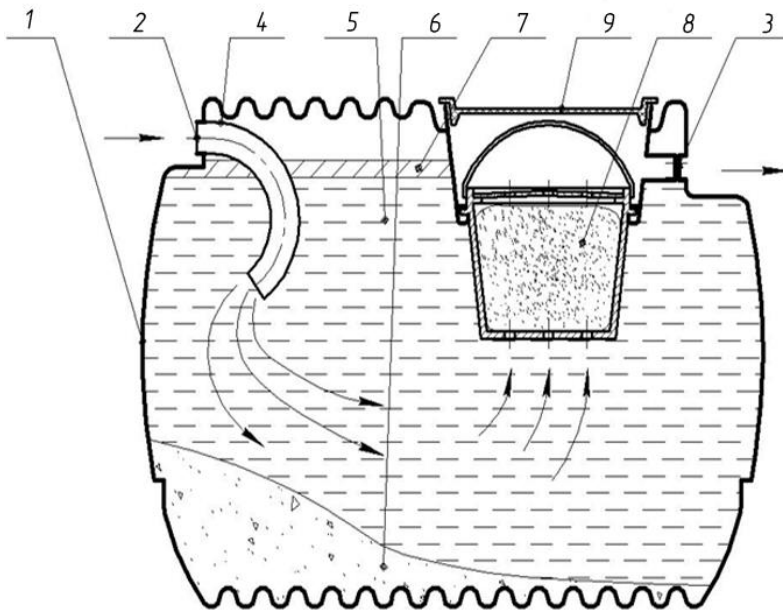


Fig. 1 – Septic. Design and principle of operation:
1 – body; 2 – entrance hole; 3 – outlet; 4 – deaerator hole;
5 – waste liquid; 6 – solid precipitate; 7 – layer of fatty substances; 8 – filter;
9 – hatch with lid

Septics tanks can be made of different capacities. Table 1 shows volume of septic tanks depending the number of permanent residents.

Table 1 – Capacity of the septic tank and the equivalent number permanent residents

Number of permanent residents	2	4	5-6	7-8	9-12	20-25	50-70	120
Capacity of the septic tank, liters	1000	2000	3000	4000	5000	10000	20000	30000

Septics can also be made of other materials, reinforced concrete, prefabricated concrete, bricks of special burning, rubble stone, etc., some specially designed tanks, different by volume.

Septics are located not far than 10 m and not closer than 3 m from the structure from which household wastewater is collected. If the septic is located more than 10 m away, it is necessary to take into account the climatic conditions (freezing of the soil). In this case, it is necessary to provide insulation of the sewer drain pipe. Purpose of septic tanks is preliminary cleaning of domestic sewage, provided that the sewage in the septic tank stays from 3 to 5 days.

The next degree of sewage treatment, which comes from the septic tank, is purification, it occurs in a drainage field. Section of its branch is represented in Fig. 2.

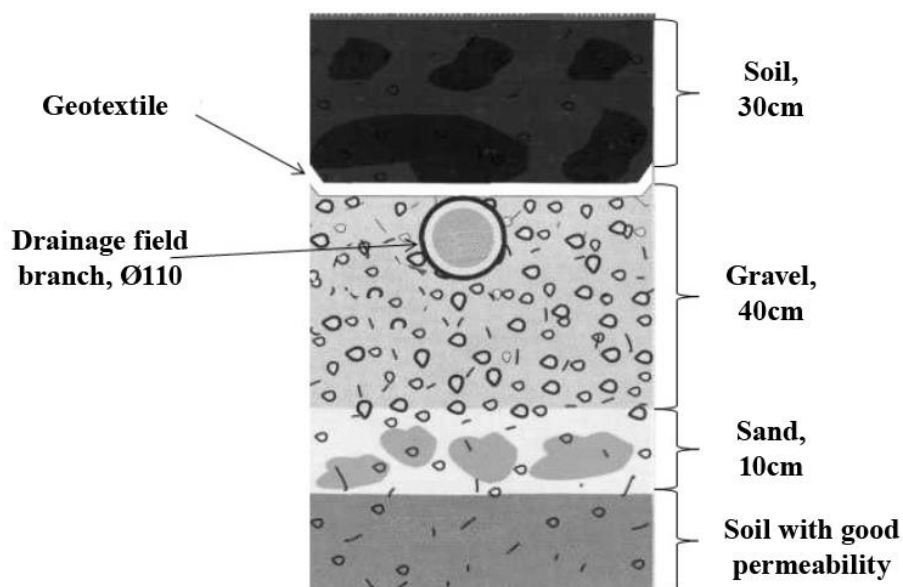


Fig. 2 – Section of drainage field branch

For the arrangement of wastewater treatment systems, it is necessary to take into account climatic conditions, soil permeability, surface ground water availability, etc. conditions. The internal sewage network is designed according to the wishes of the inhabitants.

Authors proposition

Consider the simplest example of constructing an autonomous small-scale system for cleaning domestic wastewater.

An external sewage network serves for the removal of waste water from homes to small-scale wastewater treatment plants. For its installation, a pipe made of low-pressure polyethylene with a diameter of 110 mm is used (previously cast-iron, ceramic, asbestos-cement and other pipes were used). Sewage goes to wastewater treatment plants by gravity force. For this, the pipes of the external network should be laid with a slope of not less than 10 mm per one running meter of the sewer pipe.

The depth of the external network pipes is chosen taking into account the operation of the sewer network in the location of sewage. If such data are not available, then the smallest sewer pipe laying depth can be taken 300 mm lower than the maximum freezing depth of the soil, but not less than 700 mm from the top of the pipe to the zero planning mark.

The septic tank (Fig. 3) is a special reservoir of round or rectangular cross-section with waterproof walls and bottom. As a waterproof material, several layers of liquid glass or other waterproofing materials are used.

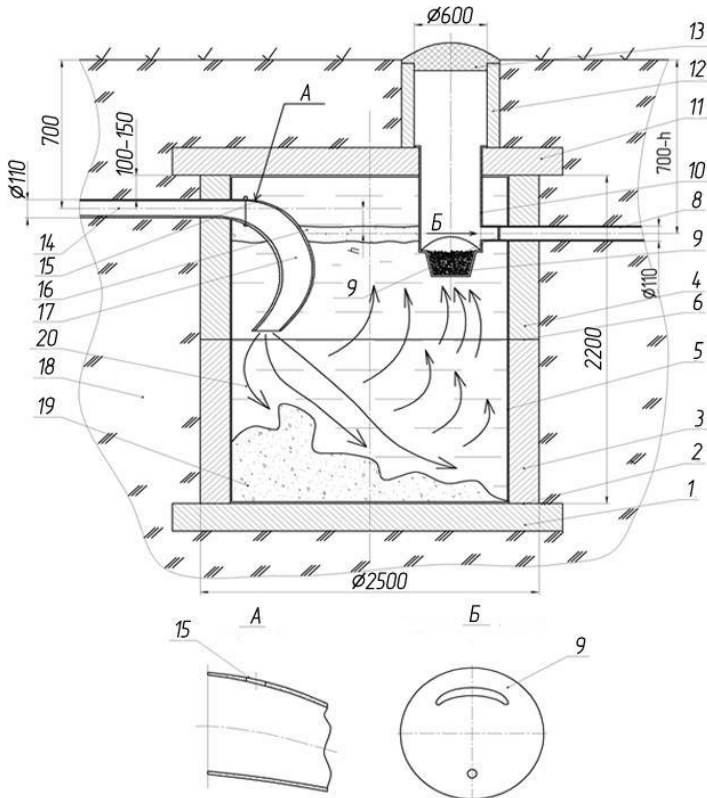


Fig. 3 – Septic:

- 1 – reinforced concrete slab; 2 – cement mortar; 3, 4 – reinforced concrete rings;
- 5 – rubbing with a liquid glass; 6 – cement between rings; 7 – filter (a bucket with washed coke); 8 – outlet pipe; 9 – calibrated valve; 10 – filter housing; 11 – concrete slab ceiling of the septic tank; 12 – overlay; 13 – hatch; 14 – inlet pipe; 15 – decompression hole;
- 16 – foam of fatty substances; 17 – deflector; 18 – soil; 19 – solid precipitate;
- 20 – fluid streams

The septic tank is equipped with an insert with a hatch for removing insoluble precipitate, which is collected at the bottom of the septic tank, inlet and outlet openings with pipelines, deflector, which is used to equalize the sewage flows into the septic tank, a filter with plastic body, mounted in the filter saddle (made in the form of a bucket with holes in the bottom and filled with washed coke, or other filter material: claydite, slag, wood shavings), on which the suspension is delayed and lightening of the waste water is effected, a calibrated valve, for the dosed flow of lighted waste liquid into the filter well, as well as the normalized residence of the sewage in the septic tank.

Septic tanks can also be made of other materials, reinforced concrete, prefabricated concrete, bricks of special burning, rubble stone, etc., some specially designed tanks, different by volume. The top of the septic tank is covered with reinforced concrete slab with opening for mounting the overhead, inspection hatch, and filter housing. From above, overhead, reinforced concrete slab and the case of septic tank are covered with hydro-insulating material (bitumen, or a mixture of bitumen and diesel fuel in special proportions), than goes a layer of soil up to the top of the hatch, it is tucked down in form of soil slope from the hatch to all sides for the drainage for rain protection. At Fig. 3 sizes of septic tanks are indicated for a family of 5-6 permanent residents.

The inlet piece is equipped with a deflector. The deflector serves to equalize the flow of sewage in the septic, directed to the wall of the septic tank, in the upper part is located a decompression opening through which the gases formed in the septic tank are diverted.

The calibrated valve (Fig. 4, item 9) is made with a hole in the bottom, and in the upper part with a socket opening for adjusting the flow of lighted waste fluid into the filter well after a single large flow of water into the septic tank.

Sewage flows at a low speed (sewage water should be in the septic tank for 3 ... 5 days), it loses its suspended matter, or is lightened. The sediment in the septic tank can be stored for up to two years. During this period, the organic part of the sediment (silt) is decomposed by anaerobic bacteria. Insoluble organic matter is partially converted into gases, raise to the top of the septic tank, and removed through vents. Second part is converted into soluble mineral substances, and another part falls into the precipitate. Due to such processes, the amount of sediment is reduced by several times.

The calculation of septic tank begins with determining the number of permanent inhabitants in the buildings – m . Then the water flow rate per person per day in liters/day – q is determined. Daily water consumption:

$$q_{daily} = q \cdot m \text{ (liters/day)}. \quad (1)$$

The volume of septic tanks is determined from the condition of five days sewage treatment in septic tank. But the volume of the septic tank is not filled completely

$$V_{septic} = q_{daily} \cdot 5 \text{ (liters)}. \quad (2)$$

Then the estimated volume of the septic tank

$$V_{septic.est} = V_{septic} + 0,15 V_{septic} = 1,15 V_{septic}. \quad (3)$$

The value of h (see Fig. 3) is determined from the condition of daily consumption of water (m^3/day) by inhabitants

$$h = q_{\text{daily}} / S, \quad (4)$$

where S is the cross-sectional area of the treatment plant (m^2).

There is an empirical formula for calculating the volume of a septic tank from a condition: if the daily water consumption is up to 5 m^3 per day, then the volume of the septic tank should be three times larger than the amount of wastewater per day:

$$V_{\text{septic.est}} = 3 q_{\text{daily}}, \quad (5)$$

Sewage ventilation is performed due to the air space between the ceiling of the septic tank and the foam of the fatty substances that pops up to the surface of the sewage. Due to the fact that sewage does not flow to the septic tank continuously, but with some intervals, ventilation is carried out through a decompression opening, a sewage pipe, a riser of the internal sewage system, the open end of which goes in the form of a fan tube behind the roof of the building.

There are two-chambered septic tanks. Total volume is divided between first and second chamber as 0.75 and 0.25 of the total estimated volume of the septic tank. Such septic tanks are used to increase presence time of sewage in septic tank.

Septics are cleaned from silt once every two years. Silt is not removed completely, leaving up to 10% of the volume of sludge is good for better reproduction of bacteria performing process of decomposition of organic and mineral substances.

The filter is washed twice a year. A filtering bucket is removed. Filtering material is poured onto a polyethylene film and washed under a jet of water. Then loaded back into the bucket and set to a place. If a wooden chip is used as a filter material, then it is thrown into a compost pit and a new one is loaded into the filter.

Filter wells, underground filtration fields, sand-gravel filters and filter trenches are used for biological treatment of wastewater in small-scale treatment plants. Type of filtering structures is chosen depending on the filtering effectiveness and characteristics of soils, amount of sewage, availability of free place for their placement, risk of contamination of aquifers used for water supply, sanitary conditions of treated wastewater, etc.

Filter wells are the most simple and cheap wastewater treatment plants. But their area of use is limited. Wells can only be used with sand or sandy soils. On loamy soils, as well as in cracked rocks, filter wells are prohibited. The second point that limits the wide use of filter wells is their low productivity. They can be used in small-sized wastewater treatment plants with a volume of sewage up to $1 \dots 1,5 \text{ m}^3/\text{day}$. (Fig. 4). If groundwater is used for household water supply, filter wells must be built at a distance of at least 30 meters from the water supply source.

Filter wells are made of reinforced concrete rings, special brick, rubble stone. Sizes of the filter well are given in Fig. 4 for 5-6 permanent residents. The walls and bottom of the wells are water permeable. To do this, at the bottom of the filter well, there are holes with a diameter of $20 \dots 25 \text{ mm}$ at a distance of 150 mm from each other. Under a filter well, there is a gravel bed with height of $400 \dots 500 \text{ mm}$. In the well, there is also a gravel layer with a height of 500 mm , and outside the filter well, gravel is located within a ring of gravel with width of 400 mm up to position of drainage holes (1 m). As a filter material can be used gravel, crushed stone with a

size of 30 ... 50 mm, coke, slag. The top of the well is covered with a reinforced concrete slab with an overlay, a hatch with diameter of 600 ... 700 mm and a ventilation riser. To prevent the rainwater from entering the filter well, waterproofing the hatch, overlay, floor slabs and the upper part of the ring must be performed.

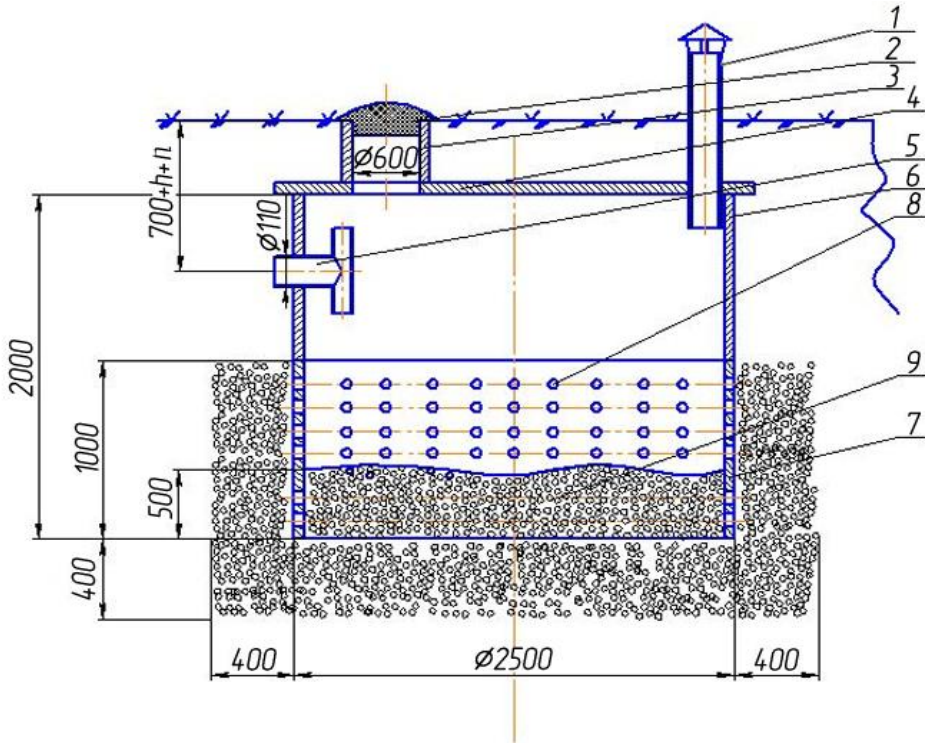


Fig. 4 – Filter well:

- 1 – ventilation riser; 2 – inspection hatch; 3 – overlay;
- 4 – reinforced concrete floor; 5 – drain device; 6, 7 – reinforced concrete rings;
- 8 – drainage holes; 9 – rubble

The value of n (see Fig. 4) is determined from the condition of sewage self-flow from the septic tank to the filter well.

Filter wells are located at a distance of at least 30 m from the water intake.

Conclusions

Small-sized wastewater treatment plants can be autonomous without using electricity.

Using the proposed calculations and design decisions you can calculate and create a project for the sewage treatment for individual house.

Small-sized wastewater treatment plant is a few steps forward compared to the cesspool.

Sanitary situation in the locations of small-scale treatment plants meets the requirements of environmental safety.

REFERENCES

1. Гончарук Е.И., Давиденко А.И., Каминский Я.М., Кигель М.Е., Полищук Ю.С. Малогабаритные очистные сооружения канализации. К.: “Будівельник”, 1974 – 256 с.
2. Голованова М.А., Кириенко П.Г., Варламов Е.Н. Экономическая эффективность применения автономной системы очистки канализационных стоков. VII міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення». Том 2, С. 87–92, Харків – 2011.
3. Патент UA № 95720 від 25.08.2011, бюл. №16, МПК(2011.01) B01D 21/00, C02F 3/00, C02F 3/28 (2006.01), C02F 3/34 (2006.01), Септик для біологічного очищення побутових стічних вод, Кириєнко П.Г. та ін.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Goncharuk, E. I., Davidenko, A. I., Kaminskij, Ja. M., Kigel, M. E., & Polishhuk, Ju. S. (1974). *Small sewage wastewater treatment plants for sewerage*. Kyiv: Budivel'nyk (in Russian).
2. Golovanova, M. A., Kirienko, P. G., & Varlamov, E. N. (2011). Jekonomicheskaja jeffektivnost' primenenija avtonomnoj sistemy ochistki kanalizacionnyh stokov. In *VII mizhnarodna naukovo-praktichna konferencija "Ekologichna bezpeka: problemi i shljahi virishennja"* (pp. 87-92). Kharkiv (in Russian).
3. Kirienko, P. G. (2011). *UA. Patent No. 95720. Septyk dlja biologichnogo ochyshhennja pobutovyh stichnyh vod.* (in Ukrainian).

Text of the article was accepted by Editorial Team 20.06.2018

П.Г. Кириєнко, О.В. Бегін, Н.В. Кузнецова

МАЛОГАБАРИТНІ ОЧИСНІ СПОРУДИ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТИЧНИХ ВОД

Анотація. Малогабаритні очисні споруди каналізації використовуються для очищення побутових стічних вод від індивідуальних житлових будинків, невеликих шкіл, придорожніх кафе, ресторанів, невеликих залізничних станцій, кемпінгів та ін., де немає централізованої каналізаційної мережі. В тих випадках, коли бракує місця для розміщення малогабаритних очисних споруд, автори пропонують використовувати септики спеціальних конструкцій і дренажні колодязі. Запропоновані очисні споруди розташовують біля місць каналізування, але не ближче 3 метрів від споруди, для септиків. Дренажні колодязі розташовують на відстані від 2 до 3 м біля септиків. Каналізаційні стоки збираються будинковими каналізаційними мережами і самоплинно надходять в септик. Септики розраховуються на перебування стоків у ньому від 3 до 5 діб, а потім перетікають, фільтруючись через спеціальний фільтр, у дренажний колодязь. При цьому не використовується електроенергія. В дренажному колодязі стоки доочищаються і фільтруються в ґрунт. В екологічному відношенні біля очисних споруд, запропонованих авторами, не відбувається забруднення ґрунтів, підземних водних горизонтів. Санітарна обстановка стабільна і прогнозована.

Ключові слова: малогабаритні каналізаційні очисні споруди; каналізація; побутові стічні води; біологічне очищення стічних вод; технологія очищення; будівництво очисних споруд; септик; дренажний колодязь

Кириєнко Петро Григорович

кандидат технічних наук, доцент кафедри хімії, екології та експертних технологій, Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Адреса робоча: 61070 Україна, м. Харків, вул. Чкалова, 17

Тел: +380506194055 **e-mail:** p.kirienko@khai.edu

Бетін Олександр Володимирович

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімії, екології та експертних технологій Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Адреса робоча: 61070 Україна, м. Харків, вул. Чкалова, 17

Тел: +380679595683, **e-mail:** o.betin@khai.edu

Кузнецова Наталія Володимирівна

доцент кафедри хімії, екології та експертних технологій Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Адреса робоча: 61070 Україна, м. Харків, вул. Чкалова, 17

Тел: +380675886580, **e-mail:** n.kusnetsova@khai.edu

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ТА СИСТЕМИ INFORMATION RESOURCES AND SYSTEMS

UDC 004.912

Yevheniy B. Shapovalov¹, Postgraduate student at the Department of Biochemistry and Environmental Control of the National University of Food Technologies, Researcher at the National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine"
ORCID ID 0000-0003-3732-9486 *e-mail*: Gws0731512025@gmail.com

Viktor B. Shapovalov², Postgraduate student
ORCID ID: 0000-0001-6315-649X *e-mail*: 2429920@gmail.com

Oleksandr Ye. Stryzhak¹, D. S. (Engineering), Acting Deputy Director for Science
ORCID ID 0000-0002-4954-3650 *e-mail*: stryzhak@man.gov.ua

Anatoliy I. Salyuk³, Professor at the Department of Food Chemistry
ORCID ID 0000-0003-3949-1962 *e-mail*: Salyuk2008@gmail.com

¹National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

²Institute of Telecommunication and Global Information Space of NASU, Kyiv, Ukraine

³National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ONTOLOGY BASED SYSTEMAZING OF THE SCIENCE INFORMATION DEVOTED TO WASTE UTILIZING BY METHANOGENESYS

Abstract. *Quantity of the scientific materials in the field of biogas production is growing. Thus, it is actual to provide informational management of it. Previously text documents and not-interactive pictures were used to describe it. The approach to systematization of scientific information on the production of biogas based on the ontological IT platform of TODOS is developed. It is proposed to separate the semantic characteristics of each work for their further introduction it into the IT platform of the TODOS. To construct a system of ranking of previous studies, we have identified the semantic characteristics of scientific research devoted to the production of biogas from chicken manure. Temperature (°C), volume of reactor (l), chicken manure content (%), moisture content (%), active sludge content (%), final solids content (%), biogas production and methane (ml/g TS), methane content (%), year of the research, ammonium nitrogen content (mg/l), VFA (mg/l), pH is final, initial pH, minimum pH, maximum pH were used to create ontology management system of the previous researches devoted to biogas production. The characteristics of the microorganisms were used to create the ontology based system of the microorganism selection. Google sheets was used to create base of knowledge and previous researches. An ontological graph with a ranking function for previous*

© Ye.B. Shapovalov, V.B. Shapovalov, O.Ye. Stryzhak, A.I. Salyuk, 2018

scientific research and a system of selection of microorganisms has been developed. Thus, the proposed systems allow to systematize previous research and theoretical information devoted to help of ontological graphs and provide information management in this field. Developed approaches allow us to analyze the results of previous research and theoretical information which provides systemizing of information and information management in general.

Keywords: *biogas information; ontology; information management; TODOS; systematization*

Є.Б. Шаповалов¹, В.Б. Шаповалов², О.Є. Стрижак¹, А.І. Салюк³

¹ Національний центр “Мала академія наук України”, м. Київ, Україна

² Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору, м. Київ, Україна

³ Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ОНТОЛОГІЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ШЛЯХОМ МЕТАНОГЕНЕЗУ

***Анотація.** Розроблено підхід до систематизації наукової інформації щодо виробництва біогазу на базі онтологічної ІТ-платформи ТОДОС. Запропоновано визначати семантичні характеристики кожної роботи для їх подальшого внесення до ІТ-платформи ТОДОС. Розроблено онтологічний граф з функцією ранжування для попередніх наукових досліджень та системи добору мікроорганізмів. Реалізація онтологічного підходу до аналізу наукової інформації забезпечує високий рівень інформаційного менеджменту науковими дослідженнями.*

***Ключові слова:** біогаз; онтологія; інформаційний менеджмент; ТОДОС; систематизація*

Вступ

Протягом останніх десятиліть кількісний обсяг наукової інформації, що розробляється та отримано у процесі наукових досліджень, стрімко зростає, а її аналіз стає все більш складним та ресурсозатратним.

Спостерігається тенденція до зростання кількості наукових публікацій та патентів, присвячених виробництву біогазу, причому ріст, починаючи з 2000 року, є експоненційним. Так, кількість патентів, присвячених виробництву біогазу, у 2000 році була близькою до 70, а у 2017 році становила 2235 (рис. 1). Кількість статей також характеризувалась подібною тенденцією: у 2000 році була близькою до 50, а 2017 року становила 3,959 (рис. 2) [8].

Окрім того, існує досить велика кількість несистематизованих даних, які необхідно використовувати при біотехнологічних дослідженнях. Враховуючи, що інформація накопичується, її науково-аналітичне оброблення з кожним роком ставатиме все складнішим, а отже, постає проблема щодо інформаційного менеджменту наукової галузі, зокрема, щодо виробництва біогазу.

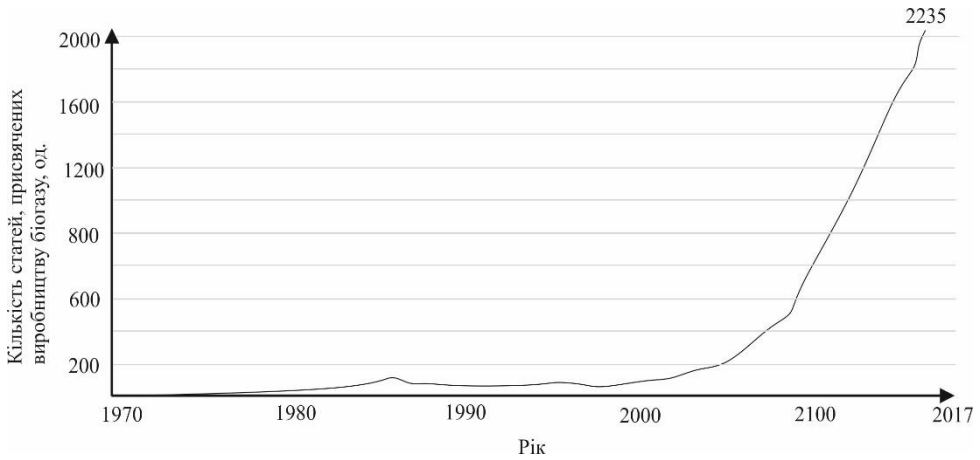


Рис. 1 – Кількість патентів, присвячених виробництву біогазу [8]

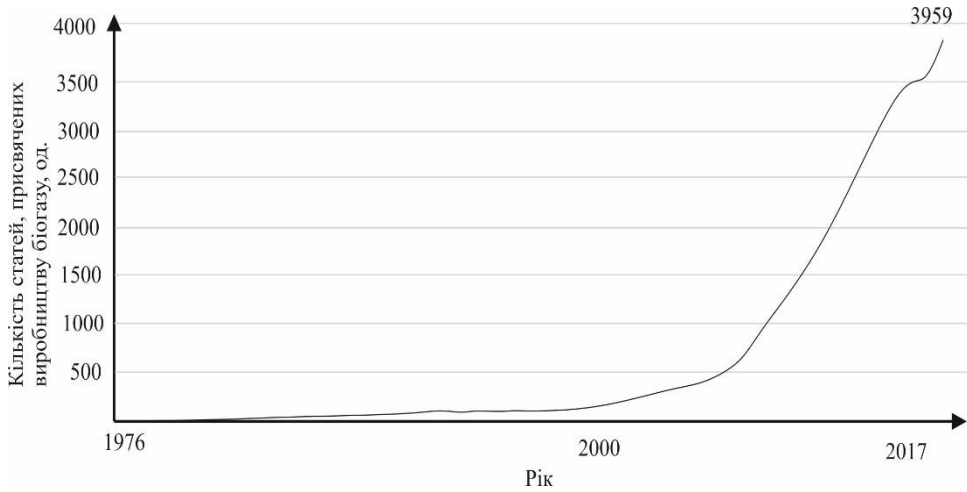


Рис. 2 – Кількість статей, присвячених виробництву біогазу [8]

Мета роботи: запропонувати підхід до систематизації інформації щодо виробництва біогазу для проведення наукової роботи.

Літературний огляд

На даний момент застосовуються інструменти, які не дозволяють проводити глибинний семантичний аналіз літературних даних, а дають змогу лише отримувати результати, що релевантні за запитом користувача. Для цього зазвичай використовують індексатор Google і запити до безлічі існуючих наукометричних баз даних типу Google scholar, Microsoft Academy, Scopus [7, 9, 10].

Недоліком використання таких систем є відсутність інформаційного менеджменту. Зокрема, актуальні є розробка систем, що дозволяють оперативно підібрати наукову роботу, з якою необхідно ознайомитись досліднику. Одним з якісних шляхів вирішення вказаної проблеми є ранжування наукових результатів за характеристиками, які є важливими для дослідника.

Технологічну платформу, яка забезпечує операціональність виконання вказаної задачі, найбільш ефективно реалізовувати за допомогою сервісів когнітивної ІТ-ТОДОС. Вона дозволяє виділити семантичні характеристики кожної наукової праці, які можуть бути використані у якості критеріїв вибору наукових досліджень [2]. Приклад систем ранжування представлений на рис. 3 та 4.

Вибір	Ім'я	Ваг. Коеф.	Опт (max/min)	Способи задання вагових коефіцієнтів		
				Бальна шкала (10)	Лінгвістична шкала	Ранжування
<input checked="" type="checkbox"/>	gis_point	0.143	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Область	0.143	max	6	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Район	0.143	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Площа ділянки (га)	0.143	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Обсяг відходів (т)	0.143	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Середньодобовий обсяг відходів (т)	0.143	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Середньодобовий обсяг відходів (м3)	0.143	max	5	Середня важливість	1
7/7	Система переваг			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 3 – Класичний вигляд системи ранжування онтологічних вершин

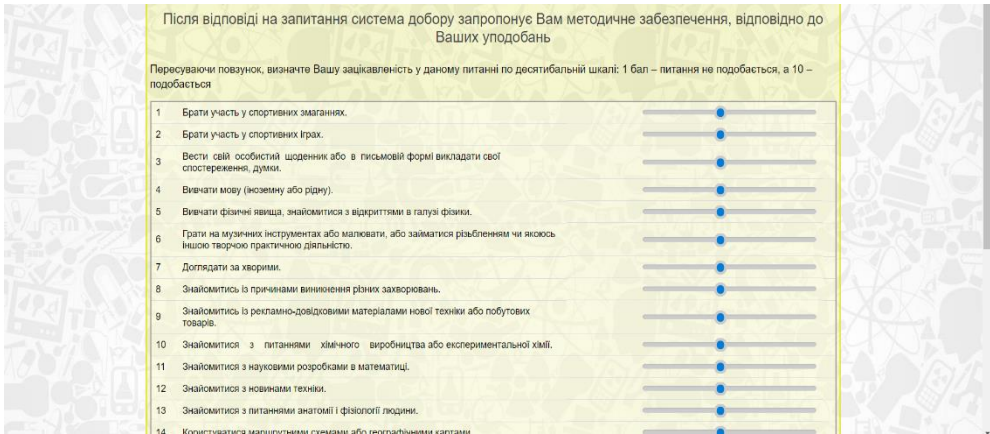


Рис. 4 – Оновлений вигляд системи ранжування результатів

Однак, систематизація наукових даних з використанням ранжування семантичних характеристик попередніх напрацювань у галузі біотехнологічних досліджень на сьогодні не була реалізованою. Тому науковою задачею є адаптація платформи, здатної ранжувати дані за значеннями семантичних характеристик, для використання її з метою систематизації попередніх досліджень. Даний підхід можливо реалізувати за умови, якщо цифрові характеристики мають кількісні значення.

Досить часто для дослідження необхідно використовувати теоретичну інформацію, що не має числових виразів. Прикладом такого теоретичного матеріалу є класифікація мікроорганізмів. Однак, на даний момент

класифікація мікроорганізмів представлена у вигляді схем та ієрархій, які не дозволяють швидко та оперативно працювати з інформацією. Операціональність використання таких ієрархій суттєво підвищується на основі їх перетворення у таксономічний вигляд [6]. Приклад підходу до відображення систематизації таксономії мікроорганізмів показаний на рис. 5.

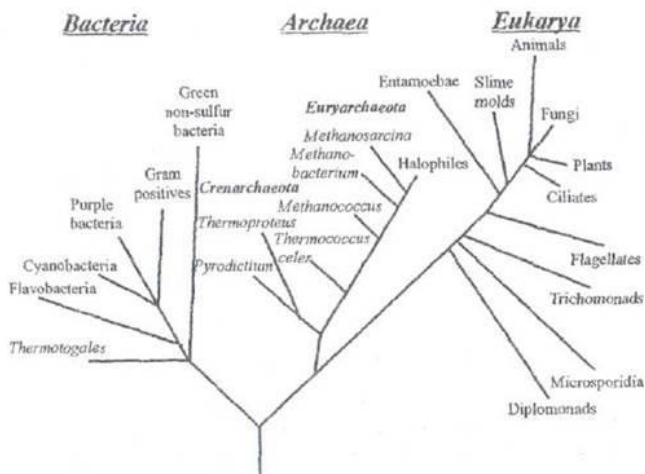


Рис. 5 – Приклад підходу до відображення систематизації таксономії мікроорганізмів

Для інформаційного менеджменту інформації про мікроорганізми запропоновано використовувати інструмент фільтрування, який реалізовано у середовищі ІТ-платформи ТОДОС. Частково дана функція вже реалізована попередньо, однак вперше запропоновано використовувати її як спосіб систематизованого відображення інформації при проведенні наукових робіт [1, 4, 5]. Функція фільтрування ІТ-платформи ТОДОС на прикладі системи підбору біотехнологій для очистки води представлена на рис. 6.

ONTOLOGY

Змінити режим перегляду

ФІЛЬТРУВАТИ ✖

▼ АНАЛІЗ
Властивості об'єкта:

▼ Автоматизація

▼ Забудовки

▼ Картика

▼ Коefіцієнт зниження ХСК

▼ Коefіцієнт зниження колоїдних часточок

▼ Коefіцієнт зниження грубих забруднень

▼ Коefіцієнт зниження БСК

№	НАЗВА	ТИП	ОЦІНЕННЯ ВІД ЧАСТОЧОК	ПРИЗНАЧЕННЯ	УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ, БСК	УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ, ХСК	УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ, КОЛОЇДНИХ ЧАСТОЧОК	УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ, ГРУБИХ ЧАСТОЧОК	УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ, РН	ЗАБУДОВИ
1	Грати грубі періодично рухомі з ручним очищенням	Грати	Грубі (20-200 мкм)	Загратилення грубих часточок	Буд-лю	Буд-лю	Буд-лю	Наявність	6,5-8,5	Глині дерево Папір Картон Поліестери Деревина Кваїни Пластмаси Восни смолки мелю
	Грати грубі періодично рухомі з механічним очищенням									Глині дерево Папір Картон Поліестери

Рис. 6 – Приклад фільтрування підходів екологічної біотехнології з використанням фільтрування відображень

Особливості роботи інструментів фільтрування та ранжування представлені у наших попередніх роботах [1, 4, 5].

Матеріали і методи досліджень

Зберігання інформації здійснювалось з використанням google таблиць для забезпечення сумісного доступу та подальшої їх конвертації у таблиці Excel формату xls та csv. Отримані документи використовувались для створення структури онтології (xls) та наповнення онтологічних графів ранжування та фільтрування. Для цього вони завантажувались у editor4, що є складовою ІТ-платформи ТОДОС. Після чого здійснювалась генерація графу та внесення семантичних характеристик до кожної вершини. Отримані онтологічні графи відкривались у відповідному вигляді, ранжування або фільтрування.

Результати і обговорення

Для побудови системи ранжування попередніх досліджень нами виділено семантичні характеристики наукових досліджень, присвячених виробництву біогазу з курячого посліду. До таких семантичних характеристик віднесено температуру (°C), об'єм реактору (л), вміст курячого посліду (%), вміст вологи (%), вміст активного мулу (%), кінцевий вміст сухих речовин (%), виробництво біогазу та метану (мл/г СОР), вміст метану (%), рік, вміст амонійного Нітрогену (мг/л), ЛЖК (мг/л), рН кінцеве, рН початкове, рН мінімальне, рН максимальне [3].

Дані семантичні характеристики були виділені з досліджень, що стосуються твердофазної ферментації, та внесені у google таблиці (рис. 7).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	підоропатів	Температура, С	Об'єм, л	н на реактор,	т курячого посліду	кінцевий вміст	вміст сульфату	вміст сульфату	вміст, % до об'єму	вміст сульфату у відношенні	вміст СР у роз	Біогазу, мл/г	кід біогазу, мл/г	метану, мл/г	кід метану
2	skop methane for	37	0,125		50	вміст виходу				50	22,5		19	25	4,4
3	skop methane for	55	0,125		50	вміст виходу				50	22,5				
4	skop methane for	65	0,125		50	вміст виходу				50	22,5				
5	estion of Poultury	35	0,2		14		11			75	20				
6	2 2015 Abouel	35	0,2		14		11			75	20			406,4	
7	estion of Poultury	35	0,2		14		11			75	20				
8	4 2015 Abouel	55	0,2		14		11			75	20			323,4	
9	estion of Poultury	55	0,2		14		11			75	20				
10	6 2015 Abouel	55	0,2		14		11			75	20				

Рис. 7 – Загальний вигляд вкладного файлу для системи ранжування результатів літературного огляду

Дані таблиці за методами, описаними у наших попередніх статтях [1, 4, 5], внесені до ІТ-платформи ТОДОС. Внаслідок цього стало можливим застосувати ранжування до наукових результатів. Загальний вигляд онтології представлений на рис. 8. Інтерфейс вибору важливості показників представлений на рис. 9, а інтерфейс ранжування результатів – на рис. 10.

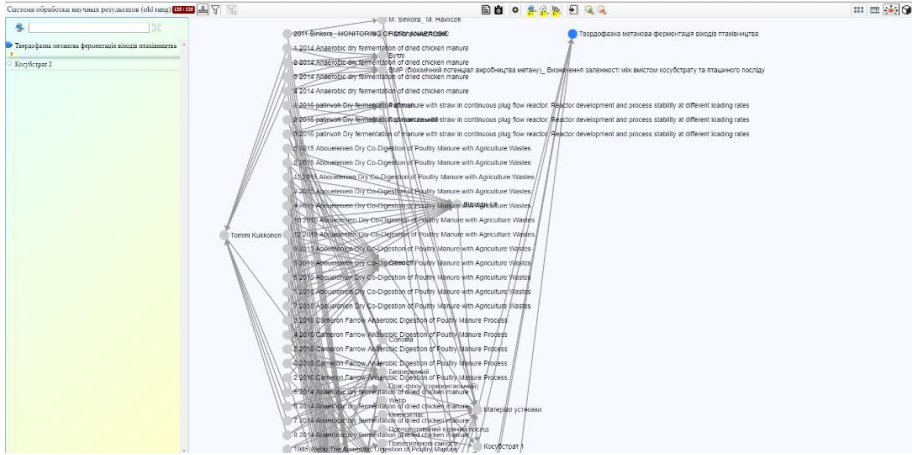


Рис. 8 – Загальний вигляд онтології попередніх досліджень

Система обробки научних результатів (old gang)
(Оптимізація)

Вибір	Назва	Важ. Коэф.	Опт. (максимум)	Способи задання вагових коефіцієнтів		
				Бальна шкала (10)	Лінійна шкала	Раюкування
<input checked="" type="checkbox"/>	Температура, С	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Об'єм, л	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Вміст курячого посліду, %	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Вміст волопи, % до об'єму субстрату	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Вміст активного мулу у відношенні до субстрату, %	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Кінцевий вміст СР у реакторі, %	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Вихід метану, мл/г СОР	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Вміст метану, %	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Рік	0.038	макс	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Результат	0.038	макс	5	Середня важливість	1

Рис. 9 – Інтерфейс вибору важливості показників

Діагона

#	Елементи	Значення	Ранжування									
			Температура, С	Об'єм, л	Вміст курячого посліду, %	Вміст волопи, % до об'єму субстрату	Вміст активного мулу у відношенні до субстрату, %	Кінцевий вміст СР у реакторі, %	Вихід метану, мл/г СОР	Вміст метану, %	Рік	Результат
1	1999 Callaghan Co-digestion of waste organic solids: batch studies	0.272	35	1	20	10	15	70	1999			пері
2	2 1985 JANFRANKIA HIGH-SOLIDS ANAEROBIC FERMENTATION OF	0.25	35	15	71	35	42,952	1985			Пері	
	2009 Ahn Evaluation of Biogas										Свинний навоз характеризувався високою буферністю, тому процес проходив. Рівень амонійного азоту не був дуже високий для інгібування	

Рис. 10 – Інтерфейс ранжування наукових результатів

Інтерфейс вибору пріоритетів семантичних характеристик для ранжування дозволяє враховувати пріоритетність сучасних статей, при правильному

розставленні критеріїв важливості. Розглянута система дозволяє швидко відсортувати інформацію за необхідним критерієм.

Систематизація знань в галузі біотехнології також може бути ускладнена у зв'язку з тим, що семантичні характеристики не завжди можуть мати кількісне вираження, а отже, система ранжування не завжди може вирішити питання інформаційного менеджменту.

Для таких систем запропоновано виділяти семантичні характеристики та застосовувати функцію фільтрування. Для цього також були запропоновані семантичні характеристики кожного мікроорганізму та внесені у google таблиці. Семантичні характеристики вносились у режимі колективного доступу. Загальний вигляд вкладного файлу для системи добору мікроорганізмів представлено на рис. 11.

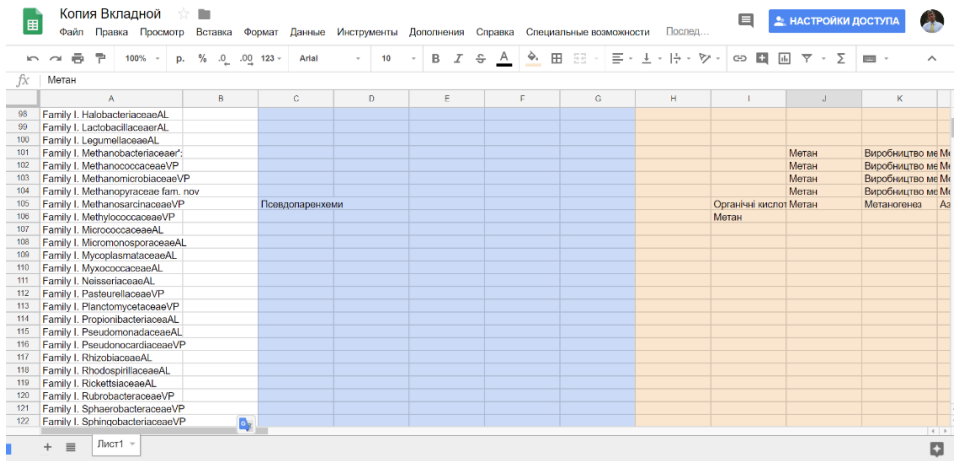


Рис. 11 – Загальний вигляд вкладного файлу для системи добору мікроорганізмів

Отриманий онтологічний граф надає можливість використання функції фільтрування, а відповідно, можливо добрати досліджуваній мікроорганізм або групу мікроорганізмів. Загальний вигляд онтологічної таксономії мікроорганізмів представлений на рис. 12, а загальний вигляд системи добору мікроорганізмів – на рис. 13.



Рис. 12 – Загальний вигляд онтологічної таксономії мікроорганізмів

Products availability	Ecological role	Form	Substrate	Basic media requirements
Genus I. Methylobacterium VP			Метан	
Genus II. Methylobacterium VP			Метан	
Genus III. Methylobacterium VP			Метан	
Genus XIII. Methylobacterium VP Genus I. Methylobacterium MI			Метан	
Genus I. Methylobacterium VP			Метан	
Genus II. Methylobacterium MI			Метан	
Genus III. Methylobacterium VP Genus IV. Methylobacterium TP			Метан	

Рис. 13 – Загальний вигляд системи добору мікроорганізмів

Висновки

Таким чином, запропоновані системи дозволяють систематизувати попередні дослідження та теоретичну інформацію за допомогою онтологічних графів та забезпечити інформаційний менеджмент у даній сфері. Розроблені підходи дозволяють аналізувати результати попередніх досліджень та теоретичну інформацію, а також оперативно працювати з даною інформацією.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Використання інформаційних інструментів для структуризації та візуалізації наукових знань при проведенні попереднього дослідження / І.С. Чернецький, Є.Ю. Пащенко, А.І. Атамась, Є.Б. Шаповалов. // Наукові записки Малої академії наук України : зб. наук. праць. Вип. 7 / Національний центр «Мала академія наук України»; [редкол. : С.О. Довгий (голова), О.Є. Стрижак, І.М. Савченко (відп. ред.) та ін.]. – К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2016. – (Серія: Педагогічні науки, вип. 7), С. 20–28.
2. Величко В.Ю. ТОДОС – ІТ-платформа формування трансдисциплінарних інформаційних середовищ / В.Ю. Величко, М.А. Попова, В.В. Приходнюк, О.Є. Стрижак. – Системи озброєння і військова техніка, 2017. – Вип. 1(49). – С. 10–19.
3. Влияние водопотребления на эффективность метанового брожения куриного помета / А.И. Салюк, С.А. Жадан, Е.Б. Шаповалов, Р.А. Тарасенко. // International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology (ISJAEE). – 2015. – №15–16. – С. 53–58.
4. Доцільність створення систем онтологічного аналізу для інтеграції наукових знань / І.С. Чернецький, Є.Ю. Пащенко, Є.Б. Шаповалов, В.Б. Шаповалов. Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації, збірник статей м. Кам'янець-Подільський. – К.-П.: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2016 – С. 75–84.
5. Інформаційні онтологічні інструменти для забезпечення дослідницького підходу в STEM-навчанні / В. Б. Шаповалов, Є. Б. Шаповалов, А. І. Атамась, Ж. І. Білик. // Обдаровані діти – інтелектуальний потенціал держави матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції 3–10 липня 2017 року м. Чорноморськ, Одеська область. – 2017. – С. 366–371.

6. Шаталкин, А.И. Таксономия. Основания, принципы и правила [Текст] / А.И. Шаталкин. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.
7. Стрижак О.Е. Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – К. – Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. – 2015. – 42 с.
8. Google Scholar [Електронний ресурс] // Google – Режим доступу до ресурсу: <https://scholar.google.com/>
9. Lens.org [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.lens.org>
10. Microsoft Academic [Електронний ресурс] // Microsoft – Режим доступу до ресурсу: <https://academic.microsoft.com/>
11. Scopus [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.scopus.com/home.uri>

Стаття надійшла до редакції 22.08.2018

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Chernec'kyj, I. S., Pashhenko, Y. Y., Atamas', A. I., & Shapovalov, Ye. B. (2016). Vykorystannja informacijnyh instrumentiv dlja strukturyzacji' ta vizualizacji' naukovyh znan' pry provedenni poperedn'ogo doslidzhennja. *Scientific Notes [National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine]. Series: Pedagogical Sciences*, (7), 20-28 (in Ukrainian).
2. Velychko, V. J., Popova, M. A., Pryhodnjuk, V. V., & Stryzhak, O. J. (2017). TODOS – IT-platforma formuvannja transdyscyplinarnyh informacijnyh seredovyshh. *Systemy Ozbroyennja I Vijs'kova Tehnika*, 49(1), 10-19 (in Ukrainian).
3. Saljuk, A. I., Zhadan, S. A., Shapovalov, Y. B., & Tarasenko, R. A. (2015). Vlijanie vodopotreblenija na jeffektivnost' metanovogo brozhenija kurinogo pometa. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology (ISJAE)*, (15-16), 53-58.
4. Chernec'kyj, I. S., Pashhenko, Y. Y., Shapovalov, Y. B., & Shapovalov, V. B. (2016). Docil'nist' stvorennja system ontologichnogo analizu dlja integraciji' naukovyh znan'. *Suchasni Problemy Matematychnogo Modeljuvannja, Prognozuvannja Ta Optyimizaciji'*, 75-84 (in Ukrainian).
5. Shapovalov, V. B., Shapovalov, Ye. B., Atamas', A. I., & Bilyk, Z. I. (2017). Informacijni ontologichni instrumenty dlja zabezpechennja doslidnyck'ogo pidhodu v STEM-navchanni. In *X Mizhnarodna nauково-praktychna konferencija «Obdarovani Dity – Intelektual'nyj Potencial Derzhavy»* (pp. 366-371). Chornomors'k (in Ukrainian).
6. Shatalkin, A. I. (2012). *Taksonomija. Osnovanija, principy i pravila*. Moscow: Tovarišhestvo nauchnyh izdanij KMK (in Russian).
7. Stryzhak, O. E. (2015). *Transdyscyplinarna integracija informacijnyh resursiv* (Doctoral dissertation, Institute of Telecommunication and Global Information Space of NASU) [Abstract]. Kyiv (in Ukrainian).
8. Google Scholar (n.d.). Retrieved from <https://scholar.google.com/>
9. Lens.org (n.d.). Retrieved from <https://www.lens.org>
10. Microsoft Academic (n.d.). Retrieved from <https://academic.microsoft.com/>
11. Scopus (n.d.). Retrieved from <https://www.scopus.com/home.uri>

Text of the article was accepted by Editorial Team 22.08.2018

Шаповалов Евгений Борисович

аспірант кафедри Екологічного контролю Національного університету харчових технологій; науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань НЦ «Мала академія наук України»

Адреса робоча: 04119 Україна, м. Київ, вул. Дегтярівська, 38/44

ORCID ID 0000-0003-3732-9486 e-mail: Gws0731512025@gmail.com

Шаповалов Віктор Борисович

аспірант Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Адреса робоча: 03186 Україна, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13

ORCID ID: 0000-0001-6315-649X **e-mail:** 2429920@gmail.com

Стрижак Олександр Євгенович

доктор технічних наук, заступник директора з наукової роботи Національного центру «Мала академія наук України»

Адреса робоча: 04119 Україна, м. Київ, вул. Дегтярівська, 38/44

ORCID ID 0000-0002-4954-3650 **e-mail:** stryzhak@man.gov.ua

Салюк Анатолій Іванович

професор кафедри харчової хімії Національного університету харчових технологій

Адреса робоча: 01033 Україна, м. Київ, вул. Володимирська, 68

ORCID ID 0000-0003-3949-1962 **e-mail:** Salyuk2008@gmail.com

UDK 621.039(58+75):622.349.5

Ivan P. Drozd, D. S., Senior Researcher, Leading Researcher, Department of Radiobiology and Radioecology
ORCID ID 0000-0002-2965-9082 *e-mail*: idrozdnbu@ukr.net

Institute for Nuclear Research of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

TO THE PROBLEM OF RISK MANAGEMENT IN THE FIELD OF THE ATOMIC INDUSTRY OF UKRAINE

***Summary.** The historical retrospective and modern state of the nuclear industry of Ukraine, including the extractive and power generating industries, are analyzed.*

At this stage, the most important problems are: to define future prospects for the development of the nuclear industry; extension of the term of over-project exploitation of nuclear power units; further decommission the NPP; managing the spent nuclear fuel and radioactive waste.

The peculiarities of introducing a risk-oriented approach at the nuclear industry and energy facilities are discussed: risk assessment and their management.

It is recommended to raise the level of security culture in all branches of the Ukrainian nuclear industry and to recognize the unconditional priority of security over other issues, including those of economic and business nature.

After the collapse of the Soviet Union there were four operating nuclear power plants in Ukraine, as well as the Chernobyl nuclear power plant with its numerous problems. In addition, a number of uranium industry enterprises on the territory of Ukraine and nuclear industry management system and its regulation, requiring significant structural and personnel reform were remained. Despite the economic downturn and political instability in Ukraine, it was succeeded to keep the nuclear energy potential, which is very significant issue in the presence of problems in the fuel and energy complex.

Considering Russia's military aggression against Ukraine the need to replace Russian nuclear fuel reactors with nuclear fuel modifications from other suppliers has been a rose. The replacement will take several years, so to ensure safety during the transition to fuel of a new design will be the main task for nuclear power plants in Ukraine.

At present, about 6000 tons of spent nuclear fuel have been accumulated in Ukraine. Part of the fuel is still being exported to Russia with the purpose of storage and further processing, which in the future has no prospect considering mentioned military aggression.

A large amount of radioactive waste is accumulated in Ukraine. The system of their managing requires an improvement. In particular, the question of the choice of the site for their deep geological disposal is not yet resolved.

Today, Ukraine independently implement only the first stage of the nuclear fuel cycle – extraction of uranium ore and the production of uranium concentrate from it, while providing only about 40% of the needs of Ukrainian NPPs.

The main tasks of risk management in the nuclear industry of Ukraine are as follows:

- adoption of a risk-oriented approach as the basic principle of security;*
- improvement of the legislative and methodological base;*
- training operation and inspection specialists for atomic industry objects;*
- harmonization of the basic principles of a risk-oriented approach with international regulations.*

It is expedient to evaluate and analyze the risks at all nuclear and nuclear energy facilities in Ukraine and, based on this analysis, to develop a perspective vision of industry development.

Keywords: nuclear industry; NPP; risk; risk management; safety culture

І.П. Дрозд

Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ, Україна

ДО ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ В ГАЛУЗЯХ АТОМНОЇ ІНДУСТРІЇ УКРАЇНИ

***Анотація.** Проаналізовано історичну ретроспективу та сучасний стан атомної індустрії України, включаючи видобувну й енергогенеруючу галузі.*

На даному етапі найважливішими проблемами є: визначитись з подальшими перспективами розвитку атомної індустрії; продовження термінів понадпроектної експлуатації атомних енергоблоків; подальше виведення АЕС з експлуатації; поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами.

Обговорюються особливості впровадження ризик-орієнтованого підходу на об'єктах атомної промисловості та енергетики: оцінювання ризиків й управління ними.

Рекомендується в усіх галузях атомної індустрії України підвищувати рівень культури безпеки та визнавати безумовний пріоритет безпеки над іншими питаннями, у т.ч. економічного та бізнесового характеру.

***Ключові слова:** атомна індустрія; АЕС; ризик; управління ризиком; культура безпеки*

Стан атомної індустрії України

Експертний аналіз стану атомної індустрії в Україні детально проведено в [1]. Після розпаду Радянського Союзу в Україні залишились чотири діючі атомні станції із п'ятнадцятьма реакторами, а також Чорнобильська АЕС із її численними проблемами. До того ж на території України залишилося декілька підприємств уранової промисловості і система управління атомною галуззю та її регулювання, що потребувала суттєвого структурного та кадрового реформування. Процеси реформування відбувалися на тлі економічного занепаду та політичної нестабільності. Незважаючи на це, в Україні вдалось зберегти атомний енергетичний потенціал, що є дуже суттєвим за наявності проблем у паливно-енергетичному комплексі, які особливо загострилися після політичних подій 2014 року.

Цілком очевидно, що в нинішній ситуації в Україні необхідно зберегти атомний енергетичний потенціал принаймні на декілька найближчих десятиліть. Для цього уряду, бізнесу та громадськості потрібно буде вирішити декілька важливих першочергових питань, щоб вони найближчим часом не перетворилися на проблеми.

Питання гарантування безпеки діючих АЕС

В історії розвитку атомної енергетики України, за статистичними даними щодо приросту енергогенеруючих потужностей, можна виділити три базові періоди [1].

1. 1977–1991 рр. – дуже швидкий приріст потужностей АЕС – у середньому близько 9% за рік.

2. 1992–2010 рр. – період практичного призупинення введення нових потужностей і повного зупинення роботи всіх блоків Чорнобильської АЕС.

3. 2011–2017 рр. – період перевірки стану блоків АЕС, що відпрацювали проектний термін експлуатації, та продовження їх роботи понад проектний термін на 10–15 років; підготовчі роботи до зняття блоків АЕС з експлуатації.

На сьогодні на українських АЕС працюють 15 ядерних енергоблоків із сумарною потужністю 13 835 МВт (табл. 1).

Таблиця 1 – Генерування електроенергії на атомних електростанціях України

АЕС України			
Назва АЕС	Кількість та тип енергоблоків	Загальна потужність, МВт	Особливі відмітки
ЧАЕС	4 РВПК-1000	4000	Знаходиться на стадії зняття з експлуатації.
ПУАЕС	3 ВВЕР-1000	3000	На 2, 3-му блоках використовують паливо Westinghouse.
ЗАЕС	6 ВВЕР-1000	6000	Наявність ССВЯП. У 1, 3, 4, 5-й блоки завантажено паливо Westinghouse. Пожежа в кабельній шахті у 1984 р.
РАЕС	2 ВВЕР-440 2 ВВЕР-1000	2835	Карстові процеси. Підготовка до завантаження палива Westinghouse у 3-й блок.
ХАЕС	2 ВВЕР-1000	2000	Викид радіоактивної пари в гермоприміщення. Загинула 1 людина (1996).

У сумарній структурі потужності електричної генерації України АЕС займають лише 25%. Проте останніми роками вони виробляють до 55% усієї електричної енергії країни.

На сьогодні сім із п'ятнадцяти реакторних блоків, що перебувають в експлуатації, мають подовжений термін експлуатації [2]. Інші досягнуть їхнього рівня в найближчі три – п'ять років. Незважаючи на те, що подовження терміну експлуатації атомних блоків є міжнародною практикою, є підстави вважати, що вони є менш надійними, ніж нові. Крім цього, подовжені терміни експлуатації теж скоро закінчаться.

Зважаючи на військову агресію Російської Федерації проти України, варто з розумінням ставитись до заміни в реакторах ядерного палива російського

дизайну на модифікацію ядерного палива інших постачальників, наприклад компанії Westinghouse [1]. Перехід до палива компанії Westinghouse триватиме декілька років, тому, попри всі внутрішні та зовнішні обставини, для атомних станцій України головним завданням буде гарантування безпеки при переході до палива нового дизайну.

Виведення з експлуатації атомних блоків – це складний і дорогий процес. Згідно з оцінками економістів, витрати при цьому становлять близько 60% капітальних витрат на будівництво.

Стосовно АЕС, які мають бути виведені з експлуатації до 2055 р., очевидно слід зосередитися на заснуванні спеціального фонду, розробці концепції, програм і технології виведення з експлуатації з урахуванням досвіду країн, у яких цей процес уже втілюється в життя [1]. У вирішенні перерахованих завдань важливу роль відіграє міжнародна співпраця, яка має зміцнюватись для гарантування цілковитої безпеки.

Питання поводження з відпрацьованим ядерним паливом [1, 3]

На цей час в Україні накопичено близько 6000 тонн відпрацьованого ядерного палива (ВЯП), більша частина якого зберігається у сховищах «вологого типу», за винятком 1350 тонн, що перебувають у сховищі «сухого типу» Запорізької АЕС. Наразі частина палива з реакторів українських АЕС досі вивозиться з метою зберігання та подальшої обробки до Російської Федерації. Однак енергетична стратегія України відносно поводження з ВЯП передбачає реалізацію так званого «відкладеного рішення», згідно з яким ВЯП тривалий час (50 і більше років) зберігатиметься у власних сховищах із подальшим визначенням майбутніх перспектив. Для цього слід буде втілити в життя проект спорудження централізованого сховища ВЯП у Чорнобильській зоні відчуження, обговорення якого відбувається вже тривалий час. Для України вирішення питання поводження з ВЯП – це насамперед вирішення питання фінансових ресурсів. Безсумнівно, без міжнародної допомоги розв'язати це питання буде надто складно.

Питання поводження з радіоактивними відходами [1, 3]

Україна посідає друге місце в Європі за кількістю накопичених радіоактивних відходів (РАВ) різного рівня. Система поводження з РАВ вимагає розвитку та вдосконалення. Зокрема, наразі не вирішено питання про вибір майданчика для глибинного геологічного захоронення високоактивних РАВ із тривалим терміном потенційної небезпеки. Це одне з найважливіших питань, оскільки вже у 2018 році Україна має почати забирати високоактивні відходи з ВО «Маяк» (Російська Федерація), що утворилися в результаті перероблення відпрацьованого палива з реакторів ВВЕР-440 Рівненської АЕС. Це питання не лише безпеки, але й економіки, адже порушення умов угод може призвести до застосування штрафних санкцій.

Родовища урану в Україні [1, 4]

Українські поклади урану сконцентровані в Дніпропетровській і Кіровоградській областях. З 1945 р. і донині уран видобували на 11 родовищах,

які сьогодні мають різний статус. Чотири найстаріших (Первомайське, Жовторіченське, Девладово та Братське) вичерпалися у 1950–1990-х роках; ще три (Сафонівське, Северинівське та Квітневе) або законсервовані, або не розробляються через брак коштів. Активно нині розробляються Мічуринське, Ватутинське, Центральне та Новокостянтинівське уранові родовища поблизу Кропивницького.

Нині переробку й первинне збагачення уранової руди здійснює ДП «СхідГЗК» – єдине в Україні підприємство, що забезпечує видобуток природного урану і виробництво його оксидного концентрату. Воно підпорядковане Міністерству енергетики та вугільної промисловості України.

Як відомо, ядерний паливний цикл (ЯПЦ) в Україні є неповним, і у зв'язку з цим значною мірою розвиток ядерної енергетики в наявному форматі його функціонування залежить від Росії (рис. 1) [5]. У цей час самостійно Україна реалізує лише першу стадію ЯПЦ – видобуток уранової руди та виробництво з неї уранового концентрату, забезпечуючи при цьому лише близько 40% від потреби українських АЕС – близько 1000 тонн уранового концентрату з необхідних 2,5 тис. тонн. Увесь виготовлений в Україні урановий концентрат до останнього часу перероблявся в Росії.

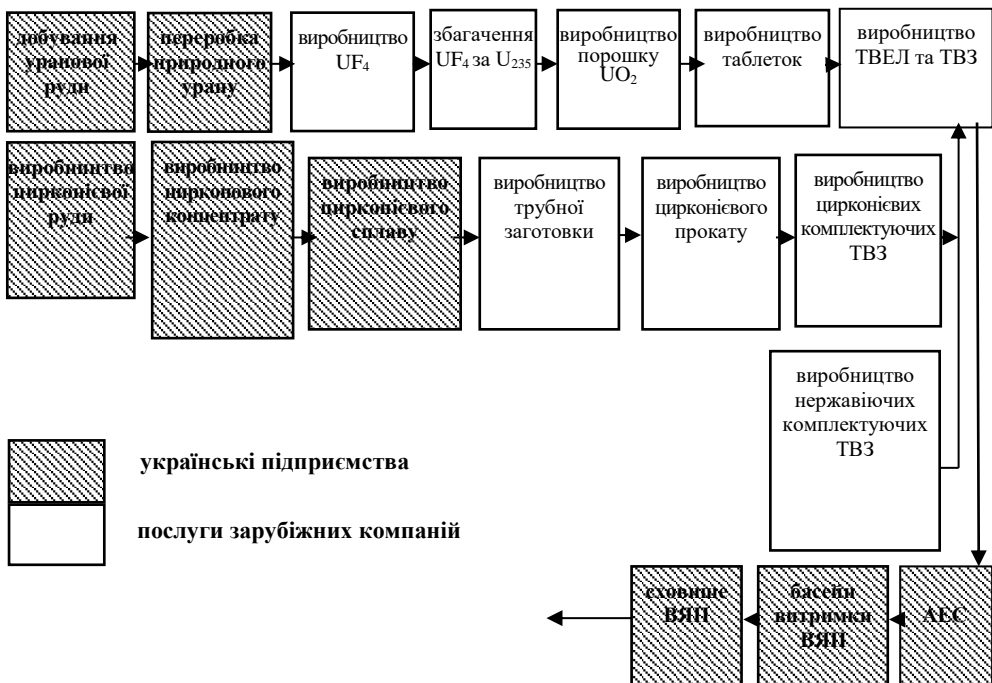


Рис. 1 – Структура ядерно-паливного циклу України

Ризики в атомній промисловості [5]

Багато навчальних посібників, стандарти та навіть Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" [6] ототожнюють ризик з імовірністю небажаної події.

Так, у законі наведені такі визначення:

– "ризик – ступінь імовірності визначеної негативної події, що може відбутися у визначений час при визначених обставинах на території об'єкта підвищеної небезпеки чи за його межами;

– управління ризиком – процес прийняття рішень та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику."

Викладене дає підстави для висновку про помилкове визначення поняття ризику у вітчизняній практиці.

Ризик необхідно визначати як *добуток імовірності небажаної події на збиток, що вона може принести.*

Концепція прийнятого ризику містить дві складові, а саме оцінку ризику та керування ризиком.

Оцінка ризику – це аналіз виникнення і масштабів ризику в конкретній ситуації. Головне призначення її – це визначення пріоритетів серед спектру негативних впливів і в пов'язаному з цим порівнянні застосованих заходів. Оцінка ризику запроваджується, щоб визначити причини існуючих проблем.

Процес розробки рішення про те, як усунути причини відповідних небезпек, є *керування ризиком.*

У міжнародній практиці поширеним підходом до управління ризиками є так звана «П'ятикрокова система» [7–9].

Крок 1. Ідентифікація небезпек, що призводять до ризику. На цьому етапі потрібно розглянути на робочому місці все, що потенційно може спричинити заподіяння шкоди, і визначити працівників, які можуть зазнати небезпеки.

Крок 2. Оцінювання та «ранжирування» ризиків (їх серйозність, імовірність, розподіл за важливістю).

Крок 3. Визначення превентивних заходів. На цьому етапі необхідно ідентифікувати підходящі заходи для виключення ризиків та управління ними.

Крок 4. Вживання заходів. Реалізація цього кроку полягає у складанні плану реалізації захисних та превентивних заходів, визначенні, хто, що і коли конкретно робить і якими засобами забезпечується виконання запланованих заходів.

Крок 5. Моніторинг та перевірка. Оцінку слід проводити на регулярній основі. Результати оцінки повинні переглядатися при значущих змінах в організації виробництва, а також при нещасних випадках.

Оцінка ризику в атомній енергетиці [5]

Як будь-який інший великий промисловий комплекс, АЕС є джерелом ризику для навколишнього середовища. Ризик цей пов'язаний в основному з виробництвом, утриманням і збереженням радіоактивних речовин. Для того щоб ризик був прийнятним, впроваджуються різні заходи на всіх етапах життєвого циклу АЕС, починаючи з розробки і закінчуючи її демонтажем та утилізацією радіоактивних відходів.

Мірою ризику в суспільстві при значенні ризику рівному одиниці є ціна життя людини. Так події, у результаті яких один нещасний випадок із смертельним результатом відбувається на один мільйон людей, звичайно не помічаються в суспільстві (імовірність виникнення $P = 10^{-6}$), а події, які мають частоту летального результату $P > 10^{-6}$ розцінюються як нещасні випадки.

Законодавство багатьох країн, їх нормативно-правова база щодо експлуатації атомних станцій встановлюють допустимі значення частот подій з летальним результатом у межах $1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ подій у рік на один реактор. Відповідно до норм радіаційної безпеки України при визначенні величини ризику оперують такими поняттями, як прийнятний ризик і верхня межа індивідуального ризику. Рівень прийнятного ризику для персоналу приймається на рівні $1 \cdot 10^{-4}$ за рік, а для населення – $1 \cdot 10^{-5}$ за рік, верхня межа індивідуального ризику для опромінення осіб з персоналу приймається на рівні $1 \cdot 10^{-3}$ за рік, а для населення – $5 \cdot 10^{-5}$ за рік.

Економічний збиток законодавством не нормується.

Як правило, якісна і кількісна оцінка ризиків виконуються за допомогою готових комп'ютерних програм – так званих імовірнісних кодів, що розроблені для проведення імовірнісного аналізу безпеки (ІАБ) [5]. Найбільш розповсюдженими з них є коди з використанням моделей дерев подій і дерев відмов, зокрема ІККА8.

Перший розрахунок, який виконується – це розрахунок частоти uszkodження активної зони реакторної установки, або ІАБ 1 рівня.

Крім ІАБ-1, до імовірнісних аналізів безпеки АЕС можуть входити розрахунки інших рівнів:

ІАБ-2,

ІАБ-3,

а також "Living PSA" – "живий ІАБ".

ІАБ-2 – визначає кількість продуктів радіоактивного розпаду, що викидаються, при uszkodженні чи руйнуванні активної зони ядерної установки, ізотопний склад продуктів розпаду і оцінку імовірностей частот таких подій, тобто ІАБ-2 розглядає запроектовані аварії.

ІАБ-3 містить аналіз розповсюдження радіоактивних речовин при запроектованій аварії у залежності від метеорологічних, кліматичних, гідрографічних і інших умов протікання запроектованої аварії. Результати ІАБ-3 використовуються для розробки плану заходів щодо захисту населення при важких аваріях.

"Living PSA" – "живий ІАБ" – періодично поновлюваний імовірнісний аналіз безпеки АЕС. У розрахунках враховуються всі зміни, що проведені на реакторі під час ремонтів і технічного обслуговування. Використовується для оцінки ефективності проведених заходів щодо безпеки.

Очевидно, що для таких розрахунків повинні бути заготовлені заздалегідь усі вихідні дані і математичні імовірнісні моделі розв'язуваних задач.

Кожна АЕС по чинному законодавству, як і будь-який потенційно небезпечний об'єкт, зобов'язана періодично надавати звіти про безпеку, де має бути доведено, що ризик великої аварії з руйнуванням реакторної установки не перевищує допустимих значень. На практиці безпека АЕС оцінюється імовірністю uszkodження реакторної установки при різних небезпечних зовнішніх і внутрішніх впливах, таких як падіння літака на РУ, землетрус, неспрацьовування захистів, втрата управління через знеструмлення, пожежі, течі тощо. Звичайно розглядають до 50 небезпечних чинників на різних режимах роботи реактора. Розрахунки імовірнісного аналізу безпеки проведені для АЕС в усьому світі, у тому числі і для АЕС України.

Найкращі показники безпеки виявились на АЕС Японії, хоча це не убезпечило їх від запроектованої аварії на АЕС Фукусіма Даїчі в 2011 році.

За показником небезпечних аварій українські АЕС особливо не виділяються серед АЕС інших країн світу [5]. Зазначимо, що концептуальні відмінності на наших АЕС все-таки існують. Це, у першу чергу, малий порівняно із західними установками рівень автоматизації і, внаслідок цього, велике значення "людського чинника" для безпеки. Розрахунки імовірностей зобов'язані враховувати імовірність помилки людини-оператора. Оскільки усталених вітчизняних методик урахування можливих помилок оператора не існує, розрахунки проводяться за методикою США, з використанням їхніх баз даних, що призводить до деякого завищення результатів. Однак це можна вважати допустимим, оскільки наші оператори, за оцінками західних фахівців, мають кращу підготовку.

У світовій практиці при управлінні ризиком, прийнято користатися принципом ALARA: "Будь-який ризик повинен бути знижений настільки, наскільки це розумно досяжне".

Проблеми і задачі впровадження ризик орієнтованого підходу в атомній галузі України

В Україні існує ряд законодавчих актів, що регулюють безпеку населення і територій, покликаних забезпечити гарантований рівень безпеки громадянина і суспільства [6, 10–13]. Законодавчі акти передбачають упровадження ризик орієнтованого підходу (РОП), але поки що цих змін недостатньо.

Державної програми забезпечення безпеки на основі РОП в Україні до цих пір не існує, у підсумку на забезпечення безпеки та ліквідацію наслідків аварій витрачаються значні кошти.

Основні задачі упровадження РОП сформульовані в постанові Кабінету Міністрів України від 7 лютого 2001 р. №122 [12] і є такими:

- Розробка та впровадження науково-практичних методів та рекомендацій щодо переходу на систему аналізу та управління ризиками як основу регулювання безпеки населення та територій.
- Підготовка методик ідентифікації та оцінки ризиків від джерел надзвичайних ситуацій.
- Проведення фундаментальних та прикладних наукових досліджень з оцінки ризику та прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій.

Однак, цей документ виконано не повністю. Тому основні задачі впровадження РОП в Україні на цей час є такими:

- прийняття РОП основним державним принципом забезпечення безпеки;
- збір та аналіз даних про НС із позицій РОП;
- проведення освітянської роботи, з метою зміни ставлення фахівців до основних принципів РОП;
- розробка національної програми регулювання безпеки на основі РОП, що включає:
 - удосконалення законодавчої та методичної бази;
 - навчання фахівців з експлуатації та інспекції ПНО;
 - узгодження основних принципів РОП з міжнародними нормами;
 - повсюдне вивчення принципів РОП у вищій школі.

Класифікація ризиків

У зв'язку з наявністю в літературі різних визначень та трактувань ризику та пов'язаних з ним понять, розглянемо можливу класифікацію ризиків (рис. 2) [5].

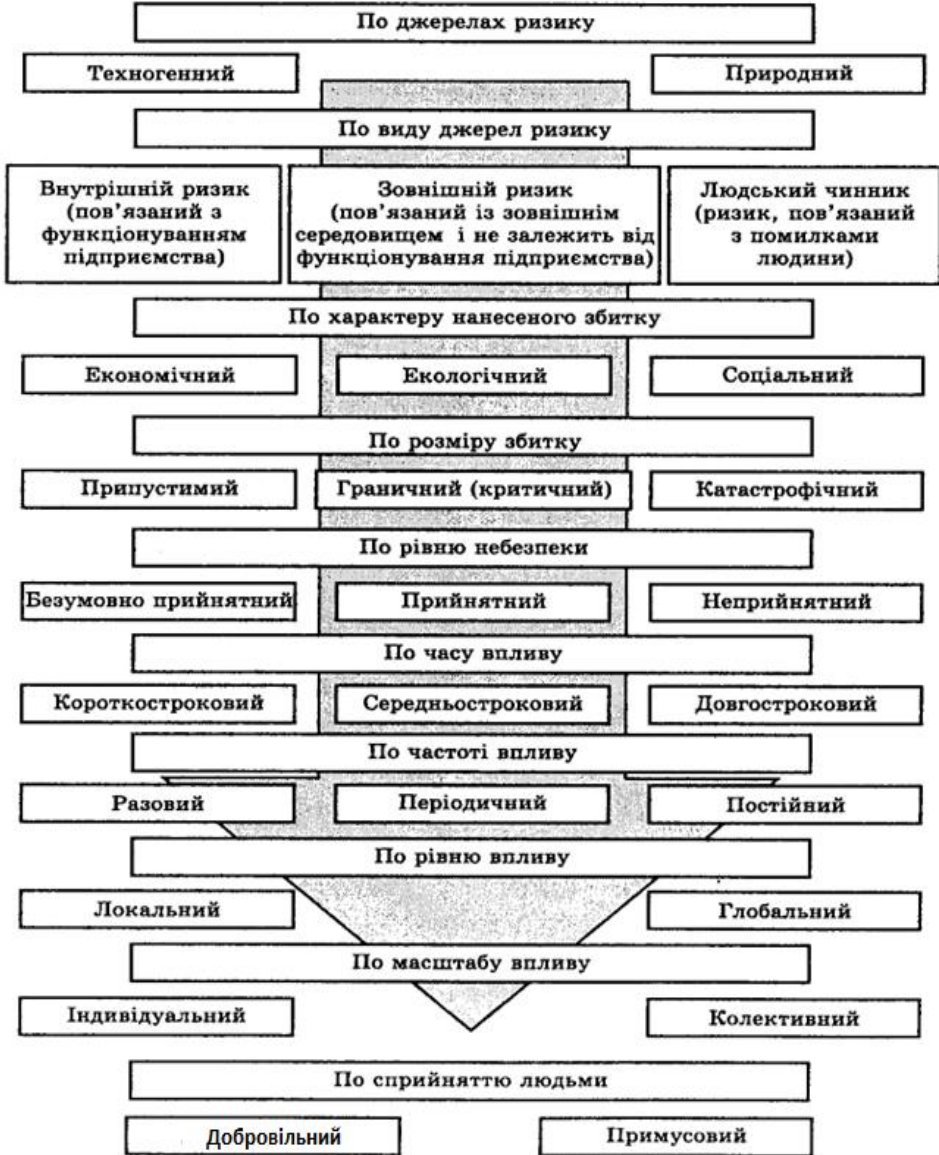


Рис. 2 – Схема класифікації ризиків

Ретельно проаналізувавши усі напрямки атомної і ядерно-енергетичної галузей України, ми дійшли висновку, що, залежно від напрямку, оцінку ризику доцільно проводити за різними методами (табл. 2).

Таблиця 2 – Рекомендовані методи оцінки ризику для різних напрямків атомної і ядерно-енергетичної галузей України

Напрямок галузі				
Видобуток урану	Виготовлення концентрату	Виготовлення ТВЕЛів	Генерування електроенергії	Поводження з відходами
HRA	HRA	HRA	HRA	HRA
SWIFT	ОТР	RSM	АПП	РНА
ALARP	SWIFT		ALARP	HAZOP
ОТР			М-К	

***пояснення до табл. 2**

HRA (Human Reability Assessment) – аналіз впливу людського фактора;

РНА (Preliminary Hazard Analysis) – попередній аналіз небезпек;

SWIFT (Structured what if techniques) – структурований аналіз сценаріїв методом "що, якщо";

RSM (Reliability-Centered Maintenance) – технічне обслуговування, спрямоване на забезпечення надійності;

ALARP (As Low As Reasonably Practicable) – аналіз ефективності витрат – аналіз "витрати – вигода";

ОТР – оцінка токсикологічного ризику;

АПП – аналіз причин і наслідків – об'єднує в собі аналіз дерева несправностей і аналіз дерева подій;

М-К – моделювання методом Монте-Карло;

HAZOP (Hazard and Operability Study) – дослідження небезпеки і працездатності.

Легко помітити, що для всіх напрямків атомної і ядерно-енергетичної галузі для оцінки ризику рекомендується застосовувати HRA-метод (аналіз впливу людського фактора), і це не випадково. Аналіз аварій і катастроф в Україні показує, що людський фактор в усіх випадках відігравав далеко не останню роль. Зауважимо, що це є характерним не лише для України, але й для інших пострадянських республік, де відбувались великі техногенні аварії. В країнах Заходу вплив цього фактора є менш відчутним, що очевидно пов'язано з вищим рівнем культури безпеки на потенційно небезпечних виробництвах. Тому можна рекомендувати ширше впроваджувати культуру безпеки на атомних об'єктах України.

В Україні згідно з Концепцією управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру [12] за рекомендовані рівні прийнятних ризиків рекомендовано вважати:

- мінімальний ризик – такий що є менший або дорівнює $1 \cdot 10^{-8}$;
- гранично допустимий ризик – такий що є менший або дорівнює $1 \cdot 10^{-5}$.

Очевидно, що за наявного стану безпеки в атомній галузі досягнення вказаних рівнів прийнятних ризиків є неможливим. На цей випадок в Концепції зауважено, що рекомендовані рівні досягаються в 2 етапи, залежно від умов, що склалися в галузі.

Там же зазначено, що одним із ефективних механізмів державного регулювання управління ризиками є нагляд і контроль. Тут доречно згадати про дієвий метод контролю, притаманний атомній галузі, а саме: застосування на об'єктах галузі контрольних рівнів, які дозволяють ефективно знижувати дози опромінення на виробництві, а значить, і ризики. Виходячи з цього,

рекомендуємо з метою досягнення рамкових значень прийнятних ризиків широко застосовувати контрольні рівні на виробництві.

Доцільно оцінити і проаналізувати ризики на усіх об'єктах атомної і ядерно-енергетичної галузей України і на підставі цього аналізу розробити перспективне бачення розвитку галузей.

Кроки для поліпшення становища в ядерній енергетиці України [1, 13, 14]

- З метою послаблення залежності від Росії 30 грудня 2014 р. Україна підписала контракт з компанією Westinghouse Electric Company на поставку ядерного палива, що поклало початок диверсифікації джерел постачання ядерного палива і тим самим стало кроком до зниження ризиків повної залежності від російського монополіста. (Крім Південно-Української АЕС, до кінця 2017 р. після модернізації систем внутрішнього реакторного контролю паливо компанії Westinghouse планувалося завантажити в активні зони енергоблоків №№ 1, 4 Запорізької АЕС).

- Планується поступове збільшення потужності діючих реакторів типу ВВЕР-1000 до рівня 110% номінального за рахунок модернізації реакторних турбін.

- Укладено контракт з компанією URENCO на постачання збагаченого урану, який використовуватиметься для виробництва ядерного палива для АЕС України на підприємстві компанії Westinghouse у Швеції.

- Укладено Угоду з південнокорейською компанією Korea Hydro & Nuclear, що передбачає співробітництво з питань добудови енергоблоків №№ 3, 4 Хмельницької АЕС та реалізації проекту «Енергетичний міст Україна – ЄС».

- Укладена угода з компанією Holtec International та досягнуто згоди Комісії з ядерного регулювання США щодо інвестування коштів у будівництво Централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива (ЦСВЯП), вартість якого зросла до 1,4 млрд доларів, тому воно не може бути побудоване виключно за бюджетні кошти України.

Висновки

За наявних реалій і в близькій перспективі атомна енергетика України залишатиметься практично основним джерелом електроенергії. Водночас майже всі атомні станції наблизатимуться до межі свого закриття. Тому виникне потреба в прийнятті рішення про вибір перспективних джерел електроенергії. З урахуванням розвитку нової відновлюваної та чистої енергетики це можуть бути не атомні технології. Спорудження нових АЕС і подальша їх експлуатація вимагають величезних витрат. Уже зараз зрозуміло, що ціна «атомної енергетики» з покриттям усіх витрат (від видобування урану до виведення АЕС з експлуатації) є надто високою. Які та коли будуть прийняті рішення, залежить від керівництва держави та громадськості. Проте наразі слід зосередитися на одному з головних питань – гарантування безпеки всієї наявної в Україні атомної галузі. Щоб цього досягти, потрібно в атомному комплексі України визначити небезпечні місця та правильно розставити пріоритети для реалізації проектів, орієнтованих на підвищення рівня безпеки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лисиченко Г., Штейнберг М., Чумак Д. та ін. Атомна індустрія України (Експертний огляд). – Норвегія, Осло: Bellona Foundation, 2017. – 122 с.
2. І. Шевченко. Російський ядерний зашморг: звільнитися раз і назавжди, березень, 2018 [Електронний ресурс] Режим доступу: https://dt.ua/energy_market/rosiyskiy-yaderniy-zashmorg-zvilnitisya-raz-i-nazavzhdi-272280_.html.
3. Ядерная энергетика. Обращение с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами. Обзор по материалам зарубежной и отечественной печати / Под ред. И.М. Неклюдова. – Киев: Наукова думка, 2006. – 253 с.
4. Перспективи розвитку уранової сировинної бази ядерної енергетики України / За ред. Г.В. Лисиченка, В.Г. Верховцева. – Київ: Наукова думка, 2014. – 355 с.
5. Бегун В.В., Широков С.В., Бегун С.В. та ін. Культура безпеки в ядерній енергетиці. – Київ, 2012. – 539 с.
6. Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки” від 18.01.2001 № 2245-III (Відомості Верховної Ради України, 2001, N 15, ст.73).
7. Методи оцінки ризику ISO/IEC 31010: 2009 – Міжнародний стандарт ISO / IEC 31010: 2009 «Менеджмент ризику» («Risk management – Risk assessment techniques»).
8. Керівництво ISO 73: 2009, Risk Ризик–менеджмент: Словник.
9. Додаток А до стандарту ISO 31000. Свойства улучшенного риск менеджмента. ISO 31000:2009 Международный Стандарт ISO 31000. Первое издание 2009-11-15. Риск Менеджмент – Принципы и руководства.
10. Концепція управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 22 січня 2014 р. № 37-р.
11. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2015-2020 роки. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 березня 2015 р. № 419-р.
12. Постанова КМУ “Про комплексні заходи, спрямовані на ефективну реалізацію державної політики у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання та оперативного реагування на них, на період до 2005 року” від 7 лютого 2001 р. N 122.
13. Закон України «Про поводження з відпрацьованим ядерним паливом щодо розміщення, проектування та будівництва централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива реакторів типу ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій» від 09.02.2012 № 4384-VI. Б.
14. Ядерна енергетика у світі та Україні: поточний стан та перспективи розвитку / За ред. К. Маркевич, В. Омельченко. – Київ: Центр Разумкова, 2015.

Стаття надійшла до редакції 23.07.2018

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Lysychenko, G., Shtejnberg, M. & Chumak, D. (2017). *The Nuclear Industry in Ukraine – An overview*. Norvegija, Oslo: Bellona Foundation.
2. Shevchenko, I. (2018, March). Rosijs'kyj jadernyj zashmorg: Zvil'nytysja raz i nazavzhdy. Retrieved from: https://dt.ua/energy_market/rosiyskiy-yaderniy-zashmorg-zvilnitisya-raz-i-nazavzhdi-272280_.html (in Ukrainian).
3. Nekljudov, I. M. (Ed.). (2006). *Jadernaja jenergetika. Obrashhenie s otrabotannym jadernym toplivom i radioaktivnymi othodami. Obzor po materialam zarubezhnoj i otechestvennoj pechati*. Kyiv: Naukova dumka (in Ukrainian).

4. Lysychenko, G., & Verhovcev, V. (Eds.). (2014). *Perspektyvy rozvytku uranovoi' syrovynnoi' bazy jadernoi' enerhyky Ukrainy*. Kyiv: Naukova dumka (in Ukrainian).
5. Bjegun, V. V., Shyrokov, S. V., & Bjegun, S. V. (2012). *Safety Culture in the Nuclear Power Industry*. Kyiv (in Ukrainian).
6. Verkhovna Rada of Ukraine. (2001). Law of Ukraine "On Extremely Dangerous Objects" Kyiv: Vidomosti Verhovnoi' Rady Ukrainy (in Ukrainian).
7. Technical Committee ISO/TC 262. (2009). ISO 31010:2009 «Risk management – Risk assessment techniques».
8. Technical Committee ISO/TC 262. (2009). ISO Guide 73:2009 «Risk management – Vocabulary».
9. Technical Committee ISO/TC 262. (2009). ISO 31000:2009 «Risk Management - Principles and Guidelines».
10. Cabinet of Ministers of Ukraine. Order (2014). "Pro shvalennja Koncepicii' upravlinnja ryzykamy vynykennja nadzvychajnyh sytuacij tehnogennogo ta pryrodnogo harakteru". Kyiv: Oficijnyj visnyk Ukrainy (in Ukrainian).
11. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2015). Order "Pro zatverdzhennja planu zahodiv shhodo realizacii' Koncepicii' upravlinnja ryzykamy vynykennja nadzvychajnyh sytuacij tehnogennogo ta pryrodnogo harakteru na 2015-2020 roky". Kyiv: Oficijnyj visnyk Ukrainy (in Ukrainian).
12. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2001). Resolution "Pro kompleksni zahody, sprjamovani na efektyvnu realizaciju derzhavnoi' polityky u sferi zahystu naselennja i terytorij vid nadzvychajnyh sytuacij tehnogennogo ta pryrodnogo harakteru, zapobigannja ta operatyvnogo reaguvannja na nyh, na period do 2005 roku". Kyiv: Oficijnyj visnyk Ukrainy (in Ukrainian).
13. Verkhovna Rada of Ukraine. (2012). Law of Ukraine "On Treatment of Depleted Nuclear Fuel in Respect of Siting, Designing and Constructing a Centralized Storage for Depleted Nuclear Fuel of WWER Type Reactors". Kyiv: Vidomosti Verhovnoi' Rady Ukrainy (in Ukrainian).
14. Markevych, K., & Omel'chenko, V. (2015). *Jaderna enerhyka u sviti ta Ukraini: potochnyj stan ta perspektyvy rozvytku*. Kyiv: Centr Razumkova (in Ukrainian).

Text of the article was accepted by Editorial Team 23.07.2018

Дрозд Іван Петрович

доктор біологічних наук (екологія), старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу радіобіології та радіоекології Інституту ядерних досліджень НАН України

Адреса робоча: 03028 Україна, м. Київ, пр-т Науки, 47

Тел.: (097) 269 8072 **e-mail:** idrozdnbu@ukr.net

ORCID ID 0000-0002-2965-9082

UDC 627.4:504.06

Margarita M. Radomska, PhD, Associate Professor of the Department of Ecology
ORCID ID 0000-0002-8096-0313 *e-mail*: m.m.radomskaya@gmail.com

Oleg V. Ryabchevsky, Teaching assistant of the Department of Ecology
ORCID ID 0000-0002-5901-4365 *e-mail*: arnem@ukr.net

Veronika V. Vologzhanina, Postgraduate student of the Department of Ecology
e-mail: ver.vologzhanina@gmail.com

Viktoriia V. Kovalska, Student of the Department of Ecology
ORCID ID 0000-0002-5489-7787 *e-mail*: vika_kovalska98@ukr.net

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

THE EIA GAP ANALYSIS FOR THE PROJECT OF DREDGING WORKS AT THE SOUTHERN BUG RIVER

***Abstract.** The transformation of the Southern Bug river ecosystem for the revival of navigation activity has been considered in the paper from the point of indirect impacts on the environment. The method of gap analysis widely used in various branches of science has been applied to determine the omitted issues of the dredging works at the river basin. The analysis has showed that despite a range of important benefits, including promotion of agricultural and constructional materials production development, reduction of on-land cargo traffic and growing incomes to the local budget, the implementation of the project will cause additional negative effects, not considered in the official process of environmental impacts assessment. The most important problems, requiring further attention and mitigation, are intensification of erosive processes, changes of air and water quality, transformation of river biocenosis and climate of the area, as well as management of extracted bottom sediments.*

***Keywords:** biocenosis; environmental impacts assessment; gap analysis; dredging works; waste management; ecosystem transformation*

Introduction

The multipurpose use of the river forms high technogenic pressure on their ecosystem and coastal area. Considering the great importance of rivers in the economy and life of population, the analysis of the dynamics, variability, features of formation, and development of river ecosystems are important for the prognosis of their condition and development of recommendations for the rational use of water resources. Rivers are also intensively transformed for various economic purposes, including construction of channels, hydrotechnical and water intake or discharge structures, fishery and irrigation facilities, etc. These transformations have significant effect on the function ability of the river ecosystem and its biotic components, leading to increasing pollution and eutrophication.

The Southern Bug flows through Khmelnytsky, Vinnitsa, Kirovograd, Odessa and Mykolayiv regions, which are characterized with developed industry and agriculture, consuming river water for various purposes [1]. Therefore, the problem of conservation and rational use of natural resources of the Southern Bug is important at the level of 7 administrative regions and country as a whole.

Formulation of the problem

Until recently, the Southern Bug was used quite intensively for navigation up to the town of Voznesensk. Currently, there are few cargo ships and no passenger piers and navigation signs [2]. The lower channel of the Southern Bug is characterized with a slowing flow rate, but accelerates before the mouth of the river Mertvovod and the town of Novaya Odessa. Near the city of Mykolayiv, the width of the channel reaches 2 km and its current practically stops and numerous small islands are formed. As a result the industrial shipping is difficult on the river.

The project of shipping activity revival at the Southern Bug has been initiated by the company Nibulon. Their plan is to improve navigation on the Southern Bug at the section from Voznesensk to Mykolayiv. This is a part of the investment project "The Revival of Navigation on the Dnipro and the Southern Bug Rivers" [3].

The Southern Bug in the length of 134 km from the city of Mykolayiv to the village of Aleksandrovka, Voznesensky district of the Mykolayiv oblast is included in the list of inland waterways of Ukraine, belonging to the navigable category (the list was approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of June 12, 1996, № 60) [1]. This project will provide the restoration of navigation at the Southern Bug for the distance of 102.2 km between the Varvarovsky road and the Voznesensky bridges. It involves the construction of elevators and river terminals, creation of special fleet, development of water transport infrastructure, including dredging works and the construction of hydro-technical structures [4, 5]. Improvement of shipping conditions at the Southern Bug is aimed at developing the infrastructure of the region, including 11 local councils, being directly acquainted with project. The public opinion, as well as the attitude of state bodies of executive power (Mykolaiv State Regional Administration, Administration geology and mineral resources of Ukraine, State environmental expertise and State sanitary and epidemiological expertise) was positive [4]. However, numerous claims from scientists and local NGOs insist on incomplete character of the environmental analysis and needs additional considerations.

The main *aim* of the research was to identify the main environmental consequences of dredging on the state and dynamics of natural complexes in the lower flow of the Southern Bug.

Methods and materials

In management literature, gap analysis involves the comparison of actual performance with potential or desired performance [6]. In other words, it is the approach to define, how to use available resources for the best results. It is also a common approach in marketing research, aimed at definition of the usage gap between the total potential for the market and actual current usage by all consumers in the market [7]. In scientific application, gap analysis is more commonly attributed to the definition of voids and defects in spatial information, in particular borders of various landscapes, defined from the satellite and map images [8]. In a conservation context, gap analysis is a method to identify biodiversity (i.e., species, ecosystems and ecological processes) not adequately conserved within a protected area network or through other effective and long-term conservation measures [9, 10]. It has developed over the past 15 years in response to recognition that protected area systems of all types and in all parts of the world currently do not fully protect biodiversity [10].

The gap analysis may also refer “gap” as the information needed for successful performance of any project. This way it looks at two types of information needs: information gaps and communication gaps, for example, in the plans for the strategic development [11]. “Information gaps” represent the lack of existing data to provide the needs of an analyst, while “communication gaps” stand for the problems and obstacles for the transfer and exchange of knowledge between involved parties. The results of the survey provide a plan of further research and communication efficiency improvement [11].

Gap-analysis is the process of structuring and comparing two different situations or states in order to determine the difference or “gap” that exists between them. Once the “gap” is understood – and possibly also the “distance” between the states measured or otherwise assessed – it may then be possible to identify the steps or processes required to bridge the gap [12].

Here we offer to use gap analysis as a tool for the evaluation of the environmental impacts assessment quality. The work, conducted for the development of the EIA report, is often a subject for criticism from all stakeholders. The investors call down the detailed analysis as time and money consuming, while the local communities are more interested in benefits analysis, and scientists are notice some omitted factors and elements of impacts, claimed to be decisive for the project to be acceptable from the environmental point of view.

The following gap analysis is based on the best environmental practice principles and professional judgments. It is open to discussion and suggestions are invited. Therefore, we must note that the results are not statistically representative, but are intended to be descriptive in nature. Nevertheless, they highlight the major assessment gaps for the projects of this type and suggest research efforts, which should be given priority to cover all the issues important for the environment protection.

The current condition of the Southern Bug water

Southern Bug is the third largest river in Ukraine flowing from its central and southern regions through the forest-steppe and steppe zone [13].

In 2004–2005, the scientists of the Vinnytsia National Technical University called the State Water Management Commission to create a system of support for making managerial decisions for the Southern Bug River basin using GIS technologies [14]. According to the information provided by the Laboratory of Analytical Control of the State Administration of Ecological Resources in Vinnytsia Oblast, the water quality in the Southern Bug River and its tributaries, for 2003–2008, was characterized with the following indicators: the oxygen regime was satisfactory (the content of dissolved oxygen was within the range of 7.1 to 10, 8 mg O₂/dm³), water hardness average (3.6–8.0 mg-eq/dm³), pollution with organic compounds was observed (biological oxygen demand (BOD₅) fluctuated within the range of 2.11–5.4 mg O₂/dm³, which 1.02–3.03 times exceeds the MPC, in all directions there was increased iron content (2.1–5.6 MPC), manganese (1.6–4 MPC) and copper (up to 2 MPC) [15].

In the next three-year period (until 2011), the state of the waters of the upper flow of the Southern Bug River was characterized with predominantly water II and III quality classes, with a certain tendency to decreasing levels of chemical pollution due to reduction of wastewater discharges [16]. The worst indicators are at the level

"above the standard" and "very high" (16–49%) are near Yuzhnoukrainsk town, Sliven village, Ingul river, and city of Mykolaiv [17].

The content of cesium-137 and strontium-90 is well below the permissible levels, and the level of radioactive safety of the river is in general satisfactory [17].

The maximum concentration of nitrites is 0.30–0.52 mg/dm³, nitrates are 5.3–9.7 mg/dm³, which are much lower than the MPC for drinking water reservoirs, but the ammonium nitrogen content 1–1.8 MPC for reservoirs of commercial drinking water use and 0.44–2.5 MPC for fish-water reservoirs [18].

The main negative impacts on the river water are directly related to the uncontrolled ponds drawing down on the tributaries of the Southern Bug (188 reservoirs and 8005 ponds are located in the basin of the river) and the activity of urban water management facilities, as well as discharges of industrial enterprises (mainly mines and fish enterprises) [19]. But in general, the water of the river is, according to the most chemical indicators, except BOD and color, safe (II and III quality class) at 16 main observation sites and can be used for drinking needs [19].

At the same time, the analysis of graphs of water levels fluctuation and the dynamics of water pollution indexes shows a tendency to increasing levels of pollution of the river with the increasing water content [16]. Given this, the issue of preserving the water quality and the integrity of the river system of the Southern Bug with the deepening of its channel and the potential increase in water content is extremely relevant.

The analysis of the project activity

As it is stated by the officials of the Nibulon Company the theme of water transport competitiveness in Europe is clear, as it is recognized to be the most economical and environmentally friendly mode of transport. In Ukraine, unfortunately, the issue of water transport development is still open and unresolved, as well as the accompanying issues of the river transport arteries revival.

The company "Nibulon" found its way out from the difficult situation by launching an investment project, the full realization of which will support the development of agrarian and seafaring industry of Ukraine and the key waterways of the state.

This project involves the creation of cargo fleet, the construction of transport infrastructure for storage and shipment of grain, the reconstruction of gateways, and the improved navigable conditions of waterways. Moreover, the presence of significant mineral reserves in Ukraine and the Mykolaiv region in particular (granite, sand, gravel, etc.) can provide a stable demand for cargo traffic by the Southern Bug River [20].

In order to increase the profitability of water transport, it is necessary to ensure the movement of ships in the Southern Bug with higher load-carrying capacity and "river-sea" class. This will enable direct connection of the Dnipro-Bug region seaports for the purpose of loading large vessels. The essential condition for such changes is precisely the improvement of shipping conditions of waterways from the city of Voznesensk to the city of Mykolaiv.

The substantiation of the need for project activity by the company "Nibulon" has been also connected with the environmental factors. Thus, the Southern Bug 20 years ago had a depth of about 3 m and was navigable, but from year to year the rubbing of the river increases and at some points reaches 5 cm per year. Today, the Southern

Bug River is a wide valley with low, reedbed waterlogged shores with relief, formed by landslide and erosion processes, blackened bottom and widespread algal blooms. The average depth of the river is 1.65 m, and in places - up to 1 m [5]. Every year, the water volume is getting lower, it gets warmer, and hence the amount of soluble oxygen in water decreases, leading to massive fish kills, development of reed, which in turn causes stagnant phenomena and the spread of rotten bacteria. As a result, the river gradually swamps and ceases.

The first stage of the project involved cleaning up the depths of the ship's passage to the depths of 2.40–2.30 m. The bottom sediments extracted are accumulated in 18 shore dumps located within the territorial boundaries of three districts: Voznesensky, Novodeisky and Mykolaiv, outside of settlements.

At the beginning of April, 2018, the Company completed the next stage of dredging works. The work was carried out with the help of the unique self-propelled super-heavy dredging vessel "Mykolayivets" constructed last year at the shipyard-repair plant "Nibulon" for the deepening of the Dnieper, Southern Bug, as well as the water areas of ports and terminals in order to ensure the efficient operation of the company fleet. The most important element of this stage was the removal of the Konstantinovsky whitewater, the largest limiting rapid of the Southern Bug at the project section. As it was planned, the guaranteed bearing depth for ships run was increased from 2 m to 2.5 m [21].

By the middle of June the Company will to start dredging works on the Dnieper, during the construction of new transshipment terminals of the company in Zaporizhzhia and Dnipro regions, and in autumn "Mykolaivets" will return to Southern Bug and complete the dredging on the site from the city of Nova Odesa to Voznesensk, providing a depth of 2.4 m [21].

The Nibulon Company project is in the mainstream of rivers reviving practice in Europe, aimed at restoration of natural territories, in particular by managing river basins and creating coastal structures, which provide stabilization of the hydrological regime in the river, improvement of the living places of aquatic organisms, promotes formation of aesthetic and investment attractiveness of coastal areas. Such projects have been successfully implemented in Germany, the Czech Republic, and Great Britain today [22].

The positive results for the region, according to the Project substantiation include:

- bringing the annual volumes of transportation by the river to 1 million tons of grain and oilseeds, and consequently the removal of 1 million tons of cargo from the highways;
- in the long run, the river will transport up to 1 million tons of constructional materials;
- the Southern Bug opening for investors;
- reducing the cost of cargo transportation and increasing the profitability of freight transport by water;
- reducing the load on railways and highways and the technogenic pressure on the adjoining environment;
- loading by the metallurgical, shipbuilding, ship repair enterprises of Ukraine due to the demand for the construction of modern tug and cargo fleet, reloading terminals;
- creation of new workplaces and increased budget incomes;

- attraction of additional investments into agrarian, maritime and related industries, stimulation of their development;

- solving the issue of creating and securing modern shipping safety conditions [4].

In order to minimize the negative impacts from the project activity on the natural environment, the company initiated a range of mitigation activities and monitoring process. However, the analysis of the impacts, covered by mitigation activities, shows a range of gaps in the process of assessment.

Results and discussions

According to the EIA material, presented by the Nibulon Company, the major impacts on the environment are limited to the deterioration of water organisms living conditions, noise pollution and relocation of bottom sediments to the surface [23]. Thus, the degradation of hydrobiontes living conditions include temporary degradation of water quality – increased turbidity and temperature, change of hydrochemical conditions; and loss of some fodder species (plankton and benthos). To address these impacts, the project included the resolution to conduct dredging works in the non-peristal period and release of the most common fish fries into the river, fulfilled in November, 2017 [24].

As for the noise pollution from dredging mechanisms, it was considered moderately hazardous for local fauna. The air pollution produced by industrial dredging equipment is also considered to be of temporary character.

As for the impacts of the exposed bottom sediments on the environment, the company initiated the tests of the extracted material by certified laboratory to control the level of radioactivity, reaction and content of nutrients. According to the conclusions of the Mykolayiv branch of the State institution “Soil protection institute of Ukraine” bottom sediments are of limited application as organic fertilizers due to alkaline reaction, but at the same time suitable for growing perennial grasses and forestation, as the content of nutrients is sufficient and level of natural radioactivity is below the threshold.

However, the analysis of the project materials included in the section of the EIA, developed by the Nibulon Company, has defined the following gaps in the assessment, which must be considered in details and included into the plan of mitigation activities for the project:

1. Consequences of riverbed dredging for hydrological regime of the river – this is referred to increased flood risk, intensified coastal erosion, flow rate and discharge changes.

2. Promotion of erosion and exogenic geological processes due to changed hydrological regime, which creates threats to engineering structures.

3. Long-term changes of water quality, which is more prominent effect than the exposure of bottom sediments and their accumulation on the surface: the growing amount of suspended matter and decrease in oxygen content will increase the water trophic status and water pollution via resuspension of bottom sediment containing toxic substances, particularly in the river lower flow and estuary.

4. Transformation of river biocenosis, which is not limited to changes of fish diversity and biomass and involves formation of new biocenosis and complete loss of coastal ecosystems, threatening to a few dozens of protected species.

5. Impacts on recreational potential – changes of riverbed parameters will definitely reduce the possibility to conduct organized and non-organized recreational activity.

6. Influence on the air quality, will have a long-term character as it will not be limited only to the technical equipment emissions: emissions of new river traffic are similar to that of heavy land transport and include number of pollutants. This is also true for the noise pollution, which may potentially affect 22 360 people within the impact area.

7. Hidden cost of the project – once the dredging has been started, it must be repeated after every extreme flood, as the river silts up again.

8. Impacts on microclimate conditions due to reduction of vegetative cover, changes of air humidity, air circulation patterns and temperature of the boundary air layer at the contact with water.

9. Absence of sustainable practices of bottom sediments management: the extracted material is not suitable for use in agriculture, but our research shows that it is possible to use these sediments in the treatment of industrial wastewaters, in particular those, containing heavy metals.

Thereby, a special feature of hydrotechnical works effect on natural complexes is the creation within the territory of the influence of new ecosystems that have a different qualitative and quantitative level of the cycle of substances in nature. This adversely affects animals' way of life and changes their seasonal migration ways, places of watering, wintering conditions, searching for food, nesting conditions of birds, etc. Fluctuations of water levels adversely affect the habitats of small animals and intensify geological transformations of the territory.

The real task for the project of navigation revival is to obtain its economic gains and benefits without destructing natural ecosystem services, provided for many years and centuries before. In this line it is important to account the gaps mentioned above and minimize the manifestation of dangerous geological processes, air and water quality degradation and wild habitats destruction. We could also recommend investing efforts in the development of recreation infrastructure and considering best available waste management practices – this will not need high additional cost, but on the contrary will possibly give additional revenues to the Company-investor.

Conclusions

Due to the fact that intensive economic activity is usually concentrated in river ecosystems, they undergo strong anthropogenic pressure, causing their degradation and destruction or significant violation of ecological links in nature. The development of rivers resource potential is accompanied with the loss of the natural components quality (soils and water foremost) and collides with other types of socio-economic use, including aesthetic, landscape and recreational aspects.

The project of the Southern Bug dredging is of high economic and social importance for Ukraine, as it will enable low-cost and efficient transportation of goods and passengers, and provide new work places and budget incomes for local communities. In a long-term perspective the navigating activity at this river will become a good practice for other regions of the country and contribute to the development of the state ship industry.

However, the economic and environmental significance of the Southern Bug raises requirements to the completeness and quality of the potential environmental impacts assessment.

The gap analysis applied for the evaluation of the EIA performance quality has showed a range of issues, missing in the assessment process. Thus, the residual impacts, as they are mentioned in the official EIA materials on the Project, include only temporary increased turbidity of the water and noise level, as well as formation of sludge storage sites on the territory of local settlements. However, this approach to the assessment of potential consequences doesn't account impacts on microclimate, geological processes, air and water quality, bioproductivity of ecosystem living matter and human health (in terms of recreation possibilities limitation and environment pollution). Separate important drawback is an absence of the sludge management plan.

So, the approach to the assessment of potential consequences of the project was not rigorous enough and the proposed plan needs further analysis and considerations to reduce the intensity and diversity of the potential impacts.

REFERENCES

1. Паламарчук М.М. Водний фонд України. Довідковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Закорчевна. – Київ: Ніка-центр, 2001. – 392 с.
2. Вишневецький В.І. Гідрологічні характеристики річок України / В.І. Вишневецький, О.О. Косовець. – Київ: Ніка-центр, 2003. – 324 с.
3. Судноплавний потенціал Південного Бугу [Електронний ресурс] // Прес-центр Нібулону. – 2015. – Режим доступу: <http://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/sudnoplavnii-potencial-pivdenного-bugu.html>
4. Інформація для стейкхолдерів компанії (днопоглиблювальні роботи на р. Південний Буг) [Електронний ресурс] // Прес-центр Нібулону. – 2015. – Режим доступу: <http://www.nibulon.com/data/investiciina-diyalnist/dlya-investoriv/informaciya-dlya-steikxolderiv-kompanii2.html>.
5. Обміління Південного Бугу – загроза для екології Миколаївського регіону [Електронний ресурс] // Прес-центр Нібулону. – 2015. – Режим доступу: <http://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/obmilinnya-pivdenного-bugu-zagroza-dlya-ekologii-mikolaivskogo-regionu.html>.
6. Lowry T. Management Gap Analysis: A Case Study of Groundwater Resource Management in New Zealand / Thomas Lowry, John Bright, Murray Close, Christina A. Robb, Paul A. White, Stewart G. Cameron, // International Journal of Water Resources Development. – 2003. – No. 19. – P. 579–592. doi: 10.1080/0790062032000161382.
7. Day G.S. Closing the Marketing Capabilities Gap / George S. Day // Journal of Marketing. – 2011. – Vol. 75. – P. 183–195
8. Jennings M.D. Gap analysis: concepts, methods, and recent results / Michael D. Jennings // Landscape Ecology. – 2000. – No 15. P. 5–20.
9. Arturo H. Ariño. Best Practice Guide for Data Gap Analysis for Biodiversity Stakeholders / Arturo H. Ariño, Vishvas Chavan, Javier Otegui. – Pamplona: Global Biodiversity Information Facility, 2016. – 41 p.
10. Scott M.J. GAP Analysis: A Geographic Approach to Protection of Biological Diversity / M.J. Scott, F.W. Davis, B. Cusuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T.C. Edwards, J. Ulliman, R.G. Wright // Wildlife Monographs. – 1993. – No.123. – P. 1–41.
11. Tedsen E. Gap Analysis Report. Preparatory Action, Strategic Environmental Impact Assessment of development of the Arctic / Tedsen Elizabeth, Arne Riedel, Katherine

- Weingartner, Roberto Azzolini, Frederic Guillon, Simona Longo, Corrado Leone, Outi Paadar, Anastasia Leonenko. – University of Lapland: Arctic Centre, 2014. – 103 p.
12. Ritchey T. Morphological Gap-Analysis. Using GMA to find the Δ / T. Ritchey // *Acta Morphologica Generalis*. – 2013. – Vol. 2, No 2. – P. 1–15.
13. Денисик Г.І. Сучасні ландшафти заплави Південного Бугу та їх раціональне використання / Г.І. Денисик // *Наукові записки [Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського]*. Серія : Географія. – 2014. – Вип. 26. – С. 5–11.
14. Дезірон О.В., Мокін В.Б., Крижановський Є.М. Геоінформаційна система басейну річки Південний Буг та її роль в прийнятті управлінських рішень // *Водне господарство України*. – 2006.– № 4.– С. 10–15.
15. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу: Монографія / за ред. В.К. Хільчевського. – К.: Ніка-центр. – 2009. – 184 с.
16. Колодєєв Є.І., Оцінка якості води верхньої частини басейну р. Південний Буг за гідрохімічними показниками / Є.І. Колодєєв, М.В. Захарова // *Український гідрометеорологічний журнал*. – 2011. – № 9. – С. 151–157.
17. Магась Н.І. Оцінка сучасного антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг / Н.І. Магась, А.Г. Трохименко // *Екологічна безпека*. – 2013. – № 2(16). – С. 48–52.
18. Хаєцький Г.С. Екологічні проблеми використання природних ресурсів річки Південний Буг / Г.С. Хаєцький // *Наук. зап. Вінницького держ. пед. ун-ту. Сер. Географія*. – 2009. – Вип. 19. – С. 118–125.
19. Екологічний атлас басейну річки Південний Буг / під ред. Мокіна В.Б., Крижановського Є.М., Марушевського Г.Б. – Вінниця: Чорноморська програма Wetlands International, 2009. – 19 с.
20. Козлов С. Экологический стандарт «Нибулона» – в действии! // *Вечерний Николаев*. – 2017. – №128(4041). – С. 5.
21. «НИБУЛОН» завершив черговий етап днопоглиблення Південного Бугу [Електронний ресурс] // Прес-центр Нібулону. – 2015. – Режим доступу: <http://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/nibulon-zavershiv-chergovii-etap-dnopolibleniya-pivdenного-bugu.html>
22. Szalkiewicz E. Status of and Perspectives on River Restoration in Europe: 310,000 Euros per Hectare of Restored River / E. Szalkiewicz, S. Jusik, M. Grygoruk // *Sustainability*. – 2018. – No. 10, 129. – P. 1–15. doi:10.3390/su10010129
23. Заява про екологічні наслідки проектної діяльності [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.nibulon.com/uploads/files/Zayava_1.pdf.
24. В. Синявский. Компания "НИБУЛОН" выпустила в Южный Буг более двухсот тысяч экземпляров толстолобика, белого амура и карпа // *Николаевские новости*. – 2017. – №137. – С. 3.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Palamarchuk, M. M., & Zakorchevna, N. B. (2001). *The Water Fund of Ukraine*. Kyiv: Nika-center (in Ukrainian).
2. Vishnevskii, V. & Kosovets, O. (2003). *Hydrological characteristics of the rivers of Ukraine*. Kyiv: Nika-center (in Ukrainian).
3. The navigable potential of the Southern Bug. (2015). Retrieved from <http://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/sudnoplavnii-potencial-pivdenного-bugu.html> (in Ukrainian).
4. Information for the company's stakeholders (dredging works on the Southern Bug River). (2015). Retrieved from: <http://www.nibulon.com/data/investiciina-diyalnist/dlya-investoriv/informaciya-dlya-steikholderiv-kompanii2.html> (in Ukrainian).

5. Shooting of the Southern Bug – a threat to the ecology of the Mykolaiv region. (2015). Retrieved from: <http://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/obmilinnya-pivdenного-bugu-zagroza-dlya-ekologii-mikolaivskogo-regionu.html> (in Ukrainian).
6. Lowry, T., Bright, J., Close, M., Robb, C. A., White, P. A., & Cameron, S. G. (2003). Management Gap Analysis: A Case Study of Groundwater Resource Management in New Zealand. *International Journal of Water Resources Development*, 19, 579-592 (in English). doi:10.1080 / 0790062032000161382.
7. Day, G. S. (2011). Closing the Marketing Capabilities Gap. *Journal of Marketing*, 75, 183-195 (in English).
8. Jennings, M. D. (2000). Gap analysis: concepts, methods, and recent results. *Landscape Ecology*, 15, 5-20 (in English).
9. Ariño, A. H., Chavan, V., & Otegui, J. (2016). *Best Practice Guide for Data Gap Analysis for Biodiversity Stakeholders*. Pamplona: Global Biodiversity Information Facility (in English).
10. Scott, M. J., Davis, F. W., Cusuti, B., Noss, R., Butterfield, B., Groves, C., Anderson, H., Caicco, S., D'Erchia, F., Edwards, T. C., Ulliman, J., & Wright, R. G. (1993). GAP Analysis: A Geographic Approach to the Protection of Biological Diversity. *Wildlife Monographs*, 123, 1–41 (in English).
11. Tedsen, E., Riedel, A., Weingartner, K., Azzolini, R., Guillon, F., Longo, S., Leone, C., Paadar, O., & Leonenko, A. (2014). *Gap Analysis Report. Preparatory Action, Strategic Environmental Impact Assessment of Arctic*. University of Lapland: Arctic Center (in English).
12. Ritchey, T. (2013). Morphological Gap-Analysis. Using GMA to find the Δ . *Acta Morphologica Generali*, 2(2), 1–15 (in English).
13. Denisik, G. I. (2014). Modern landscapes of the floodplain of the Southern Bug and their rational use. *Scientific notes [Vinnytsia State Pedagogical University named after Mikhail Kotsiubynsky]. Series: Geography*, 26, 5–11 (in Ukrainian).
14. Desiron, O. V., Mokin, V. B., & Kryzhanovsky, Ye. M. (2006). Geoinformation system of the basin of the Southern Bug River and its role in making managerial decisions. *Water management of Ukraine*, 4, 10–15 (in Ukrainian).
15. Khilchevsky, V. K. (Ed.). (2009). *Water resources and quality of river basins of the Southern Bug River*. Kyiv: Nika-center (in Ukrainian).
16. Kolodeev, E. I., & Zakharova, M. V. (2011). Estimation of water quality of the upper part of the Pivdennyi Buh river basin by hydrochemical indicators. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 9, 151–157 (in Ukrainian).
17. Magas, N. I., & Trochimenko, A. G. (2013). Estimation of modern man-made load on the river basin of the Southern Bug. *Ecological safety*, 16(2), 48–52 (in Ukrainian).
18. Khayetsky, G. S. (2009). Environmental problems of using natural resources of the Southern Bug. *Scientific notes [Vinnytsia State Pedagogical University named after Mikhail Kotsiubynsky]. Series: Geography*, (19), 118–125 (in Ukrainian).
19. Mokin, V. B., Kryzhanovsky, Y. M., & Marushevsky, G. B. (Eds.). (2009). *Ecological atlas of the basin of the Southern Bug River*. Vinnytsya: Wetlands International Black Sea Program (in Ukrainian).
20. Kozlov, S. (2017). Environmental standard "Nibulon" – in action! *Vecherny Nikolayev*, No.128, p. 5 (in Russian).
21. "NIBULON" completed the next stage of the deepening of the Southern Bug. (2015). Retrieved from <http://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/nibulon-zavershiv-cherhovii-etap-dnopogliblennya-pivdenного-bugu.html> (in Ukrainian)
22. Szalkiewicz, E., Jusik, S., Grygoruk, M. (2018). Status of and Perspectives on River Restoration in Europe: 310,000 Euros per Hectare of Restored River. *Sustainability*, 129(10), 1–15 (in English). doi:10.3390/su10010129
23. Environmental Impacts Statement. (2015). Retrieved from: http://www.nibulon.com/uploads/files/Zayava_1.pdf (in Ukrainian).

24. Sinyavsky, V. (2017). The company "NIBULON" released in the Southern Bug more than two hundred thousand copies of silver carp, white carp and carp. *Nikolaevskie Novosti*, No. 137, p. 3 (in Russian).

Text of the article was accepted by Editorial Team 03.07.2018

М.М. Радомська, О.В. Рябчевський, В.В. Вологжаніна, В.В. Ковальська
АНАЛІЗ ПРОГАЛИН В ОЦІНЦІ ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ
СЕРЕДОВИЩЕ ПРОЕКТУ ДНОЗАГЛИБЛЕННЯ НА Р. ПІВДЕННИЙ БУГ

Анотація. У статті розглянуто трансформацію екосистеми річки Південний Буг у зв'язку з реалізацією проекту з відродження судноплавства з точки зору непрямого впливу на навколишнє середовище. Метод аналізу прогалин, що широко використовується у різних галузях науки, був застосований для визначення наслідків днопоглиблювальних робіт у басейні річки, що не отримали належної уваги при виконанні екологічної оцінки. Аналіз показав, що, незважаючи на низку важливих переваг, включаючи сприяння розвитку виробництва сільськогосподарських та будівельних матеріалів, зменшення обсягу наземних вантажоперевезень та збільшення надходжень до місцевого бюджету, реалізація проекту призведе до додаткових негативних наслідків, які не були розглянуті в офіційному процесі оцінки впливів на навколишнє середовище. Найважливішими проблемами, що потребують подальшої уваги та пом'якшення, є інтенсифікація ерозійних процесів, зміни якості повітря та води, зміна біоценозу річки та клімату району, а також утилізація видобутих донних відкладів.

Ключові слова: біоценоз; оцінка впливу на навколишнє середовище; аналіз прогалин; днозаглиблювальні роботи; поводження з відходами; трансформація екосистем

Радомська Маргарита Мирославівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології Національного авіаційного університету

Адреса робоча: Україна, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

Тел.: 0674983873 **e-mail:** *m.m.radomskaya@gmail.com*

ORCID ID 0000-0002-8096-0313

Рябчевський Олег Володимирович

асистент кафедри екології Національного авіаційного університету

Адреса робоча: Україна, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

Тел.: 0978260803 **e-mail:** *arnem@ukr.net*

ORCID ID 0000-0002-5901-4365

Вологжаніна Вероніка Вікторівна

аспірант кафедри екології Національного авіаційного університету

Адреса робоча: Україна, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

Тел.: 0506911185 **e-mail:** *ver.vologzhanina@gmail.com*

Ковальська Вікторія Володимирівна

студент кафедри екології Національного авіаційного університету

Адреса робоча: Україна, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

Тел.: 0506911185 **e-mail:** *vika_kovalska98@ukr.net*

ORCID ID 0000-0002-5489-7787

© Авторські і суміжні права належать авторам окремих публікацій, Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київському національному університету будівництва і архітектури.

© Авторские и смежные права принадлежат авторам отдельных публикаций, Институту телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Киевскому национальному университету строительства и архитектуры.

Copyring © authors of publications, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine, Kyiv National University of Construction and Architecture. All rights reserved.

ДО УВАГИ АВТОРІВ ЗБІРНИКА

Зміст матеріалів, що направляються до редакції, повинен відповідати профілю та науково-технічному рівню збірника.

Кожна наукова стаття повинна мати вступ, розділи основної частини та висновки, а також анотацію і ключові слова (не менше п'яти) трьома мовами (українською, російською та англійською). Також трьома мовами подаються реферати до статті.

Підготовка статті здійснюється в текстовому редакторі MS WORD for WINDOWS, з використанням шрифту Times New Roman, Суг, кегль 11, одинарний інтервал, полями 2,0 см з кожного боку, заданим розміром сторінок 17х26 см.

Усі формули мають бути набрані в редакторі MathType.

Люстрації повинні обов'язково нумеруватися, мати книжкову орієнтацію і не можуть перевищувати за розміром задану сторінку (параметри сторінки 17х26 см з полями 2,0 см). Перелік літературних джерел оформляється згідно з ГОСТ 7.1-84 і подається загальним списком у кінці статті за чергою посилань у тексті.

Наприкінці статті наводиться коротка довідка про авторів, де вказуються прізвище, повне ім'я та по батькові авторів, науковий ступінь, вчене звання, посада, назва підрозділу (кафедри) та організації, особисті дані кожного з авторів (адреса, місто, країна, контактний телефон, e-mail), ORCID ID.

Обов'язково слід надати електронну версію статті в редакторі Microsoft Word.

Усі представлені в редакцію рукописи проходять ретельне багатоланкове рецензування відповідними фахівцями за профілем статті. Якщо сумарна оцінка рецензентів менша за встановлений поріг, рукописи відхиляються. Автору надсилається відповідне повідомлення. Матеріали, отримані від автора, редакцією не повертаються. Після доопрацювання автор може подати матеріал повторно.

Зміст статті та якість написання або перекладу (українською або англійською мовами) переглядаються коректорами збірника, проте відповідальність за зміст та якість статті несуть автори матеріалу. До статті можуть бути внесені зміни редакційного характеру без згоди автора.

Розділ збірника, до якого буде віднесена стаття, визначається редакцією, узгоджується – головним редактором або його заступником. Остаточний висновок щодо публікації матеріалів схвалює редакційна колегія збірника.

Електронна версія збірника, правила оформлення та вимоги до статей містяться в Інтернеті на сайті <http://www.es-journal.in.ua>, який систематично оновлюється.

Збічник наукових праць також представлений на сайті Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, на сайті Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України <http://itgip.org/> у розділі «Видавнича діяльність» та на сайті бібліотеки Київського національного університету будівництва і архітектури <http://library.knuba.edu.ua/node/883>.

Виконавчий редактор – В.П. Берчун

Надруковано в ТОВ «Видавництво «Юстон»
01034, м. Київ, вул. О. Гончара, 36а.
Тел.: (044) 360-22-66
www.yuston.com.ua

**Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія дк № 497 від 09.09.2015 р.**

Підписано і здано до друку 02.10.2018. Формат 70x108/16. Папір офсетний.
Офсетний друк. Умовн. друк. арк. 9.1
Обл.-вид. арк. 10.4
Замовлення № _____

Тираж 300 примірників

КИЇВ 2018