**МІНІСТЕРСВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЛЬВІВСЬЕА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”,**

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

**ПРЕДСТАВНИЦТВО «ПОЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ НАУК» В КИЄВІ**

**ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЇ І ГЕОХІМІЇ ГОРЮЧИХ КОПАЛИН НАН УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ СОЮЗ ПРОМИСЛОВЦІВ І ПІДПРИЄМЦІВ, КОМІСІЯ З ПРОБЛЕМ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**ШІСТНАДЦЯТА**

**Міжнародна науково-практична конференція**

**25–26 травня 2017 р., м. Львів**

# РЕСУРСИ ПРИРОДНИХ ВОД КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

**/Проблеми охорони та раціонального використання /**

***Збірник наукових статей***

м. Львів, 2017

УДК 627.1(063)(292.451/454)
ББК 38.77(049)
П 996

П 996 **Ресурси природних вод Карпатського регіону / Проблеми охорони та раціонального використання.** Матеріали Шістнадцятої міжнародної науково-практичної конференції (м.Львів, 25–26 травня, 2017р.): збірник наукових статей – Львів: Національний університет «Львівська політехніка» , 2017. – 256 с.

Редакційна колегія: **З. Знак –** відповідальний редактор**,** А. Войціховська, О. Гвоздевич, Р. Гречаник, Л. Гринів, В. Жук, Т. Кваша, Т. Лупашку, І. Кульчицький-Жигайло, М. Мальований, М. Нижник, Б. Матолич, А Михнович, О. Муха, М. Наконечний, І. Ніронович, К. Орловський, М. Павлюк, В. Погребенник, В. Срібний, А. Томільцева, Й. Хованець, В. Чернюк, Я. Шпак, А. Яцик

В збірнику подані матеріали Шістнадцятої міжнародної науково-практичної конференції з проблем раціонального використання й охорони природних вод Карпатського регіону.

Рекомендовано для наукових і технічних працівників, аспірантів, студентів та широкого кола читачів, що цікавляться проблемою використання й охорони природних вод, а також стану довкілля.

*Друк матеріалів виконано згідно з оригіналами текстів, поданих та відредагованих авторами.*

*Організаційний комітет не несе відповідальності за зміст статей.*

**MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION IN UKRAINE**

**LVIV REGIONAL STATE ADMINISTRATION**

**LVIV POLYTECHNIC NATIONAL UNIVERSITY**

**IVAN FRANKO NATIONAL UNIVERSITY OF LVIV**

**REPRESENTATIVE OFFICE „POLISH ACADEMY OF SCIENCES" IN KIEV**

**INSTITUTE OF GEOLOGY AND GEOCHEMISTRY
OF COMBUSTIBLE MINERALS OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF UKRAINE**

**UKRAINIAN LEAGUE OF INDUSTRIALISTS AND ENTREPRENEURS
ENVIRONMENTAL PROTECTION COMMISSION**

**16-TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**

**/25–26 of May 2017/**

# RESOURCES OF NATURAL WATERS OF THE CARPATHIAN REGION

**/Problems of protection and rational use/**

***Scientific papers***

Lviv, 2017

Організаційний комітет вітає учасників Шістнадцятої міжнародної наково-практичної конференції “Ресурси пиродних вод Карпатського регіону” і пропонує до уваги черговий збірник доповідей. У книзі представлені матеріали наукових статей провідних фахівців у сфері досліджень, очищення, використання і охорони водних ресурсів, з університетів, науково-дослідних інститутів, приватних компаній та громадських організацій. Наукові праці стосуються екологічного стану водних ресурсів, дослідження поверхневих та підземних вод, проблем водопостачанн та очищення вод, бальнеологічних досліджень та використання мінеральних вод, а також природоохоронних аспектів.

Сьогоднішня зустріч об’єднала майже 140 авторів і доповідачів. В цьогорічній конференції крім українських науковців і фахівців беруть участь представники Польщі, Великобританії і Молдови. Оргкомітет з приємністю відзначає, що з кожним роком зростає кількість молодих учасників конференції, зокрема, аспірантів і студентів. Адже, без їх нового погляду на старі проблеми, оригінальності вирішення складних питань, ентузіазму та енергії не можливий поступ у такій надзвичайно важливій сфері як збереження якісної води.

Тематика конференції постійно розширюється, залучаються нові підходи, методи і технології аналізу стану водних ресурсів, очищення вод, водопостачання.

Ми переконані, що Шістнадцята конференція стане черговим вагомим кроком до раціонального використання, відтворення та збереження такого важливого життєвого ресурсу як чиста природна вода в Карпатському регіоні та далеко за його межами.

Бажаємо учасникам конференції плідної роботи, налагодження контактів, обміну досвідом, формулювання нових ідей для вирішення актуальних проблем збереження і раціонального використання природних вод.

З повагою

*Організаційний комітет*

The organizing committee welcomes the participants of the 16th international scientific-practical conference “The resources of natural waters of Carpathian region.” and proposes to attention the following volume of papers. The book introduces the materials of scientific articles of the leading professionals in the area of research, clarification, usage and protection of water resources from universities, scientific-research institutes, private companies and public organizations. The scientific papers apply to ecological state of water resources, research of surface and underground waters, problem of water supplying and water clarification, balneal researches and the usage of mineral waters, as well as nature protecting aspects.

Today’s meeting united almost 140 authors and narrators. Besides Ukrainian scientists and professionals, the representatives of Poland, Great Britain and Moldova are taking part in the conference this year. The organizing committee notes with great pleasure that each year the amount of young conference participants is rising, in particular post graduates and students. In fact, without their new view on old problems, originality of resolving the complicated problems, enthusiasm and energy, the progress in this extremely important sphere as preservation of quality water is impossible.

The theme of the conference is constantly expanding, new methods and approaches are being involved, new technologies of water resources analysis, water clarification and water supplying are being developed.

We are reassured that the 16th conference will become the next significant step to rational usage, reproduction and preservation of such important life resource as clear natural water in Carpathian region and further beyond its territory.

We wish the conference participants the fruitful work, good networking and communication, experience exchange, and the formulation of new ideas for solving topical problems of preserving and rational using of natural waters.

Sincerely,

*Organizing Committee*

# Розділ 1
# ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРИРОДНИХ ВОД

# Chapter 1
# ASSESSMENT OF THE NATURAL WATERS ECOLOGICAL STATE

# МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗАКАРПАТТЯ

***Ю. Ю. Воронич, Е.Й. Осійський, М.П. Скоблей, Л.М. Сусліков***
*Ужгородський національний університет, м. Ужгород*

# MONITORING OF GROUNDWATER QUALITY OF TRANSCARPATHIA

***Yu.Yu. Voronich , E. I. Osijskij, M.P. Skobley, L.M. Suslikov***
*Uzhorod National University, Uzhorod*

*By spectrometry method are investigated the content of chemical elements in groundwater of some settlements of Transcarpathian region in March 2017. Monitoring the concentrations of chemical elements carried in Tiachiv, Perechin and Onokivtsi.. The results indicate a satisfactory quality of water and study the possibility of safe use.*

Постійний контроль якості питної води є нагальною потребою сьогодення, оскільки якість питної води служить основою епідемічної безпеки і здоров'я населення. Необхідність систематичних досліджень ступеня забрудненості питної води зумовлена тою обставиною, що зростаюча кількість захворювань пов’язана саме із вживанням води, забрудненої шкідливими речовинами. Особливо актуальною ця проблема є в сільській місцевості, де, як правило, для побутових потреб використовують колодязну підземну воду.

Дана робота присвячена дослідженню основних показників якості підземних вод в деяких населених пунктах Закарпатської області, зокрема, в м. Перечин, м. Тячів та с. Оноківці Ужгородського району.

Проби для аналізу відбиралися в березні 2017 р. з трубчастого колодязя, глибина якого складала 7 м (м. Тячів), 13 м (м. Перечин), 23 м (с. Оноківці). Відбір проб здійснювався відповідно до чинних нормативних документів. Вимірювання виконувалися відповідно до методик виконання вимірювань, допущених до використання та наведених у Переліку методик виконання вимірювань складу та властивостей проб об’єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, тимчасово допущених до використання Держекоінспекцією України, чинного від 01.03.2013 р. до 01.03.2018 р. При вимірюваннях використовувалися наступні засоби вимірювальної техніки: спектрометр ПЭ-5400 ВИ, іономір лабораторний И-160 МИ, вага електронна AS 110/C.

Результати проведених експериментальних досліджень основних показників безпечності та якості підземних вод зазначених населених пунктів Закрпатської області представлені в таблиці. Аналіз отриманих результатів свідчить, що в населених пунктах м. Тячів та м. Перечин якість колодязної води цілком задовольняє вимогам санітарно-гігієнічних норм, які висуваються для такої води. Тобто всі досліджувані показники не перевищують норми гранично допустимої концентрації. Щодо якості води в с. Оноківці, то слід відзначити перевищення гранично допустимих норм за такими показниками як залізо та марганець.

Таблиця

Показники безпечності та якості колодязної води в деяких районах Закарпатської області

| Показник | Одиниця вимірю-вання | Результат вимірю-вання, м. Тячів | Результат вимірю-вання, м. Пере-чин | Результат вимірю-вання, с. Оноківці | Гранич-но допус-тима концен-трація | Відносна похибка вимірювання ε,%. Абсолютна похибка Δ, мг/дм³, при Р = 0,95 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Амоній (азот амонійний) | мг/дм³ | <0,1 (0,03) | <0,1 (0,05) | 1,82 | ≤ 2,6 0,5 | ± (20 - 9) % |
| Водневий показник | од. pH | 6,3 | 7,1 | 6,6 | 6,5 – 8,5 | ± 0,1 |
| Залізо | мг/дм³ | 0,06 | <0,05 | 7,06 | ≤ 1,0 | ±(20 - 10) % |
| Кальцій | мг/дм³ | 45,1 | 108,2 | 47,1 | ≤ 130 | ±14 % |
| Лужність загальна | ммоль/дм³ | 2,9 | 4,2 | 3 | ≤ 6,5 | - |
| Магній | мг/дм³ | 23,7 | 21,3 | 20 | ≤ 80 | ±17 % |
| Марганець | мг/дм³ | 0,09 | 0,08 | 3,2 | ≤ 0,5 | ±(50 – 10) % |
| Нітрати | мг/дм³ | 1,4 | 3 | 0,17 | ≤ 45 | ±(25 – 16) % |
| Сульфати | мг/дм³ | 81,2 | 98,7 | 66,7 | ≤ 500 | ±9 % |
| Сухий залишок | мг/дм³ | 316 | 532 | 288 | ≤ 1500 | ± 5 % |
| Фосфати | мг/дм³ | 2,1 | 2,9 | 3,5 | ≤ 3,5 | ±(24,8–10,4)% |
| Хлориди | мг/дм³ | 11,3 | 17 | 14,2 | ≤ 350 | ±(20 -7) % |
| Хімічне споживан-ня кисню (ХСК) | мгО/дм³ | < 4,0 (1,8) | 5 | 5,8 | | ±(25 – 16) % |

.Література


*1. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навч. Пос. / К.: Знання, 2006. - 319с.*

*2.Клименко М.О. Моніторинг довкілля : Підручник/ К. : Академвидав, 2006. - 359 с.*

*3. Шпак Г. Моніторинг довкілля та інженерні методи захисту біосфери. – Держ Універ. «Львівська політехніка, Львів, 1997. – 223 с.*

# КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗАХІДНИЙ БУГ У МЕЖАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

***Олена Голодовська, Мирослав Мальований, Даріуш Акбарпур***
*Національний університет "Львівська політехніка"*

# COMPLEX EVALUATION OF WATER QUALITY IN BASIN WESTERN BUG ON THE TERRITORY OF LVIV REGION ARE PRESENTED

***Olena Golodovska, Myroslav Malovanyy, Darush Akbarpour***
*Lviv Polytechnic National University*

*Actual problems of deterioration of the ecological state of the river Western Bug. Was identified the major pollutants and their concentration in water resource reservoirs. Was found exceeding the standards of discharge, based on an analysis of sampling. Executed evaluating complex environmental and water pollution index is defined on its base class water quality.*

Проблема комплексного оцінювання якості води на даний час має важливе і першочергове значення. Комплексний підхід до оцінки забруднення поверхневих вод дає змогу аналізувати характер та ступінь їх забрудненості хімічними речовинами, що пов'язано насамперед, із ступенем екологічної напруги у басейні, зокрема із надходженням у водойми недостатньо очищених та неочищених господарсько-побутових, дощових та промислових стічних вод, поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь. Саме тому, необхідним є своєчасне проведення спостережень за якісним станом поверхневих вод басейну та виконання аналізу та узагальнення інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень щодо охорони водних ресурсів. Оцінка стану поверхневих вод за рівнем забрудненості здійснюється відповідно до [1].

Визначення забрудненості поверхневих вод басейну Західного Бугу проводилось шляхом розрахунку коефіцієнту забрудненості для всіх створів. В результаті проведених розрахунків було встановлено що:

- У 2016 року найгіршими значеннями показників вмісту забруднюючих речовин характеризуються води р. Полтва (біля с. Кам'янопіль). Найбільші перевищення нормативних значень ГДК для рибогосподарських водойм зафіксовані за вмістом сульфатів, амонію сольового, нітритів, фосфатів, БСК5, ХСК, заліза загального та розчиненого кисню. Причиною такого забруднення р. Полтва є неефективна робота каналізаційних очисних споруд м. Львова.
- У воді р. Західний Буг (м. Кам'янка Бузька) спостерігались перевищення за вмістом амонію сольового, нітритів, фосфатів та заліза загального. На якість води впливають дифузні джерела забруднення (через відсутність прибережно-захисної смуги, її забудованість та розорюваність) та змив забруднюючих речовин із сільськогосподарських угідь.
- У воді р. Рата (біля м. Великі Мости) було зафіксовано перевищення нормативу ГДК за вмістом нітритів та заліза загального. Всі інші показники перебували в межах нормативного значення. На якість води р. Рата в створі здійснюють вплив стічні води водоканалів: м. Великі Мости, а також м. Рава-Руської і м.Жовкви через р. Свиня, що є притокою р. Рата
- У воді р. Західний Буг (м. Сокаль) 2016 року спостерігались перевищення ГДК за вмістом амонію сольового, БСК5 та заліза загального. Основний вплив на якість води р. Західний Буг здійснює Сокальське МКП ВКГ.

- У воді Добротвірського водосховища було зафіксовано незначне перевищення за значенням показника БСК5.

Вміст основних забруднюючих речовин у поверхневій воді басейну Західного Бугу наведено у таблиці 1.

*Таблиця1.*

**Розрахунок коефіцієнта забруднення для басейну річки Західний Буг**

| Найменування контрольних пунктів (створів) | Нормовані показники | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Сухий залишок | ХСК | БСК5 | Розчинений кисень | Азот амонійний | Нітрити | Нітрати | Фосфати | Марганець | Залізо загальне |
| ГДК, мг/дм3 | 1000 | 15 | 2,26 | 4 | 0,39 | 0,08 | 40 | 0,17 | 0,01 | 0,1 |
| Концентрації забруднюючих речовин, мг/дм$^3$ | | | | | | | | | | |
| р. Полтва, с.Кам'янопіль | 730 | 94,8 | 43,1 | 1 | 3,41 | 0,68 | 1,8 | 2,96 | - | 0,5 |
| р. Зх. Буг, м. Кам'янка Бузька | 598 | 16,5 | 3,8 | 5,8 | 2,27 | 0,58 | 8,3 | 0,99 | - | 0,16 |
| р. Рата, м. Великі Мости | 336 | 11,7 | 2,05 | 8,5 | 0,08 | 0,14 | 4,75 | 0,14 | - | 0,3 |
| р. Зх. Буг, м. Сокаль | 524 | 15 | 3,32 | 7,73 | 0,37 | 0,16 | 17,95 | 0,66 | - | 0,15 |
| Добротвірське водосховище, | 514 | 15,8 | 4,1 | 7,1 | 2,25 | 0,58 | 10,35 | 1,3 | - | 0,1 |

Використовуючи різні відомі методики комплексної оцінки якості поверхневих вод була проведена екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями в басейні Західного Бугу та було проведено обґрунтування результатів вимірювань за 2016 рік [2 - 5]. Результати розрахунків приведені в таблиці 1. На підставі проведених розрахунків було встановлено, що:

- поверхневі води в басейні Західного Бугу відносяться до другого та третього класів якості (ІІІ клас – у створах р. Полтва, с. Кам'янопіль, р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька, Добротвірське водосховище, м. Сокаль);

- за показниками сольового блоку поверхневі води басейну відносяться до першого та другого класів якості;

- за показниками блоку специфічних показників токсичної дії води басейну Західного Бугу відносяться до третього класу якості;

- проведеними розрахунками визначення класу якості води встановлено, що найбільше впливають на погіршення класу якості води показники азотної групи (азот амонійний, нітратний та нітритний), а також прозорість.

Література


1. Методика розрахунку коефіцієнта забрудненості природних вод: КНД 211.1.1.106-2003 Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів). – Київ, 2003. – С. 25-30.
2. Кресін В. С. Методичні підходи до розрахунку ГДС речовин з урахуванням категорій якості поверхневих вод/ В. С. Кресін, В. В. Брук// Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. УкрНДІЕП. – Харків:ВД «Райдер», 2005. – С.210-221.
3. Правила ведення моніторингу та оцінки якості води транскордонних річок/ Схвалено комітетом ЄЕК. – Гельсинки, 1996. – 49 с.
4. Патент України на корисну модель від 11.11.2013, № 85333 Спосіб визначення ступеня ураженості водної екосистеми/ О.М. Крайнюков/ Зарєєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 11.11.13.
5. Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів// http://zbbuvr.gov.ua

# ЗАБРУДНЕННЯ ВОД РІЧКИ ПРУТ В МЕЖАХ МІСТА ЧЕРНІВЦІ ВИКЛИКАНІ РІЗНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ВПЛИВУ

***В.С. Грицку, Ю.П. Грицку-Андрієш***
*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

# WATER POLLUTION OF PRUT RIVER WITHIN THE CITY OF CHERNIVTSI CAUSED BY VARIOUS SOURCES OF INFLUENCE

***V.S. Hrytsku, I.P. Hrytsku-Andriesh***
*Yurij Fedkovych Chernivtsi National University*

*The article describes the main hydrological factors, sources of pollution and their display components in the formation of the water quality of the Prut river near the city of Chernivtsi. Describes the natural factors of water pollution (fluctuating water levels in the river and the number of its use in a residential building), but focuses on anthropogenic pollution and contamination class definition of waste water, suspended solids and organic and inorganic contamination.*

Чернівці – це індустріальне місто з розвиненим господарством та інфраструктурою, внаслідок чого здійснюється чималий тиск на довкілля

За умов зростаючого дефіциту сучасний стан і динаміка якості водних ресурсів постійно привертають увагу дослідників. Більшість з них констатують поступове зниження рівня антропогенного навантаження на річкові басейни протягом останніх 10-15 років, в основному – за рахунок зменшення об’ємів водовідведення. В окремих річкових басейнах внаслідок цього спостерігалось покращення якості води, але в більшості випадків позитивних зрушень не відбулось. Екологічний стан річок, особливо малих, промислово розвинених регіонів залишився незадовільним, або погіршився. Основною причиною цього вважається зниження ефективності очистки стічних вод. [10, с. 215-216]

Річка Прут є важливим джерелом водних ресурсів, які інтенсивно використовуються в передгірній і рівнинній частинах басейну. У гірській частині вода річки може бути оцінена як чиста (ІІ клас), в середній і нижній частинах течії її якість погіршується, особливо інтенсивно – в районі м. Чернівці, де в окремі періоди вона може знижуватися до VI класу [9, с. 265].

Якість води річки Прут може розглядатись як результат поєднання природних чинників та антропогенного навантаження в його басейні.

Серед природних чинників основним є водність, яка для річних проміжків часу може бути виражена величинами середнього річного стоку. Середня витрата води р.Прут у створі м.Чернівці протягом 1895-2012 рр. складала 72,1 $м^3/с$. Маловодними в межах даного періоду були 1992-1997 рр., а з врахуванням того, що багатоводному 1991 передував дуже маловодний 1990р., за такий можна вважати період з 1990-1997 рр. Другий маловодний період у межах вищезгаданого охоплює 2003-2006 рр. Також 2012 рік відзначився зменшенням витрати води майже вдвічі, порівняно з попереднім роком [3]. Забруднення води в річці суттєво підвищується процесом трансформації органічної речовини, в періоди підвищення рівня річки.

Однією з причин покращення стану води в річці Прут в межах м.Чернівці є зменшення її використання. Це відбувається зі згортанням споживання води у комунально-побутовому секторі. Пояснень виявленій тенденції може бути декілька. По – перше, значно зросла вартість води у мережі комунального водопроводу, покращився облік її споживання, що примусило до раціонального використання води. По – друге, у новітній житловій забудові міста частина

будинків, підключених до мереж комунального водопроводу і каналізації є незначною. Переважаюча зараз в місті приватна житлова забудова обслуговується, як правило, автономними системами водопостачання, водовідведення і опалення, які базуються на використанні води з місцевих підземних водоносних горизонтів, що не призводить до збільшення споживання води з централізованих джерел водопостачання. [1]

Антропогенні скиди відходів у стічних водах є основною причиною забруднення р. Прут на сьогодні. Недостатнє очищення стічних вод спричиняє потрапляння токсичних речовин у водойми. Це суттєво відбивається як на здоров'ї населення, так і на популяцію гідрофітів. Хоча Прут належить до числа найбільш чистих річок, становище з кожним роком гіршає.

Негативні зміни якості води р.Прут на ділянці в межах м.Чернівці зумовлені, в основному, надходженням хімічних речовин зі скидами стічних вод каналізаційної системи міста.

Важливим чинником, який визначає забрудненість річкових вод, є ступінь очистки каналізаційних стоків перед скиданням в водоприймачі, тобто ефективність роботи очисних споруд. Очевидно, що при ефективній роботі очисних споруд рівень антропогенного навантаження на водоприймачі буде невисоким.

Всі стоки лівобережжя та частина стоків правобережжя приймаються головною насосною станцією, котра, в свою чергу, перекачує їх на існуючі очисні споруди каналізації. Частина стоків нових забудов правобережжя через каналізаційний колектор подається прямо на очисні споруди.

В табл. 1 наведено результати роботи очисних споруд в м. Чернівці.

**Табл. 1. Результати роботи очисних споруд з 1999 по 2008 рік., (мг/л)**

| Технолог. процес | 1999 | | 2002 | | 2008 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Завислі речовини | $БСК_5$ | Завислі речовини | $БСК_5$ | Завислі речовини | $БСК_5$ |
| Вхід | 375 | 437 | 354 | 396 | 302 | 329 |
| Решітки | 368 | 428 | 342 | 371 | 233 | 316 |
| Пісколов. | 296 | 385 | 261 | 293 | 236 | 245 |
| Первин. відстійники | 123 | 165 | 115 | 149 | 107 | 99 |
| Вторин. відстійники | 28 | 19.3 | 22 | 18.5 | 16 | 17.1 |
| Скид | 25 | 17.7 | 20 | 15 | 15 | 15 |

Джерело: [2, с. 10]

Всього в мережі водовідведення міста експлуатується 7 комунальних каналізаційних насосних станцій, більше пятнадцяти відомчих каналізаційних насосних станцій, тунель глибокого закладання діаметром 2200мм довжиною 5878м, та міські очисні споруди каналізації. Загальна протяжність каналізаційних мереж в місті складає 250 км.

За результатами, наведеними в табл.1. видно, що стічні води пройшовши технологічну схему від входу і до скиду значно покращують свої фізико-хімічні параметри. При цьому необхідно відмітити , що в зазначеному періоді (1999-2008рр.) динамічно ступінь очистки стічних вод покращується, що відповідно позитивно впливало на екологічний стан річки Прут, яка є транскордонною. Але в наступні роки ситуація значно погіршилася. Хоча згідно інструментально-лабораторного контролю за 2010 рік на території Чернівецької області, який проводився Міністерством екології та природних ресурсів України, перевищення гранично допустимих концентрацій в цілому в р. Прут не зафіксовано. [6]

Впливають на екологічний стан річки і завислі речовини, джерелами яких є як стічні води так і процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, донних відкладів,

продукти розпаду мікроорганізмів, антропогенні джерела. Високий вміст завислих речовин слугує погіршенню проникнення на глибину сонячного світла, життєдіяльності мікроорганізмів та ін. [7, с. 203] В табл. 2 наведено дані про завислі речовини з 2005 по 2012 рік.

**Табл. 2. Вміст завислих речовин у воді річки Прут (мг/л)**

| | Місце відбору проб | | ГДК |
|---|---|---|---|
| Рік | Створ №1 м.Чернівцір.Прут 3.5км вище м. Чернівці | Створ №2 м.Чернівці р.Прут 3км нижче м. Чернівці | 15 |
| 2005 | 7,3 | 8,8 | |
| 2006 | 4,6 | 7,2 | |
| 2007 | 4,9 | 3,7 | |
| 2008 | 2,2 | 2,5 | |
| 2009 | 2,1 | 2,9 | |
| 2010 | 1,3 | 1,3 | |
| 2011 | 2,1 | 2,1 | |
| 2012 | 2,9 | 1,5 | |

Джерело: [3]

За вмістом завислих речовин, річка Прут відповідає ІІ классу забрудненості. [4, с. 231]

Визначити ступінь забруднення природної води органічними речовинами можна і за кількістю кисню, який витрачається на окислення цих речовин, та за біохімічним споживанням кисню. Серед розчинених у воді газів кисень відіграє важливу санітарно-гігієнічну роль, сприяє швидкій мінералізації органічних речовин.

Його вміст впливає на весь комплепкс біохімічних і екологічних процесів у водних об'єктах. Вміст розчиненого кисню у воді р.Прут вище і нижче скиду - достатні, що забезпечує хімічні і біохімічні реакції окислення. Згіно даного показника р.Прут відноситься до ІІ класу – чисті. [8, с. 254]

З широкого спектру забруднень поверхневої води неорганічної природи найбільш поширеними є іони азотної групи - аміак, нітрити, нітрати. Аміак впливає на органолептичні властивості води, а при отруєнні нітратами порушується робота серцево-судинної, дихальної і центральної нервової систем. [5] Згідно ГОСТ 2761-84 дані показники не нормуються, але згідно екологічної класифікації проби води р.Прут за вмістом нітратів можна віднести до незначно забруднених.

Серед найнебезпечніших забруднювачів води особливе місце займають неорганічні речовини токсичної дії (важкі метали). Вони відносяться до найбільш розповсюджених та небезпечних забруднюючих речовин. Токсичні елементи володіють мутагенними і токсичними діями, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах. Співставлення середньорічних значень вмісту токсичних елементів у воді р.Прут дозволяють зробити висновок, що їх концентрація в основному відповідає межам ГОСТ 2761-84.

Отже, негативні зміни якості води р.Прут на ділянці в межах м.Чернівці зумовлені природними та антропогенними чинникам. Найбільше забруднення надходить зі скидами стічних вод каналізаційної системи міста, вимивання з грунтів елементів, які утворились в процесі застосування різного роду добрив та в процесі трансформації органічної речовини, в періоди підвищення рівня річки.

Літературні джерела:

*1.Журнал №1 Водопостачання та водовідведення [Електронний ресурс]. -*

*Режим доступу: http://www.slideshare.net/journal_jkg/1-12972014*

*2. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Чернівецькій області у 2006 році*

*3.Інформація з навчальної практики*

*4.Ковальчук І.П., Іванов Є.А., Андрійчук Ю.М., Цідило Ю.П. Аналіз якості вод річкових русел басейну верхнього Дністра : гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - Т.11.-2009.- с. 487 17.*

*5. Мета-Новини» водовідведення [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://news.meta.ua/archive/18.02.11/cluster:20112160-Chern%B3vts%B3vodokanal-oshtrafuvali-maizhe-na-5-mln-grn-cherez-stare-ochisne-obladnannia/*

*6.Міністерство екології та природних ресурсів України: звіт інструментально-лабораторського контролю за 2010 рік на території Чернівецької області*

*7.Орлов В.О., Зощук А.М. Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення / Орлов В.О - Рівне: УДУВГ, 2002. – 387 с.*

*8.С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. Екологія: Підручник / — К.: КНЕУ, 2005. — 419 с.*

*9. Соловей Т.В., Ніколаєв А.М. Аналіз змін якості води р.Прут у сучасний період : гідрологія, гідрохімія і гідро екологія/ Ніколаєв А.М. - Т.11, 2006– 346с.*

*10. Яцык А.В., Бышовец Л.Б., Бабич Н.Я. Комплексная оценка современного экологического состояния бассейнов рек Украины // Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда, секция 4.- 2008. – 297 с.*

# СУЧАСНІ ПІДХОДИ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

***О.Б. Денис***
*НГО «Інститут пасивного будівництва», м.Львів*

# MODERN APPROACHES TO WATER USAGE

***O.B. Denys***
*NGO "Institute of Passive House", Lviv*

*Донедавна основним напрямком розвитку водопостачання та водовідведення вважалось вдосконалення технологій та технічних рішень підготування питної води та очищення стічних вод. Аналіз наслідків такого підходу довів його неспроможність забезпечити людей чистою питною водою та знизити вплив на довкілля через техногенну забрудненість водних ресурсів. На сьогодні в цілому світі сформувався новий підхід – інтегроване управління використання водними ресурсами у взаємозв'язку з виробництвом енергії та продуктів харчування. Вода-енергія-продовольча безпека – таке гасло багатьох міжнародних конференцій, симпозіумів та зустрічей фахівців. Сучасні екотехнології - це мінімізація використання енергії та води, раціональне використання природних ресурсів для сільського господарства, утилізацію та повторне використання відходів. екосанітарія, використання відновлюваних джерел енергії та органічне землеробство.*

*Until recently, the main focus of the water and wastewater improvements deemed technologies and technical solutions preparation of drinking water and wastewater treatment. Analysis of the consequences of this approach has proved its inability to provide people with clean drinking water and reduce the environmental impact due to man-made pollution of water resources. Today in the world formed a new approach - integrated management of water resources in relation to the production of energy and food. The water-energy-food security - is the motto of many international conferences, symposia and meetings of experts. Modern environmental technology include minimizing the use of energy and water, sustainable use of natural resources for agriculture, recycling and reuse of waste. ekosanitation, renewable energy and organic agriculture.*

Швидкий екстенсивний розвиток промисловості та технологій, який почався у XIX і продовжувався до кінця XX століття змусив людство замислитись над вичерпністю природних ресурсів та викопних видів палива. Це стосувалось не тільки питання, яку енергію використовувати, але й як мінімізувати її споживання. Зокрема політика ЄС стала спрямовуватись на радикальне зниження рівня техногенного впливу і споживання в країнах ЄС. В кінці XX століття людство усвідомило іншу, ще більш серйозну проблему – брак питної води. Саме вода стала головним викликом XXI століття і найважливішою темою не тільки серед екологів та науковців, але й серед політиків і бізнесу. Об'єктивною причиною цієї проблеми став стрімкий зріст чисельності населення – з 7 млрд сьогодні до 2050 року вона досягне 9 млрд осіб (за найоптимістичнішими прогнозами). Суб'єктивною причиною стало **марнотратне й нераціональне використання води в господарстві та всезростаюче забруднення водних ресурсів завдяки людській діяльності.** Брак води умовно розділяють на дві категорії: «видимий», коли кількість води достатня, але дефіцит існує через неефективне і марнотратне використання і «реальний», коли дефіцит викликаний обмеженими ресурсами.

Практично будь-яке виробництво енергії потребує води, постачання води

потребує енергії, а вирощування сільськогосподарської продукції потребує і води і енергії. На порядку денному стало питання розподілу природних ресурсів - води та землі для промислових, сільськогосподарських та енергетичних потреб. В Європі, наприклад, була прийнята стратегія комплексного управління земельними та водними ресурсами – "стійке земле-та водокористування всіх і для всіх" з ключовими показниками зниження деградації ґрунту, води і лісів до 0% до 2030 року; розподіл води і землі спеціально для їжі, біопалива, лісового господарства та міських поселень.

З швидким зростанням населення за останні 50 років водозабір збільшився втричі. За розрахунками західних експертів щорічно людина на утворення комунально-побутових СВ використовує до 125 000 л води, з них на змив в унітаз іде від 6.000 до 25.000 літрів питної води, що складає значний потенціал для заощадження питної води, енергії та інших ресурсів.

Соціально-економічні чинники (зростання населення), зміни у землекористуванні, більш широке використання заповідних зон, всезростаючий техногенний вплив людини спричинює кліматичні зміни, які незабаром можуть стати незворотними. У глобальному масштабі число стихійних лих та кліматичних катастроф було в два рази більше за десятиліття з 1996 по 2005 рік ніж у період між 1950 і 1980 роках, при чому спричинені ними економічні втрати збільшились в п'ять разів. Підвищення температури і рівня моря, збільшення інтенсивності посух і штормів дозволяють припустити, що протягом найближчих 30-50 років відбудуться істотні переміщення населення, особливо в прибережних зонах. Внаслідок цього з’явиться 330 000 000 кліматичних біженців. Суспільство не має готових рішень на стихійні лиха, тому треба готуватися до найгіршого. А суперечки кліматологів і екологів про те, що є причиною кліматичних змін – людська діяльність чи природні явища є безсенсовні. Адже так чи інакше в одному і в другому випадку людина замість зупиняти або сповільнювати негативні процеси, навпаки - поглиблює їх і пришвидшує.

Важко назвати мільярдні суми збитків від стихійних лих в глобальному масштабі (не всі вони оприлюднюються), але з впевненістю можна говорити про постійне їх зростання. В той же час кожний заінвестований у заходи по енергоефективності долар дає доходи в розмірі $ 6-8. Адекватні інвестиції у енергетичне та водне господарство, інфраструктуру та послуги приносять високу економічну віддачу завдяки уникненню мільйонних витрат, пов'язаних із забрудненням довкілля та стихійними лихами. В сукупності загальний річний економічний ефект від інвестицій в галузі енергетики, водопостачання та санітарії може скласти $ 84 млрд. Економічні втрати у зв'язку з відсутністю водопостачання та санітарії в Африці в результаті смертності і захворюваності оцінюється в $ 28,4 млрд., або близько 5% ВВП. Бідні країни, що мають доступ до чистої питної води і санітарних послуг швидше економічно розвиваються, ніж ті, хто їх не має. Дослідження показали, що щорічний економічний ріст становив 3,7% серед бідних країн з кращим доступом до поліпшених послуг водопостачання та водовідведення, в той час як в бідних країнах без доступу щорічне зростання було всього на 0,1%.

Значний негативний вплив на розвиток енергетичної та водної галузі має корупція. Корупція в секторі водного господарства може підвищити інвестиційні витрати на досягнення Цілей розвитку тисячоліття для водопостачання і водовідведення майже на 50 мільярдів доларів. В деяких країнах корупція збільшує вартість підключення до побутової водопровідної мережі більш ніж на 30 %. Бідні люди, що живуть в хрущобах, часто платять у 5-10 разів більше за літр води, ніж багатії, що живуть в тому ж місті. Частка приватного сектора в водопостачанні та водовідведенні в країнах, що розвиваються, в середньому лише

35%, в той час як у розвинених країнах вона складає 80% ринку.

Сучасні методології і брак систематичних досліджень водоспоживання в енергетиці не дають можливості однозначно відповісти на запитання, скільки води потрібно для всезростаючого попиту на енергію, але загроза припинення енергопостачання через дефіцит води цілком реальна. У Європейському Союзі, наприклад, для виробництва енергії використовується близько 44 %, а в США більше 40 % води, в той час коли в Йорданії, наприклад, на водний сектор припадає 15 % всього національного споживання енергії, а в Каліфорнії для перекачування і очищення води використовують до 20 % електроенергії У деяких регіонах, таких, як південний захід США, на Близькому Сході і в Північній Африці для виробників енергії дефіцит води вже є серйозною проблемою, а у Франції за останні десятиліття кілька атомних електростанцій під час хвилі спеки, небезпечно високої температури води і через її нестачу періодично були змушені тимчасово закриватись і імпортувати електроенергію з сусідніх країн.

Добрим прикладом вирішення проблеми є Китай, уряд якого створив комплексну програму водокористування та енергозбереження на 2015, 2020 і 2030 роки; де передбачив обов'язкове підвищення ефективності сільськогосподарського та промислового використання води, значне зниження рівня забруднення води у великих водоймах та реформування цін на воду з урахуванням вартості води як обмеженого ресурсу.

Найкращим способом економії води у виробництві енергії є зниження енергоспоживання. Практикою доведено, що інвестиції у підвищення енергоефективності вигідніші, ніж створення нових енергогенеруючих потужностей і приносять високу віддачу. Найефективніший спосіб використанням води в енергетиці і найдешевшим джерелом електричної енергії є гідроенергетика, яка в даний час складає 86 % від всіх відновлюваних джерел енергії і має значний потенціал в розширенні і забезпеченні надійної та екологічно чистої енергії в усьому світі.

З другої сторони, з відновлюваними джерелами енергії не все так однозначно. В Україні внаслідок побудови в свій час великих гідроелектростанцій масовим явищем стало забруднення води значною кількістю біогенів (вуглецю, азоту, фосфору та іншими), які надходили у воду із затоплених водосховищами родючих земель, що спричинило евтрофікацію («цвітіння») води і створило загрозу здоров’ю населення. Для використання сонячної енергії необхідні фотоелектричні панелі або теплові сонячні колектори, виробництво яких теж потребує енергії. А вирощування сільськогосподарських культур для виробництва біопалива замість продуктів харчування створило проблему нестачі продуктів. Оптимальним джерелом енергії є біогаз, який отримується з відходів (сміттєзвалищ, каналізаційних стоків, відходів сільського господарства), так як при його виробництві утилізуються відходи, а у випадку відходів сільського господарства додатково отримуються високоякісні органічні добрива.

Значний негативний вплив на розвиток енергетичної та водної галузі має корупція. За розрахунками фахівців корупція в секторі водного господарства може підвищити інвестиційні витрати на досягнення Цілей розвитку тисячоліття для водопостачання і водовідведення майже на 50 мільярдів доларів. В деяких країнах корупція збільшує вартість підключення до побутової водопровідної мережі більш ніж на 30 %. Бідні люди, що живуть в хрущобах, часто платять у 5-10 разів більше за літр води, ніж багатії, що живуть в тому ж місті. Частка приватного сектора в водопостачанні та водовідведенні в країнах, що розвиваються, в середньому лише 35%, в той час як у розвинених країнах вона складає 80% ринку.

Україна за міжнародною класифікацією вважається однією з найменш

забезпечених водою країн у Європі. Питне водопостачання країни майже на 80% забезпечується за рахунок поверхневих вод, тому їх якість є вирішальним чинником санітарного та епідеміологічного благополуччя населення країни. Водночас більшість басейнів річок можна віднести до забруднених та дуже забруднених.

Видобуток природних копалин та енергетика, особливо ядерна енергетика, потребують величезних запасів води і часто скидають в природні водні масиви нагріту воду, що спричиняє масову загибель риби і живих мікроорганізмів. Водопостачання промислових підприємств нерідко забезпечується з комунальної мережі водопостачання, а значить вони споживають питну воду. Незважаючи на оптимістичні прогнози вчених, евтрофікація («цвітіння») води внаслідок затоплення водосховищами родючих земель не зменшується, а навпаки. Останні 5–10 років значний внесок в цю проблему роблять фосфати, які потрапляють туди зі сільськогосподарських угідь (фосфатні добрива), але це лише 5%, та побутових стічних вод (синтетичні миючі засоби, СМЗ), внесок яких у забруднення водойм складає 95%..Різке зростання вмісту фосфатів у комунальних стічних водах через зростання використання у побуті фосфатних миючих засобів та неспроможності водоканалів за допомогою існуючих технологій забезпечити необхідне очищення стічних вод від фосфатів призвело до того, що водоканали часто залишаються основними забруднювачами українських рік.

Офіційна статистика свідчить, що один літр стічних вод забруднює щонайменше вісім літрів прісної води з поверхневих вододжерел. У водоймища, з яких отримують питну воду понад 70% населення України, скидається близько 40% неочищених господарчо-побутових і 42% промислових стічних вод. На 75% таких водозаборів немає санітарних охоронних зон, на 13-18% відсутні необхідні очисні споруди і на 16-22% водозаборів немає установок для знезараження води. Із року в рік ця сумна статистика зростає. Послугами централізованого водовідведення забезпечено 95,9% міст, 55,9% селищ міського типу та 2,6% (744 із 28 540) сільських населених пунктів.

Сектор ВКГ перебуває у кризовому стан: у вкрай занедбаному й аварійному стані - 28,8% головних колекторів, 31,6% — вуличних мереж та 32,1% — внутрішньоквартальних і дворових мереж. Подекуди в системах водопостачання втрачається до 80% води! Щороку обсяги осаду й мулу, які накопичуються на мулових майданчиках очисних споруд збільшуються на 40 млн т, що потребує 120 га/рік. Близько 20 млн українців користується надвірними вбиральнями з вигребами та септиками, які є джерелами забруднення колодязів і водотоків і де накопичується до 20% загального об’єму стоків

В Європі на сьогодні створені технології водопостачання та водовідведення, які дозволяють запобігати негативним процесам деградації природних ресурсів, невирішеним проблемам стічних вод і скоротити чи попередити забруднення (каналізація, сміттєзвалища).

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ВОДОКОРИСТУВАННЯ, використання дощової води та повна утилізація «чорних» вод. Відходи життєдіяльності людини в екосанітарії є цінним ресурсом, який повторно використовується як добриво. Підраховано, що щорічно Україна втрачає з стічними водами 300 млн доларів за оцінками об’ємів поживних речовин, що змиваються у каналізацію (Petter Jenssen, UMB, Norway 2005), і які б могли бути використані як добрива, в той же час як 25% населення України підпадає під ризик захворювань, пов’язаних із вживанням неякісної води.

«Екосанітарні» технології – це відведення окремо стоків з мийок, душів, умивальників («сірі» води) та туалетів («чорні» води). «Сірі» води очищаються за допомогою природних систем очищення стічних вод ( біоплато, водойми-

відстійники, системи інфільтрації, вертикальні піщані фільтри, тощо. У невеличких господарствах та приватних будинках, в яких підключення до централізованого водовідведення неможливо, влаштування локальних очисних споруд для «сірих» побутових стічних вод (grey water) є ідеальним рішенням. Це ж можна сказати про водовідведення «чорних» вод – а це використання сухих туалетів (екосанів), конструкція яких дозволяє окремо відводити сечовину (жовті води, yellow water) та фекалії (коричневі води, brown water). Сечовина з бітазу збирається у каністри або резервуари і через пів року може використовуватись як чудове азотне добриво (біогени N, P, C, макроелементи Na, K та ін.) а фекалії посипаються дрібними фракціями органіки (тирса, торф, сухе листя, подрібнена солома, тощо), компостуються та можуть використовуватись через 2 роки як компост. Такі туалети можуть бути 1-о або 2-камерні.

Ці технології широко використовуються в високорозвинених країнах Європи (лідер у цьому Фінляндія, Швеція та Норвегія) та широко впроваджуються в Індії, країнах Африки та ін. країнах, де централізовані системи водопостачання та водовідведення відсутні. Серійне виробництво бітазів налагоджено в Швеції, Фінляндії та Китаї.

Вода – речовина, з якої складається все, що є на Землі і у Всесвіті, і якість якої має найбільший вплив на здоров'я. Людина тим не менше «злочинно», можна сказати, до неї відноситься. Вона перетворює чисті річки на стічні води, озера, моря та океани на звалища небезпечних шкідливих здоров'ю речовин, а береги водойм - на стихійні смітники. Вода не тільки в кранах наших домівок, але й в багатьох джерелах, колодязях, чи артезіанських свердловинах перестала бути питною. Навіть в алювіальних водах вчені недавно знайшли такі отруйні для людини елементи як миш'як чи свинець.

Не забуваймо, що з усієї води на Землі 97% - це морська вода, і тільки 3% прісна, з якої близько 70% полярні льодовики. Решта 30% це в основному грунтова волога та підземні водоносні горизонти. Легко доступною для прямого використання людиною є менш ніж 1% прісної води!

Вода - міждисциплінарна наука. І поки ми будемо розглядати її окремо по кожній галузі господарства чи водокористування ми не досягнемо бажаного результату. Інтегрований підхід вода-енергія-продовольча безпека дасть можливість оптимізувати використання всіх природних ресурсів та знизити техногенний вплив на довкілля до бажаного рівня. Тим самим забезпечивши людей чистою питною водою, яка є основою нашого здоров'я.

Література

Журнал «ЕКОінформ», № 4-2011

Granit. J. & Lindström. A. (2011). Constraints and Opportunities in Meeting the Increasing Use of Water for Energy Production. In Proceedings of the ESF Strategic Workshop on Accounting for water scarcity and pollution in the rules of International trade. Amsterdam 25 – 26 November 2010. (Ed. Hoeckstra, A.Y., Aldaya, M.M., and Avril. B.) Value of Water Research Report Series No. 54. (UNESCO-IHE).

Granit.J., Löfgren.J., (Eds.) (2010). Water and Energy Linkages in the Middle East – Regional Collaboration Opportunities. SIWI Paper 16 (SIWI, Stockholm).

Hoff, J. (2011). Understanding the Nexus. The Water, Energy, Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute, Stockholm. • WEF [World Economic Forum]. (2011). Water Security – The Water-Food-Energy-Climate Nexus. World Economic Forum Water Initiative. Island Press. Washington/Covelo/London.

Www. Siwi.org

www.mama-86.org

www.drytoilet.org

www.gemswater.org

www.unwater.org/

www.worldtoilet.org

# МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ З МАЛОГО ЗАЛІСНЕНОГО ГІРСЬКОГО ВОДОЗБОРУ

***І.Є. Кульчицький-Жигайло*[1], *Н.І. Козій*[1,2]**
[1]*Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*
[2]*Шведський сільськогосподарський університет, м. Умео*

# THE MODEL OF RUNOFF FORMATION FROM A SMALL MOUNTAIN FORESTED CATCHMENT DURING RAIN FRESHETS

***I. Ye. Kulchytskyi-Zhyhaylo*[1], *N. I. Kozii*[1,2]**
[1]*Ukrainian National Forestry University*
[2]*Swedish University of Agricultural Science*

*Based on the results of experimental studies of rainfall interception and runoff formation processes, the runoff model for single freshets from a small (29.47 hectares) mountain catchment in the Ukrainian Carpathians was proposed. The catchment is covered by the forests with different characteristics. The model is based on the isochronous method. Calculated maximum water runoff satisfactorily corresponded to the actual one (difference of 17 - 23%).*

**Вступ.**

Вивчення гідрологічної ролі наземної та підземної частин лісових екосистем дозволяє зробити висновок, що вплив лісів різної структури на формування стоку дощових паводків з малого водозбору залежить від комплексу факторів:

1. Величини інтерцепційних втрат вологи при різному характері випадання опадів.
2. Втрат вологи на насичення ґрунтового комплексу до початку зародження схилового стоку.
3. Коефіцієнта схилового стоку при різній інтенсивності дощів.
4. Розташування лісів на площі водозбору.

Питанню моделювання ходу стоку води з малих різнозаліснених гірських водозборів для отримання гідрографа стоку та величини максимальних витрат присвячено ряд наукових робіт [1, 2, 3, 4 та ін.]. У більшості з них використано відомий у гідрології метод ізохрон добігання води до розрахункового створу. Зокрема у опрацьованій швейцарськими вченими моделі HAKESCH досліджуваний водозбір ділиться на ділянки однакового часу добігання у залежності від швидкості руслового та схилового стоку з заліснених та безлісних площ різної крутизни. Величина стоку з елементарних ділянок залежить від характеристик лісів (високоповнотних, розріджених).

**Методика**.

З використанням методичних підходів моделі HAKESCH та власних експериментальних досліджень для малого дослідного водозбору нами розроблена математична модель формування стоку дощових паводків. Вона дозволяє на основі покрокового розрахунку стоку дощового паводку визначити величину максимальної витрати води у замикаючому створі та наближено розрахувати гідрограф стоку. У моделі розраховується лише схиловий стік паводку від ефективного дощу. Для кожної ділянки таким дощем є величина опадів після насичення лісового намету та початкових втрат на

зволоження ґрунту, тобто з моменту початку схилового стоку. Модель не враховує базовий ґрунтовий стік води і інтенсивне живлення водостоку ґрунтовими водами у період проходження паводку, тому може бути використана лише для моделювання стоку нетривалих інтенсивних злив.

Першим етапом моделювання є визначення характеристик русел потоків та вкритих лісом і безлісних схилів. Час руслового і схилового добігання води визначається через швидкість руслового $V_p$ і схилового$V_{cx}$ стоку. Швидкість руху води у руслі розраховано за формулою Шезі на основі ухилу русла, його шорсткості та гідравлічного радіусу, швидкість схилового стоку – за номограмою, наведеною у [5]. Ізохрони з часовим кроком 5 хвилин проведено на основі рекомендацій [4].

**Результати.**

На рис. 1 зображено експериментальний водозбір з нанесеними на ньому ізохронами та площами ділянок між ними. Ділянки 1 – 3 займають 98,1 % площі водозбору, а ділянка 4, з якої час добігання до створу становить 20 хвилин – лише 1,9 %.

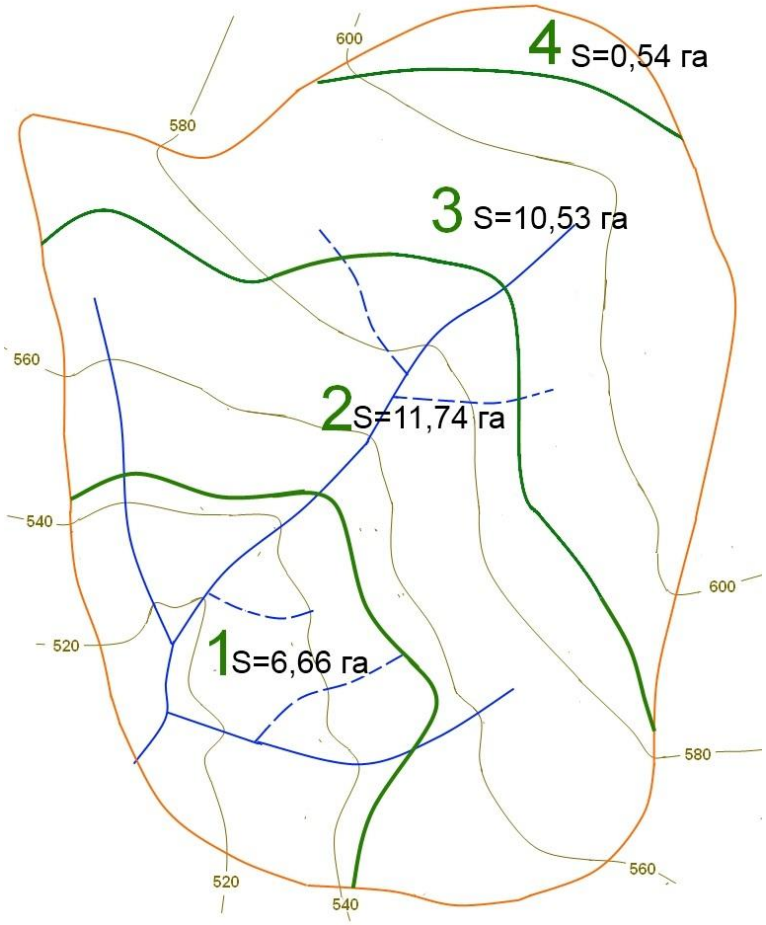



Рис. 1 Експериментальний водозбір з ізохронами

Моделювання стоку полягає у визначенні витрат води у замикаючому створі через відтинки часу $\Delta t$ і побудові гідрографа стоку.

Нехай маємо n ізохрон з часом добігання $\Delta t$ (у подальших розрахунках приймаємо $\Delta t$ =5 хв.). Площу між замикаючим створом і першою ізохроною позначимо $f_1$ , площу між першою і другою ізохроною $f_2$ і т.д. Це означає, що через час $\Delta t$ від початку водовіддачі у замикаючому створі басейну буде вода, яка добігла з елементарної площі $f_1$, через час $2\Delta t$ – з елементарної площі $f_1$ та елементарної площі $f_2$, через час $3\Delta t$ – з елементарної площі $f_1$,

елементарної площі $f_2$ та елементарної площі $f_3$, через час $n\Delta t$ і подальші періоди – з усіх елементарних площ, тобто з усього водозбору. Припускаючи, що дощ можна представити як часовий ряд опадів з середніми в межах інтервалу $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ (приймаємо $\Delta t_i$ = 5 хв, $t_i$ = 1…m) з інтенсивностями $i_1$, $i_2$, … $i_m$, ординати гідрографа записуються як:

$Q_1=q_1f_1$

$Q_2=q_2f_1+ q_1 f_2$

$Q_3=q_3f_1+ q_2 f_2+ q_1 f_3$

.....

$Q_n=q_nf_1+ q_{n-1} f_2+ \ldots +q_1 f_n$

$Q_{n+1}=q_{n+1}f_1+ q_nf_2+ \ldots +q_2 f_n$

…….

$Q_m= q_mf_1+ q_{m-1}f_2+ \ldots +q_{m-n+1} f_k$

$Q_{m+1=} q_mf_2+ q_{m-1}f_3\ldots +q_{m-n+2} f_k$

.....

$Q_{m+n-1}= q_m f_k$,

де $Q_i$ – витрата води у створі, л/с; $q_i$ – модуль стоку, мм/хв.

Зауважимо, що поверхневий схиловий стік залежить як від інтенсивності дощу, так і типу лісової поверхні, тому модуль стоку є різним для вкритих лісом з різними лісотаксаційними характеристиками і безлісних частин елементарної площі $f_J$.

Нехай на водозборі присутні *l* різних типів лісовкритих чи безлісних площ. Тоді кожну елементарну площу $f_J$ можна представити як суму наявних на ній площ різних лісів чи безлісих ділянок, що лежать на ній.

$f_J= f_J^{(1)} + f_J^{(2)} + f_J^{(3)}+_{\ldots} +f_J^{(l)}$

Модуль стоку, мм/хв., який формується часовим рядом опадів інтенсивністю $i_j$ (j=1, … m) з кожної такої ділянки ii (ii=1…k) виражається як

$$q_j^{(ii)} = C_{i_j}^{(ii)} h_{i_j}^{(ii)} i_j ,$$

де $C_{i_j}^{(ii)}$ – безрозмірні коефіцієнти стоку, які залежать від інтенсивності дощів та характеристик лісової чи безлісної ділянки. Значення $C_{i_j}^{(ii)}$ отримано експериментально шляхом штучного дощування площадок і табульовано для однотипних ділянок на водозборі, а саме:

- насадження 8С2Яцб Вік 58 р., Р = 0,8
- насадження6Яцб3Бк1Яв Вік 70 р., Р=0,8
- насадження 8Бк1Яцб1Яв Вік 41 р., Р=0,45
- насадження 6Мд3Бк1Яцб Вік 59 р., Р= 0,7
- незімкнуті культури
- пустирі
- насадження повнотою Р ≤ 0,4

Коефіцієнт $h_{i_j}^{(ii)}$ показує, яка частина опадів, що випала у даному часовому інтервалі на ділянку $ii$, йде на формування поверхневого стоку з цієї ділянки. Поки поверхневий стік відсутній коефіцієнт $h_{i_j}^{(ii)}$ дорівнює 0 (приймається, що поверхневий стік починається лише після того, як намет лісу повністю насичений та ґрунт зволожений до стадії початку стоку при даній інтенсивності). Коли ж почався поверхневий стік, то для даного j-часового періоду коефіцієнт $h_{i_j}^{(ii)}$ дорівнює відношенню кількості опадів даного періоду, що йдуть на формування

поверхневого стоку, до загальної кількості опадів $0 \le h_{i_j}^{(ii)} \le 1$. Якщо усі опади даного періоду йдуть на формування поверхневого стоку, то $h_{i_j}^{(ii)} = 1$. Таким чином, перше ненульове значення $h_{i_j}^{(ii)}$ вказує на період j початку поверхневого стоку з *ii* ділянки.

Коефіцієнт $h_{i_j}^{(ii)}$ визначається за формулою:

$$h_{i_j}^{(ii)} = (i_j \Delta t - I_{i_j}^{(ii)} - G_{i_j}^{(ii)}) / (i_j \Delta t),$$

де $I_{i_j}^{(ii)}$ – інтерцепція під час *j*-періоду;

$G_{i_j}^{(ii)}$ – кількість опадів *j*-періоду, що йдуть на змочування ґрунту (грунтової ємності) до початку схилового стоку.

Для кожної ділянки (ii) показники суцільності намету $(1\text{-p})^{(ii)}$ та величина кількості опадів $Ps^{(ii)}$, що необхідна для повного насичення намету, були встановлені під час дослідження процесу інтерцепції.

Від початку опадів частина їх (1-p) йде як на насичення лісового намету, так і на випаровування під час цього насичення, а решта – частина p – на наповнення ґрунтової ємності. Коли лісовий намет насичений, тоді інтерцепція під час опадів буде дорівнювати лише випаровуванню з мокрого намету, дощ (за винятком частини, що не випаровувалася з повністю намоченого намету) буде йти на насичення ґрунтової ємності. Лише після того, як ґрунтова ємність $P_G$ буде досягнута, починається поверхневий стік. Часовий зсув початку формування поверхневого стоку залежить як від намету лісу, так і від ґрунтової ємності.

Інтерцепція в j-період з (ii) ділянки розраховувалася як:

$$I_{i_j}^{(ii)} = \begin{cases} (1 - p^{(ii)}) \Delta t i_j, \ \Delta t \sum_{k=1}^{j} i_k \le P_s^{(ii)} \\ P_s^{(ii)} - \Delta t \sum_{k=1}^{j-1} i_k, \quad \Delta t \sum_{k=1}^{j} i_k > P_s^{(ii)} \ i \ \Delta t \sum_{k=1}^{j-1} i_k < P_s^{(ii)} \\ 0, \Delta t \sum_{k=1}^{j-1} i_k > P_s^{(ii)} \end{cases}$$

Кількість опадів, що йде на насичення ґрунту:

$$G_{i_j}^{(ii)} = \begin{cases} \Delta t i_j - I_{i_j}^{(ii)}, I_{i_j}^{(ii)} > 0 \\ \Delta t i_j, \Delta t \sum_{k=1}^{j} i_k - P_s^{(ii)} \le P_G^{(ii)} \\ P_G^{(ii)} - (\Delta t \sum_{k=1}^{j-1} i_k - P_s^{(ii)}), \quad \Delta t \sum_{k=1}^{j-1} i_k - P_s^{(ii)} \le P_G^{(ii)} \ i \ \Delta t \sum_{k=1}^{j} i_k - P_s^{(ii)} > P_G^{(ii)} \\ 0, \Delta t \sum_{k=1}^{j-1} i_k > P_G^{(ii)} \end{cases}$$

Перевірка моделі на зафіксованих паводках, сформованих інтенсивними зливами, показала задовільне співпадіння фактичних та розрахованих максимальних витрат води, різниця складала 17 – 23 %.

На рис. 2 зображено фактичний та розрахований гідрограф за зливовий дощ 5–6 серпня 2012 р., під час якого випало 15,3 мм дощу за 110 хвилин, максимальна п’ятихвилинна інтенсивність становила 5,6 мм/хв.

Як уже зазначалося, змодельований гідрограф не відображає меженного стоку. Незважаючи на те, розрахована витрата є на 20,7% більшою за фактично спостережену. Відзначимо співпадіння у часі фактичного і розрахункового піку паводку, що свідчить про правильне проведення ізохрон.

Фактичні значення витрати на спаді паводку є, навпаки, більшими за модельні. Очевидно у цей час відчутнішою є ґрунтова частка живлення, яка не враховується у моделі. З цієї ж причини фактичний об’єм схилового стоку є також більший.

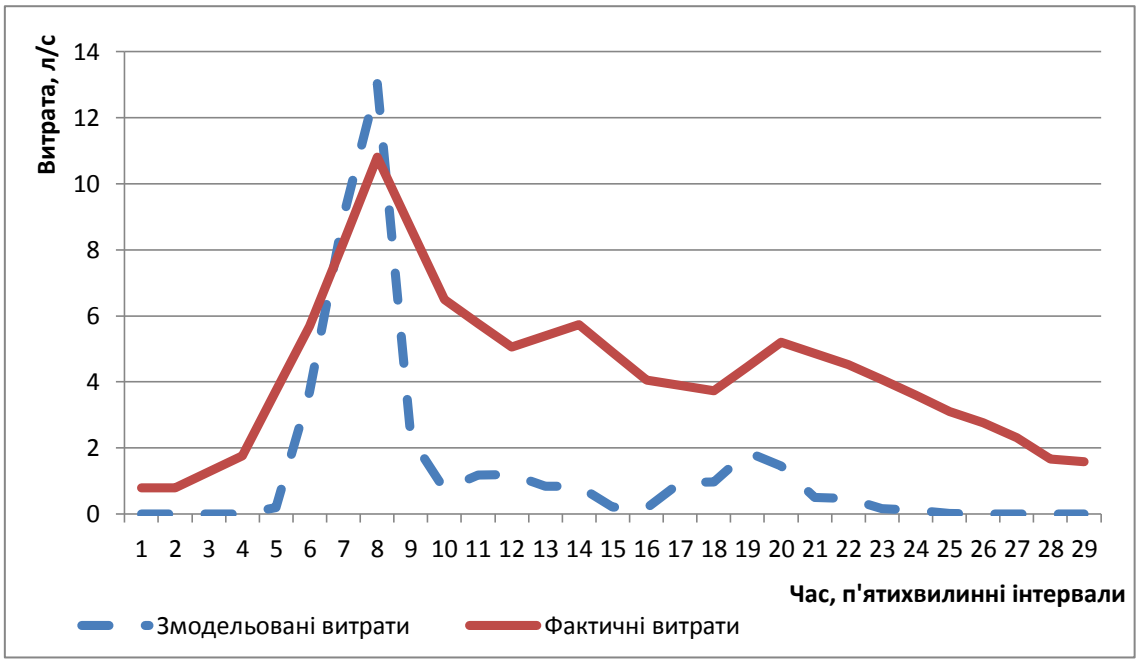



Рис. 2. Фактичний та розрахований гідрограф за 5–6 серпня 2012 р.

**Висновки.**

Моделювання стоку води окремих дощових паводків з малих гірських заліснених водозборів методом ізохрон дає задовільні результати, особливо щодо величини максимальної витрати та часу її настання. Для подібних моделей слід попередньо проводити експериментальні лісогідрологічні дослідження у еталонних чистих та змішаних насадженнях головних лісотвірних порід різного віку, результати яких при моделюванні можна екстраполювати на інші ділянки лісу. Модель дає змогу оцінити вплив лісівничих заходів на малому водозборі.

Література

1. Гопченко Е. Д. О влиянии залесенности на естественную зарегулированность паводкового стока рек Карпат / Е. Д. Гопченко, Дж. Кхалдун // Метеорология, климатология и гидрология. – К., 2002. – Вып. 40. – С. 132-137.

2. Exploring effective rainfall in the Royal Botanic Gardens, Melbourne [Internet resource]. – Access mode: http://www.rbg.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0018/7335/– Title from the screen.

3. McDonnell J. J. Moving beyond heterogeneity and process complexity: A new vision for watershed hydrology / J. J. McDonnell, M. Sivapalan, K. Vache´ // Journal of Hydrology. – 2007. – 65. – P. 25 – 48.

4. Hochwasserabschätzung in ungemessenen Einzugsgebieten [Internet resource] // BAFU - Access mode: http://www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/02110/index.html?lang=de. – Title from the screen.

5. Vogt S. A multi-method approach for flood estimation in small torrential catchments / S. Vogt, F. Forster, Ch. Hegg // International Congress INTERPRAEVENT 2002 in the Pacific Rim – Matsumoto, Japan, congress publication – Vol. 1 – P. 377-389

# ЯКІСТЬ ВОДИ ТА ТРАНСКОРДОННЕ ПЕРЕНЕСЕННЯ РЕЧОВИН ЗІ СТОКОМ ДЕСНИ

***П.С.Лозовіцький, Ю.А. Лузовицька, О.О. Косовець-Скавронська***
*Центральна геофізична обсерваторія, м. Київ*

# WATER QUALITY AND THE CROSS-BORDER TRANSFER OF SUBSTANCES WITH THE FLOW OF THE DESNA RIVER

***P.S. Lozovitskii, Yu. A. Luzovitska, O.O. Kosovets-Skavronska***
*Central Geophysical Observatory, Kiev*
*Hydrometeorological Institute, Kiev*

*The chemical composition and mineralization of the Desna river water for the periods of 1971-2014 have been given. The article presents the results of environmental assessment of water quality on criteria of components of the salt contents pollution, indexes of environmental and sanitation and content of specific substances causing toxic effects. Index of water pollution was calculated and the overall assessment of pollution was madefor the whole set of indicators.*

**Вступ**. Річка Десна є найбільшою за довжиною і другою за площею басейну притокою р. Дніпро, яка бере початок з боліт за 9 км від м. Єльня в Смоленській області (Росія), на висоті 238 м над рівнем моря.

Водозбірний басейн р. Десна за географічним положенням розташований на території України та Російської Федерації і складає 88,9 тис.км$^2$. На території України протікає Десна від с. Мурав'ї до гирла, протяжністю 591 км, з площею водозбірного басейну 41330 км$^2$, що складає 46 % від загальної площі [1].

У річки Десна, Болва, Снежеть без обліку поверхневого стоку надходить за рік близько 1000 тонн органічних забруднень, 1300 тонн зважених речовин, 7 тонн нафтопродуктів і інших забруднень [6]. У результаті у водних об'єктах нижче випусків, перевищення за окремими інгредієнтами становить 3-5 ГДК, а за азотом амонійним - 14 ГДК. За межі Брянської області річка виходить у середньому з підвищеним вмістом органічних речовин по ХСК і БСК$_5$, заліза загального, азоту амонійного до 1-3 ГДК [6].

**Мета досліджень.** Мета досліджень – установити хімічний склад води та виявити закономірності його зміни у часі. Досягається при вирішенні наступних задач: 1) виявлення динаміки зміни складу головних іонів, їх концентрації й мінералізації води в часі; 2) оцінювання забруднення води різними речовинами за методикою [3, 4].

**Методика досліджень.** На основі результатів хімічних аналізів води [5] протягом 1978-2012 рр. було складено банк даних за наступними показниками: рівень води (см), уміст головних іонів ($Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $Na^{+}$, $CO_3^{2-}$, $HCO_3^{-}$, $SO_4^{2-}$, $Cl^{-}$), загальна мінералізація води, величина pH, уміст біогенних речовин ($N\text{-}NH_4^{+}$, $N\text{-}NO_2^{-}$, $N\text{-}NO_3^{-}$, уміст загального азоту й фосфору, мінерального фосфору), уміст зважених речовин, насиченість киснем ($O_2$, мг/дм$^3$), кольоровість води, перманганатна й біхроматна окислюваність (ПО, БО), біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК$_5$), уміст важких металів ($Fe^{3+}$, $Cr^{6+}$, $Zn^{2+}$, $Cu^{2+}$, $Pb^{2+}$, $Ni^{2+}$, $Mn^{2+}$, $Cr^{3+}$, $Co^{2+}$, $Cd^{2+}$), уміст фенолів, уміст нафтопродуктів (НП), уміст синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Паралельні статистичні ряди даних хімічних аналізів містять до 183 значень.

Математико-статистичний аналіз зроблено на персональному комп'ютері з використанням стандартних обчислювальних програм "Excel", «Costat».

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ ОБГОВЛОРЕННЯ

За даними Державної гідрометеорологічної служби Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи середня багаторічна витрата води річки Десни за період спостережень 1884-2010 рр. складає 329 $м^3$/с., найбільша – 8029 (18.04.1917 р.), найменша – 36,0 $м^3$/с (14-21.09.1891) [20]. Середня витрата води Десни за 2011 рік складає 244 $м^3$/с. Стік Десни в середній за водністю рік складає 10,229 $км^3$/рік, в маловодний – 6,242 $км^3$/рік. В басейні Десни в середній за водністю рік формується біля 22 % поверхневого стоку Дніпра і біля 15 % стоку усіх річок – його основних приток [2, 6].

Обробка й систематизація багаторічних даних хімічного складу води Десни у с. Мурав'ї свідчить, що загальна мінералізація води змінювалась від 238,3 мг/$дм^3$ (26.01.1971 р.) до 664,7 мг/$дм^3$ (26.11.2008 р.). За середньоарифметичним ступенем мінералізації вода річки (табл. 1) відноситься до прісної гіпогалинної першої категорії якості (відмінної), а в 2001-2005 рр. – до прісної огігогалинної другої категорії якості (дуже доброї) [2, 4].

Таблиця 1. Середньоарифметичний уміст головних іонів і мінералізації води р. Десна - м. Мурав'ї за різні періоди спостережень

| Інгредієнти | Уміст, мг/$дм^3$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1971-1980 | 1993-1995 | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2012 |
| $CO_3^{2-}$ | 0,32 | 1,7 | 2,9 | 2,64 | 0,94 |
| $HCO_3^-$ | 207,81 | 291,80 | 286,54 | 325,93 | 309,26 |
| $SO_4^{2-}$ | 45,56 | 42,56 | 46,30 | 40,68 | 40,81 |
| $Cl^-$ | 11,03 | 20,44 | 21,41 | 18,63 | 21,46 |
| $Ca^{2+}$ | 61,46 | 78,01 | 77,67 | 83,94 | 84,84 |
| $Mg^{2+}$ | 11,72 | 18,30 | 18,07 | 16,38 | 16,75 |
| $Na^+ + K^+$ | 14,58 | 17,78 | 19,54 | 24,59 | 18,50 |
| $K^+$ | - | 3,78 | 3,87 | 3,91 | 4,47 |
| Мінералізація | 352,16 | 476,81 | 477,24 | 517,83 | 498,91 |
| Сухий залишок | 257,08 | 411,00 | 327,41 | 411,12 | 378,27 |
| pH | 7,63 | 7,92 | 8,22 | 8,11 | 7,96 |

Уміст переважаючого аніону гідрокарбонату у воді за цей період змінювався від 136,8 мг/$дм^3$ (26.01.1971р.) до 430,0 мг/$дм^3$ (25.10 2001 р.), тобто мінімальне значення менше за максимальне в 3,14 рази. Середньоарифметичні значення умісту $HCO_3$ у воді становили 297,35 мг/$дм^3$.

Уміст сульфатів у воді р. Десна – с. Мурав'ї змінювався від 18,6 мг/$дм^3$ (06.10.2009 р.) до 153,6 мг/$дм^3$ (20.07.1971 р.). Середньоарифметичні значення вмісту сульфатів у воді найвищими були в 1996-2000 рр. (46,30 мг/$дм^3$), найменшими - 40,68 мг/$дм^3$ за 2001-2005 рр. Відсотковий уміст сульфатів від суми аніонів змінювався від 12,65 %-екв/$дм^3$ (2001-2005 рр.) до 19,73 %-екв/$дм^3$ (1971-1980 рр. За умістом сульфатів вода річки Десна – с. Мурав'ї у всі часи належала до прісної першої категорії якості - відмінна [3, 4].

Уміст хлоридів у воді р. Десни с. Мурав'ї зростав у часі до 2000 р., а за весь період досліджень змінювався від 8,0 мг/$дм^3$ (2.06.1971 р.) до 36,9 мг/$дм^3$ (22.06.2009). За середнім умістом хлоридів вода річки Десни в 1971-1980 та 2001-2005 рр. оцінена як відмінна, в 1993-2000 та 2006-2012 рр. відносилася до другої категорії якості і є придатною для питного водопостачання [4].

Уміст переважаючого катіона – кальцію змінювався від 37,3 мг/$дм^3$

(2.06.1971 р.) до 120,2 мг/дм$^3$ (27.05.1999 р.). Середня багаторічна величина умісту кальцію у воді - 80,64 мг/дм$^3$. Уміст Са у воді річки, як і інших катіонів, найбільший у зимову межень, найменший – у весняну повінь. Відсотковий уміст кальцію змінювався у воді від 40,2 %-екв до 78,8 %-екв.

Уміст катіонів магнію та натрію змінювався відповідно з 4,9 (2.06.1971) та 5,7 мг/дм$^3$ (25.08.2010 р.) до 32,8 (27.05.1999 р.) та 44,9 мг/дм$^3$ (18.02.2006 р.). Середньоарифметичні значення за весь період досліджень відповідно становлять 16,56 та 19,32 мг/дм$^3$. Відсотковий уміст магнію та натрію у воді р. Десна – с. Мурав'ї не перевищував відповідно 47,5 та 24,9 %-екв.

Враховуючи приблизну середньорічну витрату води Десни на кордоні з Росією в 135 м$^3$/с, на нашу територію разом з водним стоком за 1 сек поступає 65,205 кг солей. За 1 годину ця цифра зростає до 234,738 т, за добу – до 5633,712 т солей пов'язаних з головними іонами. За рік ця цифра складає 2056304,88 т, в т.ч. 1265926,0 т гідрокарбонатів,179830,9 т – сульфатів, 84253,2 т – хлоридів, 343313,5 т – кальцію, 702501,9 т – магнію, 82167,0 т – натрію та 17455,2 т – калію.

**Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками.** За середньозваженим показником вмісту завислих речовин вода відноситься до 4 категорії якості – слабко забруднена. Разом зі стоком Десни на територію України з Росії в середньому переноситься 90000,6 т/рік зважених речовин.

За середньоарифметичними значеннями вмісту зважених часток за коротші відрізки часу вода з 1971 до 1980 рр. належала до 5-ї категорії якості; у 1993-1995 рр. - до 3 категорії якості (досить чиста); з 1996 до 2012 рр. їх вміст у воді Десни зменшився і вода належала до 2-ї категорії якості (табл. 2).

Таблиця 2. Середньоарифметичний уміст трофо-сапробіологічних показників води р. Десна – кордон з Росією у різні періоди спостережень, мг/дм$^3$

| Інгредієнти | Уміст, мг/дм$^3$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1971-1980 | 1993-1995 | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2012 |
| Завислі речовини | 43,48 | 13,85 | 8,13 | 8,50 | 8,70 |
| Розчинений кисень, мг$O_2$/дм$^3$ | 7,25 | 9,99 | 9,13 | 9,57 | 8,95 |
| Колірність, град. | 25,00 | 26,25 | 17,50 | 22,70 | 24,12 |
| Запах, бал | 0,50 | 0,71 | 1,15 | 1,96 | 1,98 |
| ПО, мгО/л | 8,21 | 6,88 | 6,54 | - | - |
| БО, мгО/дм$^3$ | 18,83 | 18,92 | 17,57 | - | - |
| БСК$_5$, мг$O_2$/дм$^3$ | 2,75 | 2,63 | 2,57 | 1,87 | 2,27 |
| ХСК, мг$O_2$/дм$^3$ | - | 21,88 | 15,97 | 17,74 | 19,14 |
| ІЗВ | 4,69 | 1,29 | 0,88 | 0,78 | 0,90 |
| $N\text{-}NH_4^+$ | 0,45 | 0,39 | 0,41 | 0,21 | 0,29 |
| $N\text{-}NO_3^-$ | 0,32 | 2,55 | 3,31 | 2,57 | 2,80 |
| $N\text{-}NO_2^-$ | 0,023 | 0,075 | 0,050 | 0,043 | 0,047 |
| Фосфати | 0,271 | 0,172 | 0,305 | 0,591 | 0,648 |

У воді річки уміст кисню коливався від 2,22 (26.01.1971) до 16,6 (22.04.1997) мг$O_2$/дм$^3$. за цим показником вода у різні періоди досліджень відносилася як до дуже чистої, так і дуже брудної. За середньоарифметичними показниками насичення розчиненим киснем вода Десни у 1993-2012 рр. (більше 8 мг/дм$^3$) була дуже чистою (1 категорія якості), у 1971-1980 рр. – досить чистою (3 категорія якості) (табл. 2).

Перманганатна окиснюваність у воді Десни змінювалася від 4,8 (1.09.1970 р.) до 10,7 (15.09.1977, 19.03.1998) мгО/дм$^3$, біхроматна – від 16,5 (26.01.1971) до 47,0 (16.08.1998 р.) мгО/дм$^3$ [2], що відповідає відповідно 2-5 та 3-6 категорії

якості, тобто чисті – помірно забруднені органічними речовинами: за середньоарифметичним значенням – слабко забруднені органічними речовинами

Біохімічне споживання кисню протягом 5 діб у воді Десни на кордоні з Росією становило 0,7 (15.09.1977 р.) - 8,8 (20.07.1971) мг$O_2$/дм$^3$ (табл. 3), що відповідало 1-6 категорії якості. Середньоарифметичні значення за періоди 1971-1980, 1993-2000, 2006-2012 рр. становили 2,27-2,75 мгО/дм$^3$, що відповідало четвертій категорії якості (слабко забруднена органічними речовинами), у 2001-2005 рр. 1,87 мг/дм$^3$ – третій категорії якості (табл. 2).

Концентрація амонійного азоту у воді змінювалася від 0,01 (19.10.1999 р.) до 1,17 (16.07.1997 р.) мгN/дм$^3$. Вода Десни у всі періоди досліджень відносилась до 3-4 категорії якості – досить чисті – помірно забруднені.

Уміст нітритного азоту коливався від 0 (26.01.1971, 26.04.2005 р.) до 0,3 (19.07.1994 р.) мгN/дм$^3$. Концентрація нітратного азоту змінювалася від 0 (1.09.1970) до 15,8 (25.02.1997 р.) мгN/дм$^3$. В 39,54 % проб води уміст нітратного азоту перевищував рівень 7 категорії якості (2,5 мгN/дм$^3$, вода дуже брудна). За середньоарифметичними значеннями вмісту нітратного азоту вода Десни у 1993-2012 рр. також відносилася до категорії дуже брудної (табл. 2) [3].

Концентрація мінерального фосфору у воді Десни змінювалася від 0,031 (29.04.1993 р.) до 1,8 (18.07.2011 р.) мгР/дм$^3$. Починаючи з 2006 р. уміст фосфору у всіх пробах води Десни на межі з Росією перевищує граничні рівні найгіршої 7 категорії якості (0,3 мгР/дм$^3$), тобто води дуже брудні. Навіть за середньоарифметичними даними концентрації мінерального фосфору вода Десни на кордоні з Росією з 1996 р. і до нинішнього часу є дуже брудною.

Щорічно з території Росії зі стоком Десни в Україну поступає: 1549,7 т – $N\text{-}NH_4^+$, 140,5 – $N\text{-}NO_2^-$, 3214,3 – $N\text{-}NO_3^-$, 1779,6 т – фосфатів.

**Оцінка якості води за специфічними речовинами токсичної дії.**

Уміст нафтопродуктів у воді Десни на кордоні з Росією змінювався від 0 (15.09.1977, 15.04.1998, 14.12.2004, 18.10.2011 та багато ін.) до 0,29 (18.06.2006 р.) та 0,58 (25.05.1993 р.) мг/дм$^3$. За середньоарифметичним умістом нафтопродуктів води Десни найбільш забрудненими були у 1993-1995 рр. (табл. 3) і відносилися до 4 категорії якості (слабко забруднені). У 1971-1980, 1996-2000, 2006-2012 рр. середній уміст нафтопродуктів не перевищував 0,007 мг/дм$^3$, а вода відносилися до категорії дуже чисті.

Таблиця 3. Зміна концентрації специфічних речовин токсичної дії у воді Десни на кордоні з Росією у часі, мг/дм

| Інгредієнти | Уміст, мг/дм$^3$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1971-1980 | 1993-1995 | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2012 |
| НП | 0,005 | 0,059 | 0,003 | 0,011 | 0,007 |
| СПАР | - | 0,075 | 0,0043 | 0,007 | 0,0034 |
| Феноли | 0,0250 | 0,0017 | 0,0014 | 0,0011 | 0,0013 |
| Fe, заг | 0,406 | 0,178 | 0,228 | 0,242 | 0,256 |
| $Cu^{2+}$ | 0,0026 | 0,0038 | 0,0073 | 0,002 | 0,0027 |
| $Zn^{2+}$ | 0,0033 | 0,0087 | 0,0155 | 0,0056 | 0,0051 |
| $Mn^{2+}$ | 0,078 | 0,154 | 0,136 | 0,1222 | 0,1094 |
| Cr, заг | - | 0,0175 | 0,0268 | 0,0019 | 0,0007 |
| $Ni^{2+}$ | 0,024 | 0,0089 | 0,0158 | 0,0165 | 0,0106 |
| $Al^{3+}$ | - | 0,1134 | 0,1257 | 0,1225 | 0,0892 |
| $F^-$ | - | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,31 |

Забруднення вод СПАР змінювалося від 0 (57,0 % проб) до 0,18 (23.03.1993 р.) мг/дм$^3$. Вода Десни за середньоарифметичними значеннями СПАР (табл. 3) у

1993-1995 рр. відносилася до 5 категорії якості (помірно забруднена), у 1996-2012 рр. – до 2 другої (чиста).

Уміст фенолів у воді Десни особливо у 1971-1980 рр. досягав значних величин (0,088 мг/дм$^3$ 26.01.1971 р.), що перевищувало ГДК для водойм рибогосподарського призначення у 88 раз. Середньоарифметичні значення концентрації фенолів найвищими були у 1971-1980 рр. і перевищували норми встановлені для найгіршої 7 категорії якості води (дуже брудні). У 1993-2012 рр. якість води Десни за умістом фенолів оцінена як слабо забруднена

Разом із стоком в Україну потрапляє з Росії 63,9 т/рік нафтопродуктів, 46,8 т/рік – СПАР, 17,79 т/рік – фенолів.

Уміст заліза у воді Десни на кордоні з Росією високий і змінюється у значних межах від 0,0013 (23.03.1993 р.) до 1,5 (26.01.1971 р., 14.08.2002 р.) мг/дм$^3$. За середньоарифметичним умістом заліза (табл. 6) вода Десни на кордоні з Росією у всі періоди досліджень відносилася до 4 категорії якості – слабо забруднена.

Концентрації цинку у воді Десни змінювались від 0 (48,78 % проб) до 0,106 (19.11.1997 р.) мг/дм$^3$. За середньоарифметичними значеннями вмісту цинку (табл. 6) воду Десни характеризували у 1971-1980, 1996-2012 рр. як дуже чисту (перша категорія якості), у 1993-1995 рр. – як досить чисту (3 категорія якості).

Уміст міді у воді Десни коливався в межах від 0 (64,2 % проб) до 0,046 (14.04.1999 р.) мг/дм$^3$. Середньоарифметичні значення вмісту міді у воді Десни на кордоні з Росією свідчать про слабку забрудненість у 1993-2000 рр. (4 категорія якості) та досить чисті (3 категорія якості) у всі інші періоди досліджень (табл. 3).

Уміст нікелю у воді Десни змінювався від 0 до 0,047 (18.01.1971 р.) мг/дм$^3$. За середньоарифметичними значеннями концентрації нікелю в Десні на кордоні з Росією, воду у 1971-1980 рр. відносили до 5 категорії якості, 1993-1995 рр. – до 3, у 1996-2012 рр. – до 4 категорії якості (табл. 3).

У міст марганцю у воді Десни змінювався від 0 (26.04.2005 р.) до 0,86 (7.07.2009 р.) мг/дм$^3$. За середньоарифметичними значеннями умісту марганцю (табл. 6) вода Десни у 1971-1980 рр. відносилася до 4 категорії якості (слабо забруднена), у 1993-2012 рр. – 5 категорії якості (помірно забруднена).

Уміст загального хрому у воді Десни змінювався від 0 до 0,03 (24.04.1997 р.) мг/дм$^3$. За середньоарифметичними значеннями вмісту хрому вода Десни у 1993-1995 рр. відносилася до 5 категорії якості, у 1996-2000 рр. – до 6, а з 2001 р. загальний хром у воді Десни майже відсутній.

Уміст алюмінію у воді Десни на кордоні з Росією змінювався від 0 (23.02.1993, 29.04.1993, 18.02.2006 р.) до 0,23 (13.04.2006 р.) мг/дм$^3$.

З території Росії разом із стоком тільки Десни за рік надходить: 1089,9 т заліза, 242,67 т – марганцю, 106,43 т – хрому загального, 34,77 т – міді, 45,1 т – цинку, 55,3 т – нікелю, 400,2 т – алюмінію, 1192 т – фтору.

**Висновки**

Приблизна середньорічна витрата води Десни на кордоні з Росією 135 м$^3$/с. За рік на нашу територію разом з водним стоком поступає 2056304,88 т солей, в т.ч. 1265926,0 т гідрокарбонатів, 179830,9 т – сульфатів, 84253,2 т – хлоридів, 343313,5 т – кальцію, 702501,9 т – магнію, 82167,0 т – натрію та 17455,2 т – калію, 90000,6 т/рік зважених речовин, 1549,7 т – $N\text{-}NH_4^+$, 140,5 – $N\text{-}NO_2^-$, 3214,3 – $N\text{-}NO_3^-$, 1779,6 т – фосфатів, 63,9 т – нафтопродуктів, 46,8 т – СПАР, 17,79 т – фенолів, 1089,9 т заліза, 242,67 т – марганцю, 106,43 т – хрому загального, 34,77 т – міді, 45,1 т – цинку, 55,3 т – нікелю, 400,2 т – алюмінію, 1192 т – фтору.

**Література**

1. *Десна в межах України / Ред. О.В. Топачевський. К. 1964. 160 с.*
2. *Лозовіцький П., Лозовицький А. Хімічний склад води річок українського*

*Полісся і екологічна оцінка їх якості. // Водне господарство України. 2007. № 5. С.45-54.*
3. *Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України /Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. – К., 2001. 48 с.*
4. *Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.*
5. *Унифицированные методы анализа вод СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 144 с.*
6. *Загрязнение поверхностных и подземных вод Брянской области Copyring @ Pro Town.ru 2008-2012/ http://protown.ru/information/contacts*

# ВПЛИВ ПОЧАТКОВОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ІНФІЛЬТРАЦІЇ В МОДЕЛІ ХОРТОНА НА ГІДРОГРАФИ СТОКУ З ТИПОВОГО БАСЕЙНА СТОКУ ПО ВУЛ. МИКОЛАЙЧУКА У ЛЬВОВІ

***І.В. Мисак, В.М. Жук***

*Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів*

# INFLUENCE OF MAXIMUM INFILTRATION RATE IN HORTON'S MODEL ON THE STORMWATER HYDROGRAPHS FOR TYPICAL CATCHMENT AT MYKOLAYCHUK STREET IN LVIV

***I.V. Mysak, V.M. Zhuk***

*Lviv Polytechnic National University, Lviv*

*A computer simulation of the stormwater runoff from typical urban drainage catchment at Mykolaychuk Str. in Lviv has been implemented, using the SWMM program. Initial infiltration rate in Horton's model has the greatest impact on runoff hydrographs among all infiltration parameters. Changing the initial infiltration rate in the range of 25−100 mm/hr causes the decreasing of runoff coefficient from 0.213 to 0.199 that is significantly less than the corresponding value 0.449, obtained by method, used in ДБН В.2.5-75:2013.*

*Keywords: Horton's infiltration model, infiltration rate, percolation coefficient, stormwater hydrograph.*

Формування поверхневого стоку з урбанізованих територій є складною багатофакторною задачею. Окрім кліматичних параметрів, які характеризують статистику випадання дощів великої інтенсивності на конкретній місцевості, на гідрографи дощового стоку впливають топогеодезичні параметри майданчика (конфігурація, розміри в плані, висотна схема, поздовжні та поперечні похили поверхні), гідравлічні та гідрологічні характеристики урбанізованого басейна стоку (коефіцієнт шорсткості покриттів, коефіцієнт стоку), а також локальні особливості схем відведення поверхневого стоку як у вигляді відкритих потоків у кюветах, лотках і каналах, так і по закритій підземній водовідвідній мережі.

Аналіз основного чинного в Україні нормативного документа в галузі зовнішнього водовідведення ДБН В.2.5-75:2013 [1] показує, що питання, пов'язані з врахуванням значної частини вищезазначених факторів, у ньому детально не прописані. Нормативний документ залишає на вибір проектувальників методи розрахунку часу поверхневого стоку та об'ємів споруд для регулювання дощового стоку.

Складність та взаємопов'язаність гідравлічних явищ, які мають місце при формуванні дощового стоку, а також унікальний характер сукупності параметрів для кожного окремо взятого басейна стоку зумовлюють необхідність використання для вирішення цих задач комп'ютерних моделей. Сьогодні у світі використовується біля двох десятків програмних комплексів для моделювання кількісних та якісних характеристик дощового стоку. Найбільш поширеним на цей час є використання програми SWMM, розробленої Агенцією з охорони довкілля США (US EPA), а також її спеціалізованих різновидів. SWMM була вперше розроблена у 1969-1971 рр., і з того часу зазнала багатьох етапів оновлення. Найновіша станом на 2017 р. версія SWMM 5/5.1.011 має повністю відкритий вихідний код, який можна завантажити з веб-сайту EPA.

Для можливості широкого впровадження в Україні комп'ютерного моделювання дощових водовідвідних систем з використанням програмного комплексу SWMM виникає цілий ряд питань, пов'язаних з адаптацією параметрів

та установок програми з чинними в Україні нормативними документами.

*Метою роботи* є реалізація комп'ютерного моделювання дощового стоку з типового урбанізованого басейна стоку по вул. Миколайчука у м. Львові з урахуванням чинних українських галузевих нормативів, а також дослідження впливу початкової (максимальної) інтенсивності інфільтрації в моделі Хортона на параметри гідрографів стоку.

За наявності багаторічних записів дощів SWMM дозволяє здійснювати неперервне в часі моделювання дощового стоку, що передбачає введення у якості вхідного параметра багаторічних часових рядів випадання дощів. У спрощеній постановці задачі SWMM використовується як інструмент для одноподійного моделювання, тобто для аналізу параметрів системи дощового водовідведення при випаданні на басейн одного розрахункового дощу з довільним гієтографом.

Врахування впливу інфільтрації на величину дощового стоку здійснюють з використанням відповідних моделей інфільтрації, найпоширенішою з яких є емпірична модель Хортона [2]; вона є однією з базових у програмі SWMM [3]. За Хортоном інтенсивність інфільтрації в довільний момент часу $t$:

$$i_{\inf}(t) = i_f + (i_o - i_f)\cdot e^{-\gamma t}, \qquad (1)$$

де $i_o$, $i_f$ − початкова та кінцева інтенсивність інфільтрації відповідно, які приймаються залежно від гідрогеологічних умов; $\gamma$ − емпіричний коефіцієнт.

**Результати моделювання.**

Нижче наведено результати моделювання параметрів системи дощового водовідведення мікрорайону вул. Миколайчука у м. Львові. Загальна площа мікрорайону − 61,53 га у тому числі площа удосконалених поверхонь − 20,92 га.

За базові значення інфільтраційних параметрів прийнято значення, рекомендовані [3] для суглинків: $i_o$=75 мм/год; $i_f$=10 мм/год; $\gamma$=4 год$^{-1}$. Результати моделювання гідрографів дощового стоку для вузла приєднання водовідвідної мережі мікрорайону до головного колектора м. Львова для розрахункових дощів тривалістю 6–10 хв. за середнього значення $p_{mid}$=34% наведено на рис. 1. Отримано, що тривалість критичного дощу складає $t_{д,кр}$=7 хв., час концентрації дощового стоку – $t_r$=9 хв., а максимальна секундна витрата – $Q_r$=2901 л/с.

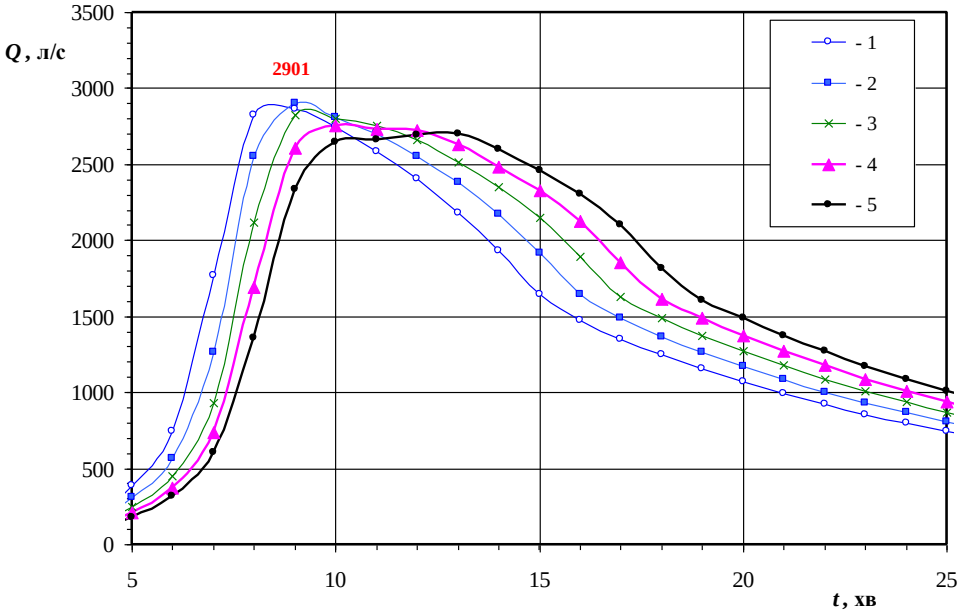



*Рис. 1. Гідрографи стоку з басейна водовідведення мікрорайону вул. Миколайчука у м. Львові ($q_{20}$=109 л/(с×га), n=0,73, P=1 рік) при $p_{mid}$=34% для розрахункових дощів тривалістю: 1 – $t_д$=6 хв.; 2 – $t_д$=7 хв.; 3 – $t_д$=8 хв.; 4 – $t_д$=9 хв.; 5 – $t_д$=10 хв. (для значень інфільтраційних параметрів $i_o$=75 мм/год; $i_f$=10 мм/год; $\gamma$=4 год$^{-1}$)*

За результатами моделювання встановлено, що найбільший вплив на гідрографи стоку має чисельне значення початкової інтенсивності інфільтрації. Для одного і того ж басейна стоку значення початкової інтенсивності інфільтрації може бути різним залежно від типу ґрунтів та передісторії випадання опадів. Для досліджуваного басейну водовідведення зміна початкової інтенсивності інфільтрації в межах від 25 до 100 мм/год не вплинула на значення критичної тривалості дощу; у всіх випадках отримано $t_{д,кр}$=7 хв. З іншого боку, отримано до 10% різниці у значеннях максимальних секундних витрат дощового стоку, а також відповідні відмінності у гідрографах дощового стоку (рис. 2).

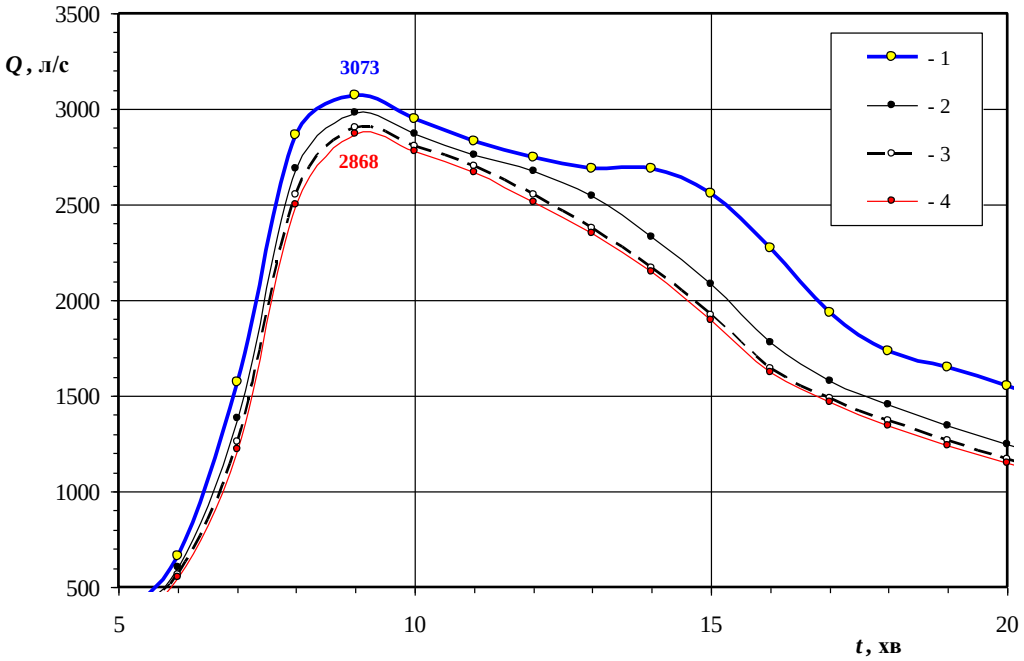



*Рис. 2. Вплив початкової інтенсивності інфільтрації $i_o$ у моделі Хортона на розрахункові гідрографи стоку у вузлі приєднання до ГК ($t_д$= 7 хв, $p_{mid}$=34%; $i_f$=10 мм/год; $\gamma$ =4 год$^{-1}$): 1 – 25 мм/год; 2 – 50 мм/год; 3 – 75 мм/год; 4 – 100 мм/год*

У табл. 1 наведено залежності максимальної витрати та коефіцієнта стоку від значення початкової швидкості інфільтрації.

*Таблиця 1*

Залежність максимальної витрати та коефіцієнта стоку від початкової інтенсивності інфільтрації ($t_д$= 7 хв, $p_{mid}$=34%; $i_f$=10 мм/год; $\gamma$ =4 год$^{-1}$)

| Початкова інтенсивність інфільтрації $i_o$, мм/год | 25 | 50 | 75 | 100 |
|---|---|---|---|---|
| Максимальна витрата $Q_r$, л/с | 3073 | 2982 | 2901 | 2868 |
| Коефіцієнт стоку $\psi_{mid}$ | 0,213 | 0,207 | 0,201 | 0,199 |

Потрібно зазначити, що отримані в результаті комп'ютерного моделювання розрахункові значення коефіцієнта стоку (табл. 1) суттєво менші за відповідне значення, яке для тих самих умов отримали за методикою ДБН В.2.5-75:2013 [1] – $\psi_{mid}$=0,449.

На рис. 3 показано графічну залежність максимальних витрат дощового стоку з території мікрорайону від значення початкової інтенсивності інфільтрації.

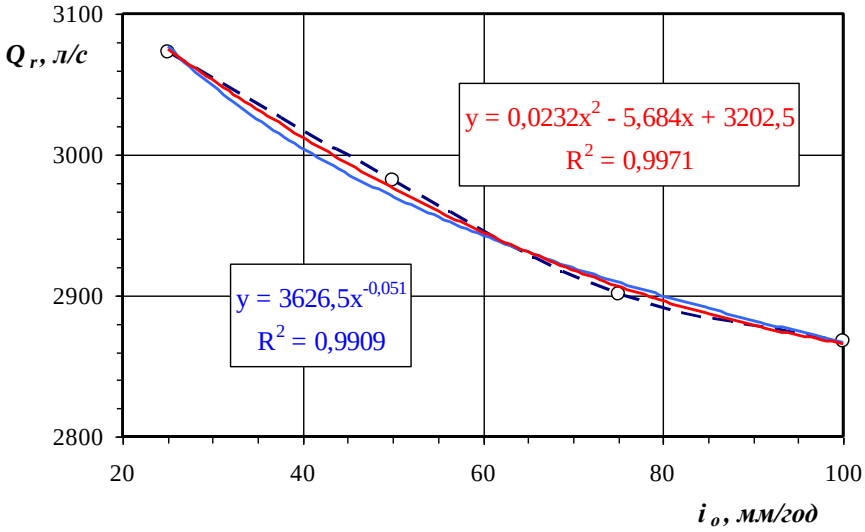



*Рис. 3. Залежність максимальної витрати дощового стоку з басейна стоку по вул. Миколайчука у Львові від початкової швидкості інфільтрації ($t_д$= 7 хв, $p_{mid}$=34%; $i_f$=10 мм/год; k=4 год$^{-1}$)*

За методом найменших квадратів отримано лінії тренду, які з високим ступенем достовірності описують залежності максимальної витрати стоку від значення початкової інтенсивності інфільтрації:

$$Q_r = 3203 - 5{,}684 \cdot i_o + 0{,}0232 \cdot i_o^2, \qquad (2)$$

$$Q_r = 3627 \cdot i_o^{-0{,}051}. \qquad (3)$$

**Висновки.**

Реалізовано комп'ютерне моделювання в програмі SWMM дощового стоку з типового урбанізованого басейна стоку по вул. Миколайчука у м. Львові (загальна площа – 61,53 га, відсоток водонепроникних поверхонь – 34%) з урахуванням чинних українських галузевих нормативів. Запропоновано спосіб адаптації блоку параметрів випадання дощу, закладеного в SWMM, до вимог чинного в Україні ДБН В.2.5-75:2013. У результаті дослідження встановлено, що тривалість критичного дощу для даного басейна стоку складає $t_д$= 7 хв., час концентрації дощового стоку – $t_r$= 9 хв., а максимальна секундна витрата – $Q_r$= 2901 л/с. Проаналізовано вплив на гідрографи стоку параметрів, що характеризують інфільтрацію за моделлю Хортона. Встановлено, що найбільший вплив на гідрографи стоку має значення початкової інтенсивності інфільтрації. Зміна початкової інтенсивності інфільтрації в діапазоні від 25 мм/год до 100 мм/год зумовлює зменшення розрахункового коефіцієнта стоку від 0,213 до 0,199, що істотно менше за відповідне значення $\psi_{mid}$=0,449, отримане за методикою ДБН В.2.5-75:2013.


1. *ДБН В.2.5.75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 128 с.*
2. *Ткачук С.Г. Регулювання дощового стоку в системах водовідведення: монографія / С.Г. Ткачук, В.М. Жук. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 216 с.*
3. *James W. Water systems models User's guide to SWMM 5. 13th edition / W. James , L. Rossman // CHI Press Publication. – Ontario. Canada. – 2010. – 905 p.*

# ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ГІРСЬКИХ РЕГІОНІВ ЧЕРЕЗ ПОДІЛ І ОБМІН СОЦІАЛЬНИМИ ІННОВАЦІЯМИ І ЗНАННЯМИ: ВИБРАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ПРОЕКТУ H2020 SIRMA

***M. Nijnik[1], C. Barlagne[1], D. Miller[1], M. McKeen[1], R. Hewitt[1], A.Nijnik[2]***
*[1]The James Hutton Institute, Aberdeen,*
*[2]Environmental Network Ltd., Aboyne,*
*United Kingdom*

# ENHANCING THE RESILIENCE CAPACITY OF EUROPEAN MOUNTAIN REGIONS THROUGH SOCIAL INNOVATION AND KNOWLEDGE SHARING: SELECTED IMPLICATIONS FROM THE H2020 SIMRA PROJECT

***M. Nijnik[1], C. Barlagne[1], D. Miller[1], M. McKeen[1], R. Hewitt[1], A.Nijnik[2]***
*[1]The James Hutton Institute, Aberdeen,*
*[2]Environmental Network Ltd., Aboyne,*
*United Kingdom*

## Abstract

The rising demand of a growing world population for water, food, materials and energy puts increasing pressures on natural resources and ecosystems. Increased energy use has led to an increased demand for land and water. Environmental challenges, along with increased food and feed demands, will further enlarge pressures on land and water resources. Such pressures will be multiplied by the impacts of global changes, including of climate change, which are likely to further modify the availability and suitability of the resources and affect agricultural productivity and the well-being of communities living in marginalised rural areas, and particularly in the Mediterranean region, where the consequences of climate change (with a shortage of fresh water supply) are anticipated to be severe. Local level challenges (e.g. depopulation and ageing population) in such areas will likely intersect with global issues and require urgent solutions. The project 'Social Innovation in Marginalised Rural Areas' (SIMRA), funded by the European Union's (EU) Horizon 2020 Research and Innovation Programme, seeks to provide such solutions. The project is designed to fill the significant knowledge gap in understanding and enhancing social innovation in agriculture, forestry and rural development. This is seen as a way forward for marginalised rural areas across Europe and in the Mediterranean region, in particular, including non-EU Mediterranean; and the primary needs that social innovation via SIMRA is expected to deliver concern quality of life and human well-being.

## 1. Why social innovation is needed?

***Social innovation (SI), as defined by the EU funded project SIMRA is the reconfiguring of social practices in response to challenges associated with society, economy or environment based on novel ideas and values. These practices include the creation of new institutions, networks, and governance agreements, and seek to enhance societal outcomes, especially but not exclusively for disadvantaged groups, and recognizing the likelihood of trade-offs among competing interests and outcomes. While these practices may include diverse institutions, they necessarily include the voluntary engagement of civil society actors.*** The principal implication of this definition is that SI is the means (the novel form of social action and practices) and not necessarily the sole arena or ends of the action, which could have economic, technological or

environmental, as well as social outcomes. This definition provides a starting point for the conceptualization and operationalization of SI in different contexts across Europe and the Mediterranean region.

In a period of global crisis, SI offers the potential to contribute to tackling contemporary societal challenges. At the global level, public institutions have identified social innovation as a key feature of global policies that aim to improve people's lives and stimulate development. Following the recent financial and economic crisis there is an urgent need to "shift to a new economic thinking" […] "innovative models of growth and governance are needed to recreate trust among people […] and to allow economic and social sustainability and transparency in decision making" (BEPA, 2011).

In rural areas, especially in Marginalised Rural Areas, social innovation can offer new solutions to tackling challenges that are created, in part, by the contemporary transformation into an increasingly global and knowledge-based economy (Nyseth and Aarsæther, 2005). People in such areas are increasing their capacity to innovate (OECD, 2007). Stimulating and enabling SI is a key component of emerging European policies, such as the Common Agricultural Policy (CAP; EC, 2011), as well as national and regional policies. However, there is a deficit in information about the implementation of SI (Knill and Lenschow, 2000). Although scholars have developed approaches for measuring the characteristics of SI processes, much remains to be done to link SIs to desired policy outcomes (Koontz and Thomas, 2006).

There is a requirement to identify effective incentives and mechanisms to stimulate SI. In turn, to use SI to aid in the development of Marginalised Rural Areas, there is a need to "deepen our knowledge about how SI works, grows and changes the way societies are driven", and to pay particular attention to local conditions and intermediating factors (BEPA, 2011). Such understanding should enable the design of means of supporting "regional SI systems" as ways of fostering SI as a core part of Rural Development policy (Dabson, 2011).

## 2. Towards social innovation through the SIMRA project

SIMRA is a research and innovation project supported by the EU (2016-2020). The overarching aim is to improve understanding of SI such that the knowledge and approaches developed jointly by scientists and stakeholders will increase the prospects of the successful implementation of SI on the ground. From the outset and throughout the project, SIMRA pursues a trans-disciplinary approach, involving stakeholders, likely end-users of the knowledge and tools developed, and researchers from a range of socio-economic and natural science backgrounds. A key aim is to encourage the engagement between stakeholders, the project partnership and across its wider network, assisted by effective and well-targeted means of knowledge exchange.

A structured, transdisciplinary approach to analysing and operationalizing of SI is being enabled by the development of systematic theoretical and operational frameworks. These frameworks are supporting the identification of actual and potential roles of SI in realising territorial capital. They will be used to explain why regions with similar initial conditions for SI have diverging pathways for evolution, and understanding the barriers and factors underpinning success, and the formulation of lessons learned from observing SI in action.

A structured approach to the selection of case studies is enabled by categorising SIs in rural areas, recording social needs, priorities, and types of social relationships and collaborations. These SIs and their impacts are being evaluated using a toolbox of methods developed for the purpose. They will complement existing European frameworks, such as the Common Monitoring and Evaluation Framework (CMEF), and enable consideration of the nature and significance of economic, sociological, environmental, governance and institutional components of territorial capital.

The evaluation of factors influencing the success of SI will recognise the heterogeneity of regions in terms of their biophysical conditions, socio-economic development, social capital, governance and institutional settings. This evaluation will improve the understanding of the development of SIs, with particular attention paid to the emergence or design of new governance mechanisms. The aim is to equip policy makers, end-users and communities with information and tools that support the creation of conditions conducive to SI options in challenged regions. In particular, this will seek to clarify and promote the role of SI in developing more sustainable water and land resource management and agro-food and forestry systems, and shaping trajectories of sustainable development. It is anticipated that this will engender improvements in territorial capital and regional governance, and a more integrated approach to rural development.

Community perspectives on local approaches to sustainable natural resource management are being explored and innovative tools being tested. Figure 1 shows an example of engaging communities which are local and non-local to a region to identify any differences and inform thinking about governance (i.e. who has rights to making decisions about water and land management in catchments). A Virtual Landscape Theatre provides a forum for discussion about alternative futures (Wang et al., 2015), in this case identifying opportunities for local amenities based on a fishing facility, and means of mitigating risks to water quality due to agricultural inputs and of development on flood plains.

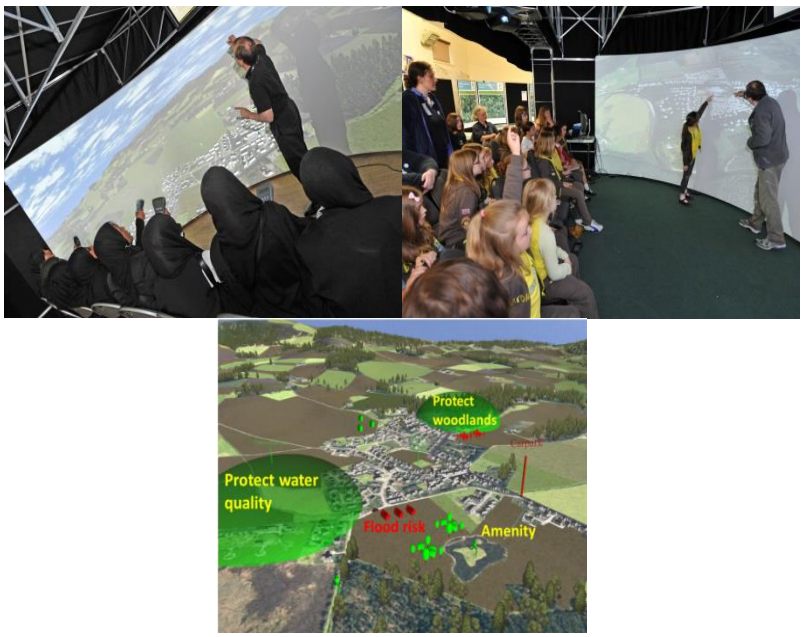



**Figure 1.** Eliciting community perspectives on opportunities and risks for improving social and natural resource resilience in a water catchment in north-east Scotland.

The SIMRA work is ongoing in the following main directions: i) development of frameworks for the categorization, understanding, and operationalizing SI in different settings and across spatial scales; ii) identification and understanding of reasons for diverging paths of SI development in regions with similar conditions; iii) advancement of an integrated set of methods for evaluating SI, and its impacts, in rural areas across Europe and the Mediterranean region; iv) evaluation of success factors for SIs, co-constructed by academic and practitioner communities for selected case studies; v) generation of new and improved knowledge of SI to be communicated to policy, practice and academia; and, vi) on collaborative learning, creating networking opportunities which lead to innovative actions (IAs).

These objectives are being achieved through advancing the state-of-the-art in understanding SI. SIMRA blends diverse theoretical positions into a coherent explanation of SI and its relationships to governance mechanisms, social needs, drivers and motivations, and empirical research in a set of case studies.

## 3. The SIMRA team

The consortium comprises 26 partners in 15 countries from across the EU and the wider Mediterranean area, and associated international networks. It consists of 10 public bodies (8 universities and 2 research institutes), 8 not for profit organizations, 5 SMEs, NGOs and networks, and 3 international organisations (SIMRA, 2016). Representatives from other countries, including North Africa and Eastern Europe participate as supporters of SIMRA, coming from the South and South-Eastern European Mountain Network, the Carpathian Network of 'Science for the Carpathians', International Union of Forest Research Organizations, FLEG II, Earth System Governance, Ecosystem Services Community Scotland, and others. Although Ukraine, for example, is not represented as a partner country, its experts contribute to activities of the SI Think Tank of SIMRA. At the proposal stage SIMRA received support from 31 agencies, science and membership organizations to provide two-way pathways for sharing knowledge and creating impact across the regions of interest.

SIMRA examines what characterises SI in areas as varied as north-west Europe and Scandinavia, the Mediterranean and North Africa region, Alpine, Central and Eastern Europe, and regions of Member States out-with the European area (e.g. Guadeloupe, France). The project team collaborates with those initiating or benefiting from SI to learn about end-user motivations, and experiences of supporting SI or the barriers encountered. The research consortium is characterised by its trans-disciplinary composition of research teams, practitioners, NGOs, networks, and organisations with remits for the development of policy, from local to global. As a consequence, project expertise comprises scientific understanding, education, knowledge exchange and dissemination, business, market and entrepreneurship proficiency, and policy evaluation and implementation.

## 4. Defining social innovation

Research into SI has spanned disciplines and domains of application. To date (Westley, 2016), work has focused on research areas: social entrepreneurship and social enterprise; innovation processes; institutional entrepreneurship; social-technical transitions and multi-scale interactions; resilience and social-ecological transformations; and social economy. Such variety of applications is a reflection of the diversity of theoretical and operational approaches to SI. Some definitions emphasize the end results of social innovation, i.e. "answer to social problems" (OECD, 2012), or the transformative processes it generates (MacCallum et al., 2016) with the main rationale of a social innovation to:

- Build capacity to create and implement new ideas to deliver value (BEPA, 2011);
- Create new outcomes, i.e. ideas, products, services, models, and new processes and changes that should, ideally, meet individual and societal needs;
- Develop new institutional environments and arrangements, actor relationships and interactions (e.g. attitudes, collaborations, values, behaviours, skills, practices and learning processes), and fields of activity (e.g. social entrepreneurship and enterprise);
- Expand the potential for upscaling and diffusion of SI, as it begins with ideas, develops into prototypes and pilots, can become more stable and potentially up-scale and may eventually create a systemic change.

Social innovation aims at improving the quality of life and well-being through creating new responses to pressing social demands and responding to social demands that are traditionally not addressed by existing institutions. SI manifests itself in new social relationships and collaborations. It advances social capital and enables new governance mechanisms, based on new social networks. SI and enhanced governance are considered crucial for transition towards sustainable development and enhancing smart and inclusive growth. Social innovation and connected new governance mechanisms can be macro or micro, structural or local, vertical or horizontal, introduced by entrepreneurs or solidarity, by institutional changes or/and policy reforms (Nussbaumer and Moulaert, 2007). However, whatever their nature, context or scale; they strengthen actor's abilities to respond to societal challenges, such as poverty, food security, climate change etc. including those related to the demand and supply of water resources (Lehtonen, 2004).

## 5. Characterising marginalised rural areas

SIMRA is focusing on SI in rural areas which are both marginal and in which people are marginalized. These are referred to as Marginalised Rural Areas (MRAs). To understand the characteristics of such areas, a review has been undertaken of literature and associated relevant definitions adopted by international agencies. Many definitions have been published or adopted for 'rural'. Van Eupen et al. (2012: 473) state that "it is not feasible to agree to a single definition for the term" given the diversity of situations and scientific perspectives. The simplest dichotomy is that what is not urban is rural, or 'the countryside'; although there should be recognition of the reality of an urban-rural continua, with urban areas and rural hinterlands overlapping and interlinking (Courtney et al., 2009).

Several definitions are used within EU Member States, a list of overviews of which is available from the European Parliamentary Research Service https://epthinktank.eu/2012/11/28/4589/. Criteria were considered to identify thresholds dividing urban from rural, using population size, density, and context (Gessert et al., 2015). The interpretation of MRA comprises identifying and characterising those definable as rural and those of marginalised people in rural areas. Underlying the approach is the aim to represent factors influencing, stimulating or inhibiting SI in MRAs:

- Rural areas (EC / population density), assumed to contain identifiable communities.
- Marginal areas in terms of physical geography (i.e. spatial marginality, Gurung and Kollmair, 2005): a) mountainous b) islands; c) low agricultural potential due to aridity (Strijker, 2005), limiting primary sector dominance (Bock, 2016).
- Marginal areas in terms of very limited access to infrastructure (e.g. internet access as a surrogate); marginalised populations, cf. societal marginality (Gurung and Kollmair, 2005): inhabitants with (very) low incomes (as measured by GDP).

Based on reviewing relevant literature and use of existing data, SIMRA incorporated biophysical and socio-economic knowledge and information to create a database created for the spatial representation of characteristics of MRAs, starting with administrative areas for the EU and South and South-Eastern Mediterranean EU and the Mediterranean region. The comprehensive data were combined to produce a consistent dataset of rural and intermediate rural areas for the region; mountainous areas and areas limited for agricultural productivity (Strijker, 2005, largely due to the shortage of fresh water and drought). Socio-economic data being compiled represent GDP, accessibility by types of road networks, and data on internet access and risks of poverty or social

exclusion.

The compiled database will be developed to provide a basis for categorising examples of SIs across Europe and the wider Mediterranean region. The output will provide background information for the interpretation of how different types of SIs have evolved in response to environmental and socio-economic conditions of MRAs. These data will be used to evaluate the impacts of SI across case study areas in agriculture, forestry and rural development, and the importance of the water based sector.

## 6. Selected directions of future development

An innovative, integrated set of methods is in preparation for the evaluation of the characteristics and impacts of SI, and their relationship with the economic, social, environmental, institutional and governance requirements of territorial capital in rural areas. This set will be used to collect empirical evidence of SI and its impacts in selected case studies across Europe and the Mediterranean region with examples such as community-based micro-hydro renewable energy, community food production.

The evaluation will provide a thorough consideration of the components of territorial capital that can foster and mainstream rural development. The current political frameworks will be analysed to assess the extent to which they support SI in MRAs at international and national levels. The aim is to understand the implications of project findings for policy making and practice communities.

A range of conditions will be considered in relation to financing SI covering issues such as regulations, public-private partnerships, new business opportunities and new markets, and the roles of intermediaries, knowledge brokers and entrepreneurs. Through exploring opportunities SIMRA will encourage stakeholder engagement and the mobilisation of private funds to make SI practical.

## 7. A trans-disciplinary approach and knowledge flow

SIMRA explores SIs through the entire cycle (Young Foundation, 2012) of the SI spiral model: from ideas, to prototyping and piloting, to implementation, and to upscaling; or, from ideas to production/market (e.g. new entrepreneur opportunities) and to innovative policy and governance mechanisms within each scale and across the scales. The aim is to enhance SIs that are both driven by end-users (or agent-based factors, which can be private, public, mixed or based on parterships) and relevant to them. Attention is paid to new social networks/partnerships. The trans-disciplinary science of SIMRA addresses the complexity and causalities of SI actions, linking abstract knowledge through the SI processes towards a range of experience-based competencies and skills, i.e. target knowledge (a set of SIMRA's SI outputs making impacts in MRAs), illustrated in Figure 2.

The multi-actor driven approach of SIMRA targets case studies (CS) where scientists 'set the scene' on existing scientific knowledge, and stakeholders provide input to developing trans-disciplinary knowledge and co-constructing investigative approaches. The innovative knowledge and approaches of SIMRA developed jointly in its science and stakeholder labs flow throughout the project to support the build-up and promotion of SIs on the ground.

## Acknowledgements

The SIMRA project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation programme under Grant Agreement No 677622. Thanks are due to the organisations referred to in the paper for access to the data reported; to

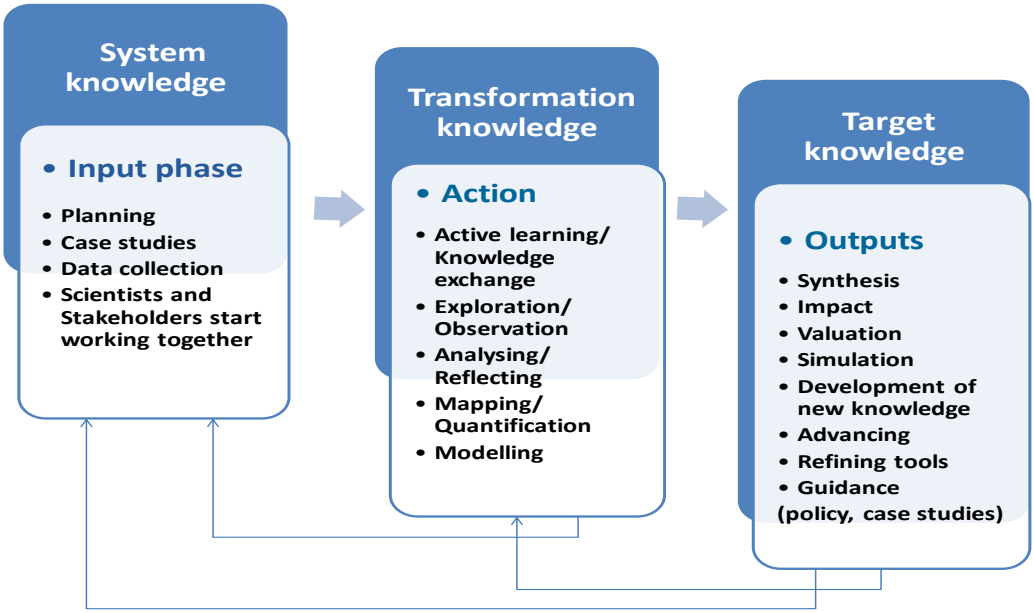



**Figure 2.** Systems model of knowledge flow in SIMRA (Source: SIMRA Project Document, 2016, produced for the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 677622).

ESPON, the GEOSPECS project team and the University of Geneva for access to project outputs relating to mountainous areas and to Prof. Martin Price, University of the Highlands and Islands for valuable comments on an earlier draft of this paper. Details about SIMRA are available at www.simra.eu, and through social media outlets:

- Facebook: www.facebook.com/SIMRAeu/
- Twitter: https://twitter.com/simra_eu/status/753903906443370496
- Scoop it!: www.scoop.it/u/simra-1
- Research Gate:www.researchgate.net/project/SIMRA-Social-Innovation-in-Marginalised-Rural-Areas
- Linkedin: www.linkedin.com/groups/8546624/8546624-6159676893563015168

## References

BEPA 2011. Empowering people, driving change: Social innovation in the European Union. Brussels: Bureau of European Policy Advisers, European Commission.

Bock, B. 2016. Rural marginalisation and the role of social innovation: A turn towards nexogenous development and rural reconnection. *Sociologia Ruralis* 56(4): 1-22.

Courtney, P., Psaltopoulos, D., Skuras, D. 2009. Rural-Urban relationships, EDORA Working Paper 4.

Dabson, B. 2011. Rural regional innovation: a response to metropolitan framed place based thinking in the United States. *Australasian Journal of Regional Studies* 17(1).

Gessert, C., Waring S.C., Bailey-Davis L., Conway P., Roberts M., VanWormer J.J. 2015. Rural definition of health: a systematic literature review. *BMC Public Health* (2015) 15: 378.

Gurung, G.S., Kollmair, M. 2005. Marginality; Concepts and their limitations. IP6 Working Paper 4, Department of Geography, University of Zurich, Switzerland.

Knill, C., Lenschow, A. 2000. Implementing EU Environmental Policy: New Directions and Old Problems, (pp.298). Manchester University Press.

Koontz, T., Thomas, C. 2006. What do we know and need to know about the environmental outcomes of collaborative management? *Public Administration Review* 66: 111-121.

Lehtonen M. 2004. The environmental-social interface of sustainable development:

capabilities, social capital, institutions. *Ecological Economics* 49(2): 199-214.

MacCallum, D., Haddock, S. V., Moulaert, F. 2016. *Social Innovation and Territorial Development*, Taylor & Francis.

Nijnik, M., Nijnik A. 2016. Role of SI in linking multifunctional forestry goals with sustainable development objectives in Scotland's uplands. Bioeconomy and ecosystem services – synergy or conflict? Proceedings of FPS COST Action FP1207. Luke, Natural Resource Institute, Finland. 41: 77.

Nussbaumer, J., Moulaert, F. 2007. L'innovation sociale au cœur des débats publics et scientifiques. In: Klein J., Harrisson D. (Eds.). L'innovation sociale. Sainte-Foy QC: Presses de l'Université du Québec.

Nyseth, T., Aarsæther, N. 2005. Innovations in Ethnic Landscapes: A Study of Innovations in Three Municipalities in Northern Norway. *Journal of Small Business & Entrepreneurship* 18(2): 171-187.

OECD, 2012. Foreword II in Challenge Social Innovation in Hans-Werner, F. and J. Hochgerner (Eds), Challenge Social Innovation: Potentials for Business, Social Entrepreneurship, Welfare and Civil Society (pp.386). Heidelberg New York Dordrecht London Springer Science & Business Media.

OECD, 2007. Annual Report. www.oecd.org/newsroom/38528123.pdf (accessed 12 March 2017).

SIMRA, 2016. Social Innovation in Marginalised Rural Areas. Innovative, Sustainable and Inclusive Bioeconomy, Topic ISIB-03-2015. Unlocking the growth potential of rural areas through enhanced governance and social innovation, European Commission Framework Programme Horizon 2020, Brussels. http://cordis.europa.eu/project/ rcn/200385_en.html (accessed 12 March 2017).

Strijker, D. 2005. Marginal lands in Europe – causes of decline. *Basic and Applied Ecology* 6: 99-106.

The Young Foundation, 2012. Social Innovation Overview: A deliverable of the project: "The theoretical, empirical and policy foundations for building social innovation in Europe" (TEPSIE). European Commission – 7th Framework Programme, Brussels: European Commission.

van Eupen, M., Metzger M.J., Pérez-Soba M., Verburg P.H., van Doorn A., Bunce R.G.H. 2012. A rural typology for strategic European policies. *Land Use* 29: 473-482.

Wang, C., Miller, D.R., Brown, I., Jaing, Y., Castellazzi, M. 2015. Visualisation techniques to support public interpretation of future climate change and land-use choices: a case study from N-E Scotland. *International Journal of Digital Earth*, Online 17/11/2015.

Westley, F. 2013. The history of Social Innovation. Key note speech given at the first Social Research Conference: The next edge of social innovation research, Glasgow Caledonian University, London Campus, 14-15th November, 2013.

# БЕДСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

***Петру Спатару, Оксана Спыну, Сильвия Бузилэ,***
***Алексей Мафтуляк, Игор Повар***
*Институт Химии Академии Наук Молдовы*

# DEVASTATING STATE OF SMALL RIVERS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

***Petru Spataru, Oxana Spinu, Silvia Buzila, Alexei Maftuleac, Igor Povar***
*Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of Moldova*

***Abstract:*** *At present, small rivers in the Republic of Moldova are facing a lot of environmental problems caused by inadequate function and management of biological wastewater treatment plants. The terrible conditions of the rivers water result from untreated wastewater in addition to secondary pollution caused by strong mud settling of reservoirs and adjacent pools. The most polluted river is found to be Bac, the most altered segment of which starting from the Chisinau municipality. Pollution increases especially from the place where the partially treated water sheds from the Chisinau Waste Water Treatment Plant in the Bac River to its confluence with the Nistru River. Quality indicators show a disastrous ecological status of water, creating impossible conditions of the fish existence.*

## Введение

**Вода – одно из самых великих богатств на земле. Из-за нехватки воды исчезли великие города, превратились в пустыни важные центры человеческой цивилизации. Целые народы были вынуждены покинуть места с исторической ценностью и памятниками великих цивилизаций, уходя жить туда, где было основное из условий существования жизни: *питьевая вода*.** Качество воды зависит от ее химического состава. Первое, о чем задумываются специалисты в области химии и экологии, это присутствуют ли в воде вредные вещества. Ученые постоянно находятся в поиске новых методов и технологий более качественной очистки и фильтрации воды.

С советских времен нам досталось наследие в виде очистных сооружений, которые должны снижать негативную антропогенную нагрузку на окружающую среду, но на данных очистных сооружениях нет необходимых инструментов, чтобы справиться с огромным объемом сточных вод, ни возможности очистить их качественно, не говоря уже о предварительной очистке [1]. В наших исследованиях мы используем пробы воды, взятые на разных участках исследуемых рек и на данные опубликованные Государственной Гидрометеорологической службой, которая, периодически проверяет объекты окружающей среды и публикует результаты в недельных, ежемесячных и годовых отчетах на своем официальном сайте [2]. Далее мы рассмотрим состояние нескольких республиканских рек, подверженных сильному антропогенному загрязнению: Бык, Реут, Куболта и Нистру (Днестр).

## Материалы и методы

Для отбора и анализа проб были применены традиционные методики, широко использованные в профильных лабораториях, а так же европейские стандарты ISO для определения качества воды [3-7]. Опираясь на данные полученные нами и данные, предоставленные Государственной Гидрометеорологической службой, мы оценили степень загрязнения исследуемых водных объектов.

**Результаты и дискуссии**

Реут является самой большой внутренней рекой Республики Молдова и одной из самых старых, наряду с Нистру и Прутом. Реут берёт начало вблизи села Редю-Маре Дондюшанского района, течёт в юго-восточном направлении, дважды меняет направление течения и впадает в Нистру возле села Устье [8]. Самая катастрофическая ситуация наблюдается вниз по течению вблизи муниципия Бэлць. Начиная с 2013 года, было отмечено превышение ПДК (предельно допустимая концентрация) для БПК5 (биохимическое потребление кислорода) и минимальное количество кислорода растворенного в воде. Эти два параметра взаимосвязаны, чем больше БПК5, тем сильнее уменьшается количество кислорода растворенного в воде, что отрицательно сказывается на существовании речной фауны. Практически все прибрежные речушки заилены. Тяжелые металлы и хлорорганические пестициды аккумулируются вследствие соосаждения вместе с взвешенными частицами, вымытыми дождями с сельскохозяйственных земель, которые потом мигрируют в реку, оказывая вторичное загрязнение. Также вызывает опасения высокая концентрация ионов аммония вниз по течению вблизи муниципия Бэлць. В последние годы были установлены многочисленные превышения ПДК равные 7.03 мг/л (эквивалент 18.02 ПДК), а наивысшее зарегистрированное значение равнялось 22.3 мг/л (эквивалент 57.18 ПДК). Эти данные были получены в весенне-летний период, который соответствует росту молодняка рыб, чувствительному к самым малым концентрациям ионов аммония.

Особенно серьезная проблема с рекой Бык – один из притоков реки Нистру, у которого вверху по течению от озера Гидигич полностью иссякло русло. Река, которая пересекает 16 населенных пунктов ряда районов страны, в том числе и Кишинэу, превратилась в помойку. Более того, в ней полностью отсутствует ихтиофауна, а концентрация вредных химических веществ, превышает допустимые нормы. При этом, самая тревожная ситуация сложилась на столичном участке реки. По мнению экспертов, основным источником загрязнения реки является утечка токсичных веществ с предприятий, что составляет 97% загрязнения. Остальные три процента приходятся на загрязнение бытовыми отходами. Другой вредный фактор - автомойки, которые можно видеть на обоих берегах реки. По всему течению реки установлены трубы, через которые в реку также стекает дождевая вода и сточные воды. Кроме этого, на обоих берегах сбрасываются отходы, а каналы, которые питают реку Бык, занесены илом [9]. Тем не менее, эти проблемы незначительны по сравнению с массовым загрязнением реки, вызванной биологической станцией очистных сооружений (БСОС) муниципия Кишинэу. При слиянии речной воды с очищенными сточными водами с БСОС понятно, что поток воды, поступающий из БСОС несравненно выше, чем дебит самой реки. Вода становится мутной, иногда окрашивается в различные цвета. Это побудило нас провести серию тестов. Были отобраны образцы в разные погодные условия и времена года. Были исследованы воды реки на предмет определения ХПК (химическое потребление кислорода), БПК5 и концентрации ионов аммония (Таблица 1). В результате данного исследования было установлено, что все показатели качества воды превышают ПДК в десятки раз. Следовательно, в реку сбрасываются стоки с высокой концентрацией загрязняющих веществ, которые смешиваются с водой из реки и, в результате, немного разбавляются, но показатели качества все равно остаются на недопустимом уровне. Ссылаясь на данные Государственной Гидрометео службы (с которыми можно ознакомиться в открытом доступе), после смешивания вод из БСОС с водами реки Бык, результаты тестов доказывают, что 12 проб воды, отобранных в течение года, очень загрязнены хотя бы по одному показателю. В 2013 превышение ПДК по концентрации ионов аммония составило от 40.4 до 78.1

раз, по БПК5 ПДК превышен в 5 раз, а в 11 пробах уровень растворенного кислорода в воде был несовместим с жизненными параметрами для рыб.

Таблица 1

**Показатели качества реки Бык на разных отрезках в пределах муниципия Кишинэу**

| Отрезок | ХПК, мгО/л | $БПК_5$, мгО/л | $NH_4^+$, мг/л |
|---|---|---|---|
| Отрезок до БСОС | 373 | 44.2 | 4.93 |
| БСОС | 560 | 39.6 | 18.91 |
| 300 м после БСОС | 480 | 39.4 | 12.93 |

*ПДК (ХПК) = 15 мгО/л* [10]
*ПДК ($БПК_5$) = 3 мгО/л* [10]
*ПДК ($NH_4^+$) = 0.5 мг/л* [10]

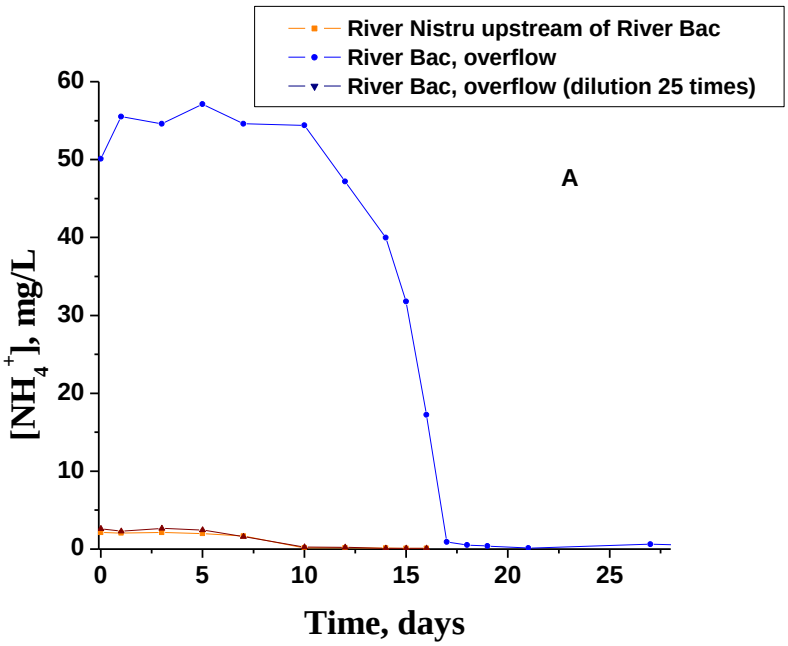
В 2014 году превышение ПДК по концентрации ионов аммония в 11 пробах составило от 40.2 до 84.6 раз, а по БПК5 ПДК превышен в 50.3- 80.0 раз. В итоге, ситуация ухудшается из года в год, нанося огромный вред реке Нистру, после слиянии с рекой Бык.

Таблица 2

Показатели качества реки Нистру и реки Бык до их слияния

| Показатель | Река Нистру | Река Бык |
|---|---|---|
| pH | 8.18 | 7.62 |
| $[NH_4^+]$, мг/л | 0.257 | 51.0 |
| $[NO_2^-]$, мг/л | 0.156 | 0.253 |
| $[NO_3^-]$, мг/л | 5.6 | 0 |
| Кислород, мгО/л | 8.71 | 0 |
| $БПК_5$, мгО/л | 0.67 | 97.8 |
| ХПК, мгО/л | 17.0 | 144 |

Для того, чтобы изучить возможность самоочищения воды из Нистру и реки Бык, мы использовали лабораторное моделирование, тестировав растворимые формы азота - $NH_4^+$ и $NO_2^-$ (Рис. 1). Было установлено, что концентрация $NH_4^+$ достигает ПДК для поверхностных вод, начиная с 17 – 19 дня (Рис. 1А). Все же, долгое время этот показатель не снижается из-за разложения органических веществ, которые генерируют редокс среду для хранения значительных количеств аммония. Была установлена корреляция между временем окисления аммиака и количеством органического углерода [4] и торможение процесса окисления ионов аммония в присутствии органического вещества [10,11]. Таким образом, можно предположить присутствие значительных количеств органического вещества на протяжении 25 - 27 дней (Рис. 1В). Из рисунка 1 видно, что даже в пробах разбавленных в 25 раз процессы самоочистки/нитрификации идут медленнее по сравнению с водами реки Нистру.



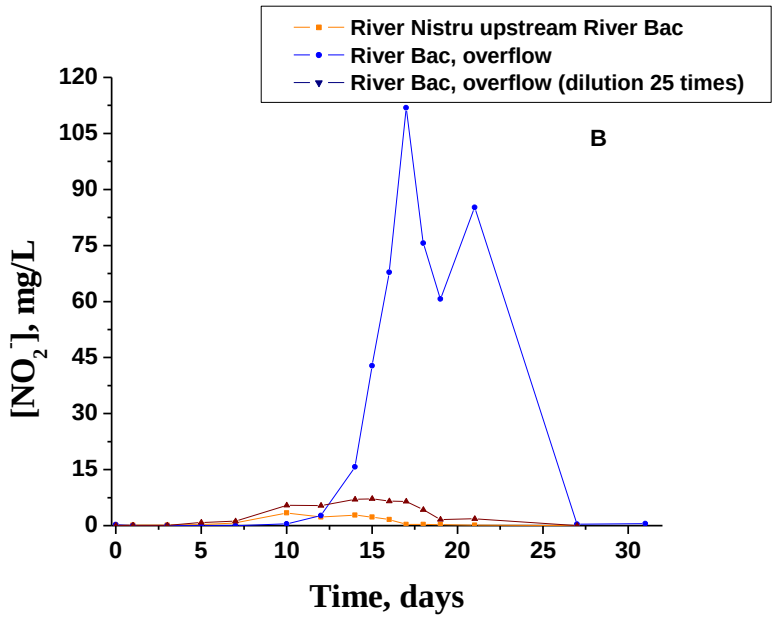




**Рис. 1.** Динамика окисления $NH_4^+$ **(A)** и $NO_2^-$ **(B)** в пробах воды из рек Бык и Нистру (вверх по течению и ниже по течению от реки Бык)

**Выводы:**

В данной работе были проведены исследования, на которые должны отреагировать местные власти, а именно Министерство Окружающей Среды Республики Молдова и другие компетентные органы и вмешаться, чтобы ликвидировать катастрофу и улучшить состояние малых рек, в частности, реки Бык. Решение проблемы заключается в выявлении и привлечении местных исследовательских институтов с высококвалифицированными специалистами, которые могли бы не только улучшить функционирование муниципальной биологической станции очистных сооружений, но и других очистных сооружений в стране, изменяя катастрофическую судьбу наших рек.

***Список литературы***


1. *http://www.zdg.md/ru/?p=7627*
2. *http://meteo.md/monitor/anuare/2015/anuarapei_2015.pdf*
3. *ISO 7150-1:2001. Water quality-Determination of ammonium - Spectrometric method.*
4. *Sandu M., Lupascu T., Tarita A., Goreacioc T., Turcan S., Mosanu E. Method of nitrate determination in presence of nitrite. Chemistry Journal of Moldova, 2014, vol. 9, p. 8-13*
5. *SM SR EN 26777: 2006. Water quality - determination of the content of nitrites. - The method of the spectrometry of molecular absorption.*
6. *SR ISO 7890-3: 2000 Water quality - The determination of the content of nitrates. The part 3: The spectrometric method with sulfosalicylic acid.*
7. *Cleceri, L. S., Greenberg, A. E., & Eaton, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 1998 б American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Association, Washington, DC, USA.*
8. *http://moldovenii.md/ru/section/328/content/3590*
9. *http://vzglead.md/obshestvo/12560-stolichnaya-reka-byk-nahoditsya-v-katastroficheskom-sostoyanii.html*
10. *Philips S., Laanbroek H. J. and Verstraete W. Origin, causes and effects of increased nitrite concentrations in aquatic Environments. Environmental Science and Bio-Technology, 2002, vol. 1, 115–141.*
11. *Okabe S., Oozawa Y., Hirata K., Watanabe Y. Relationship between population dynamics of nitrifiers in biofilms and reactor performance at various C:N ratios. Water Research, 1996, vol.30, p.1563–1577.*

УДК 504.45.058(455)

# ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОЗЕРА ІЗ «ЛІСОВОЇ ПІСНІ»

***О. Г. Сергушко***

*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк*

# PROBLEM OF PRESERVATION OF LAKE FROM "FOREST SONG"

***O. H. Serhushko***

*Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk*

*In the article it is described the problem of eutrophication of natural lake Nechymne of Kovel district in Volyn region. The lake is a valuable cultural heritage site since it was imaginary platform for events, glorified in the famous féerie "Forest Song" written by great Ukrainian poetess Lesya Ukrainka. It is considered the current state of the lake, hydrographical data and nourishment specifics. Also it is noted the reasons of eutrophication and its dynamics. It is specified on environmental limitations in connection with the creation of landscape reserve of national importance. It is described the project of environmental protection measures for restoration the hydrological role of the lake. It is indicated financing problems and possible solutions.*

На території Волинської області є чимало озер, для яких характерним є явище природної евтрофікації. В основному – це замкнуті водойми до 10 гектарів, які розташовані на відносній віддалі від населених пунктів. Одним з таких озер є Нечимне, яке розташоване в Ковельському районі. Озеро є цінним з точки зору культурної спадщини, оскільки на його берегах черпала натхнення велика українська поетеса Леся Українка. Озеро слало своєрідним уявним майданчиком для подій, що оспівані у відомій драмі-феєрії поетеси «Лісова пісня».

Нечимне – це замкнуте озеро льодовикового походження на півночі Ковельського району Волинської області. За матеріалами державного водного кадастру його площа 5,1 га з об’ємом 0,37 млн.м³. Максимальна глибина до 4 метрів. Середня глибина донних відкладів 4 м, максимальна – до 10 метрів [1]. Озеро компактне – має овальну форму, довжиною до 300 і шириною до 200 метрів. Живлення озера відбувається за рахунок атмосферних опадів, поверхневого стоку і та ґрунтового притоку. Тривалий і постійний приток в озеро слабо мінералізованих вод з розчиненими органічними сполуками сприяє розкладу рослинних залишків і утворенню на поверхні озера сплавин, що призводить до заростання і заболочення.

В минулому столітті в озеро місцевим населенням було необґрунтовано заселено культуру дикого рису, яка зіграла негативну роль у його генезисі. Після цього почали спостерігати процеси втрати гідрологічної ролі водойми і за останні 50-70 років прибережні сплавини озера розширилися до 50 метрів. Водне дзеркало покрилось цим же диким рисом, а також шаром рідкого і м’якого мулу потужністю більше 5 метрів. Його прибережні зони щорічно нашаровуються за рахунок багатої водної рослинності на 1,0-2,5 сантиметра. Водойма вже перетворилась в мінімальне «вікно» і заболочену трясовину [2].

Інтенсивне заростання почалося в останні 30 років, що пов’язано як з природними процесами заростання і замулення, так із посушливими літніми періодами. Внаслідок цього рівень води у Нечимному різко впав і зараз не перевищує 20-30 сантиметрів при в рази більшому шарі сапропелю. В літні періоди вода тут зникає зовсім. Фактично класичним озером – із відкритою водною поверхнею, водойму тепер не назвеш. Такий критичний стан озера посприяв тому, що зникла водоплавна птиця та зникає іхтіофауна.

На основі озері діє природоохоронне обмеження. Тут утворено ландшафтний заказник державного значення Нечимне площею 40 гектарів. Територія належить лісогосподарським організаціям. Унікальний природний комплекс, що складається з озера та цінних високобонітетних насаджень дуба черещатого (окремі дерева мають вік понад 300 років), лучно-болотяних та чагарникових угідь, що створюють мальовничий ландшафт. Серед трав'яної рослинності зростають рідкісні рослини, занесені до Червоної Книги України, зокрема булатка червона та росичка англійська [3].

Ідеї порятунку озера та планування проведення природоохоронних заходів почали активно розвиватись на початку нашого століття. У 2006 році, на замовлення Волинського облводгоспу, ЗАТ Інститут «Волиньводпроект» була розроблена проектно-кошторисна документація по об'єкту «Відновлення озера Нечимне Ковельського району Волинської області». Враховуючи, що озеро і прилеглі до нього площі віднесені до заповідної території, в робочому проекті особливу увагу звернуто на розробку рішень по технології очистки озера, виходячи з вимог збереження існуючих рівнів води в ньому та природних ландшафтів навколо водойми. Беручи до уваги історико-культурне значення озера Нечимне, постала проблема збереження його як природної водойми. Для цього чашу озера пропонується очистити від сапропелю та рослинних залишків на глибину до 4 метрів, що дасть можливість зберегти його як природний об'єкт, відновити водний режим та зберегти історико-культурне значення заказника. Для виконання таких робіт, Мінприроди України внесено зміни до положення про заказник. Розділ ОВНС розроблений на стадії ТЕО.

В техніко-економічному обґрунтуванні були розглянуті різні варіанти технології днопоглиблення озера і як найбільш екологічно безпечний і найбільш економічний запроектований варіант гідро механізованого способу екскавації озерних відкладів (сапропелю). Загальний об'єм виїмки озерного мулу в природному стані вологістю 92% становить близько 100 тис. м$^3$. До озера заплановано влаштувати тимчасовий підвідний канал, по якому передбачається транспортувати земснаряд і секції плавучого пульпопроводу. Канал заповнятиметься водою з двох влаштованих свердловин дебітом 16м$^3$/год. кожна, оскільки водності озера недостатньо. Пульпу передбачено подавати на карти намиву площею 8 гектарів, де запроектовано систему дренажу із насосною станцією. Також враховано проведення комплексу культуртехнічних робіт на навколишніх землях. Тривалість вказаних робіт оцінена в 30 місяців [4].

Роботи з реалізації даного проекту розпочались у 2007 році. Було влаштовано лінію електропередач до самого озера. Але на цьому все і закінчилось. Причина – відсутність фінансування. Всі потуги органів влади випросити кошти з державного бюджету до сьогодні не мають позитивного вирішення. Об'єкт фігурує у загальнодержавній водогосподарській програмі та місцевій регіональній, однак кошти і далі не вдається виділити. Тому органами водного господарства розглядається можливість відновлення водного режиму озера через залучення коштів міжнародної технічної допомоги Європейського Союзу. У минулому році підготовлено проектну заявку в рамках Програми прикордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна 2014-2020. Результати першого етапу розгляду заявки очікуються в травні поточного року, а остаточне рішення про надання грантової допомоги можливе уже в кінці року.

Більше ста років тому українська поетеса Леся Україна на берегах Нечимного напасала свій твір «Лісова пісня», де через персонажів перед нами постає проблема відносин людини і природи, які дуже часто не є гармонійними. Ми звикли ставитися до природних ресурсів, як до засобів, що робить життя зручнішим. За іронією долі, водойма зараз потребує заходів зі збереження, які в

силі виконати людині. Тому будемо сподіватись, що найближчим часом всі проблемні питання вирішаться і озеро Нечимне отримає «друге» життя.

Заросле плесо озера Нечимне, грудень 2016 року

Перелік посилань:

*1. Річний звіт про діяльність Волинського облводресурсів за 2016 рік з комплексного використання водних ресурсів на території області і проведення на малих річках і водоймах природоохоронних заходів. Луцьк : Волинське обласне управління водних ресурсів, 2015. 90 с.*

*2. Григоренко С. Трагедія озера Нечимне // Волинь, 2005. № 92. С. 3.*

*3. Химин М., Тутейко В., Грицай О. Природно-заповідний фонд Волинської області.*

*4. Робочий проект. Відновлення озера Нечимне Ковельського району Волинської області. Книга 1. Пояснювальна записка. Луцьк.: ЗАТ Інститут «Волиньводпроект», 2006. 40 с.*

# РОЗРОБЛЕННЯ ПРАВИЛ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОСХОВИЩ В ЧАСТИНІ ВОДОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ЯКОСТІ ВОДИ (НА ПРИКЛАДІ Р. ДНІСТЕР)

***А.І. Томільцева[1, 2], А.П. Чернявська[1], І.С. Єзловецька[3]***

*1) Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП), м. Київ*

*2) Київський національний університет технологій та дизайну (КНУТД), м. Київ*

*3) Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України*

# THE DEVELOPMENT OF OPERATION RULES IN RESERVOIRS PART OF WATER SUPPLY CAPACITY AND WATER QUALITY (FOR EXAMPLE, THE DNIESTER RIVER)

***A. Tomiltseva[1, 2], A. Chernyavska[1], I. Yezlovetska[3]***

*1) Ukrainian research institute of aquicultural and ecological problems (URIAEP), Kyiv*

*2) Kyiv national university of technologies and design (KNUTD), Kyiv*

*3) Institute of colloid chemistry and water chemistry to them. A.V. Dumansky of NAS of Ukraine*

*Наведено результати дослідження водоресурсного потенціалу та якості води на прикладі української частини басейну Дністра в роки різної водності.*

***Вступ.*** Створення Дністровського водосховища дало можливість підвищити водозабезпеченість у басейні Середнього Дністра, зменшити збитки від паводків і повеней, отримати електроенергію, що виробляється Дністровською ГЕС, розвивати рибне господарство. Водночас зарегулювання стоку призвело до зміни гідрологічного та температурного режимів в екосистемах Дністра нижче греблі Дністровської ГЕС. Виникла необхідність у відтворенні характерного природного паводкового стоку у весняний період для обводнення та промивання дністровських плавнів.

Актуальними питаннями зараз, у зв’язку із введенням в експлуатацію нового потужного гідроенергетичного об’єкту Дністровської ГАЕС, є розроблення Правил експлуатації водосховищ Дністровського каскаду ГЕС і ГАЕС в частині природоохоронних вимог з урахуванням водоресурсного потенціалу та якості води.

***Стан питання.*** Для досліджень щодо оцінки сучасного стану використання водних ресурсів у басейні Верхнього та Середнього Дністра (українська частина) використовуються дані державного обліку водокористування та водовідведення для років різної водності (2008 р. – багатоводний, 2014 р. – середній за водністю, 2012 р. – маловодний). та в ретроспективі. Кількість водокористувачів, які звітують щорічно перед Державним агенством водних ресурсів України становив: 2008 рік – 783, 2012 і 2014 роки – 841.

Екологічну оцінку якості дністровської води здійснено згідно Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Складний багатогалузевий господарський комплекс потребує значних об’ємів води й створює потужне техногенне навантаження на водні ресурси та екологічний стан Верхнього та Середнього Дністра, що є основним джерелом води у регіоні.

***Забір, використання води, скиди стічних вод.*** Найбільша кількість водоспоживачів зосереджена в межах водогосподарських ділянок верхів’я Дністра до Дністровського водосховища, а саме у Львівській, Івано-Франківській, Тернопільській областях. Тут розташовано значну кількість підприємств

промислового комплексу: видобувної, нафтохімічної та хімічної промисловості, а також підприємства комунального господарства. Відповідно сучасний забір, використання води та скидання стічних вод (забруднених і різного ступеня очищення) призводить до погіршення якості води в Дністровському водосховищі.

У 1990 р. на території української частини басейну Дністра основним водокористувачем була промисловість, друге місце належало комунальному господарству, третє – зрошуваному землеробству, четверте – сільськогосподарському водопостачанню, п'яте – ставково-рибному господарству. Після 2001 р. перше місце за об'ємом споживання води посіло комунальне господарство (54 і 35 %), друге – промисловість (31 і 47,8 %), третє та четверте – ставково-рибне господарство та сільськогосподарське водопостачання (відповідно 10 і 9,4 %, 6,6 і 7,4 %). На останньому місці опинилося зрошення (4,7 і 0,1 %). Причому така тенденція на українській частині басейну Дністра є характерною для ділянки від м. Самбір до м. Одеси та від м. Роздол до м. Сороки.

Поряд із загальними показниками забору та використання води у басейні Дністра (особливо на верхній та середній ділянках) спостерігалося значне збільшення об'ємів води у системах зворотного та повторно-послідовного водопостачання. В українській частині басейну в цілому його частка становила близько 79 %. Зафіксовано помітне зменшення рівня скидів зворотних вод у поверхневі водні об'єкти. За останні роки водокористувачами в цілому було скинуто майже в 2 рази менше зворотних вод, ніж у 1990 р. За таких умов безповоротне водоспоживання в басейні Дністра на території України відносно водних об'єктів за останні 24 роки зменшено з 1044 і 214 млн. $м^3$ у 1990 р. до 335 і 64 млн. $м^3$ у 2014 р., тобто також майже вдвічі. Це свідчить про раціональне водокористування в басейні Дністра.

За даними Державного агентства водних ресурсів України, ***динаміка скиду забруднюючих речовин*** з 2001 р. по 2014 р. свідчить про зменшення находження переважної кількості забруднень у відкриті водні об'єкти української частини басейну Дністра, а саме: $БСК_п$, нафтопродуктів, сухого залишку, азоту амонійного – в 2 рази, заліза і СПАР – в 1,2 – 1,3 рази, завислих речовин – в 1,6 разів, сульфатів і хлоридів – в 2,3 і 2,7 разів відповідно, фенолів – в 10 разів. Однак, дещо збільшився скид нітратів (в 1,5 рази), нітритів, фосфору, міді, цинку (до 2 разів). На басейни Верхнього та Середнього Дністра (від м. Роздол до м. Сороки) припадає 85 % нітратів, цинку та міді, біля 70 – 80 % скиду $БСК_п$, нафтопродуктів, завислих речовин, сухого залишку, сульфатів, хлоридів, фенолів, 65 % СПАР, 50 % заліза та жирів, майже 100 % амонійного азоту, фосфатів, 60 % хрому і 20 % нікелю. Слід відзначити, що тут спостерігається дещо інша динаміка надходження забруднюючих речовин з 2008 до 2014 рр., ніж в цілому на українській частині басейну, а саме: зафіксовано збільшення тонажу скидів нафтопродуктів (в 1,3 рази) і зменшення – жирів (в 1,5 рази), а також відзначене різке збільшення у складі стічних вод міді – у 85 разів, цинку – в 170 разів, нікелю – в 3,3 рази. Весь тонаж забруднювальних речовин надходить у поверхневі водні об'єкти басейнів Верхнього та Середнього Дністра в основному від підприємств комунального господарства та промисловості, де джерелами інтенсивного забруднення є стічні води хімічної та нафтохімічної галузей. Слід відзначити, що частина промислових підприємств спрямовують свої стічні води на загальнооб'єктні очисні споруди, доочищаються разом із комунальними стічними водами. Сільськогосподарські стоки в основному скидають у накопичувачі, впадини тощо.

***Екологічна оцінка якості дністровської води*** виконана на 7 створах основного русла р. Дністер (від м. Заліщики до с. Митків і від м. Могилів-Подільський до с. Цикинівка), 7 створах Дністровського та буферного

водосховищ, а також на 5 створах основних приток Середнього Дністра – р. Серет (3 створи) та р. Збруч (2 створи) із застосуванням наявної системи класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод України. За 3 блоками показників: сольового складу, трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, показників вмісту специфічних речовин токсичної дії.

Для витоку р. Дністер від с. Лімниця до с. Стрілки притаманні найменші величини мінералізації (суми іонів) води, що за середніми та найгіршими значеннями відповідають категорії 1, класу I (359,5 і 388,0 мг/дм$^3$) і характеризуються як «відмінні», «дуже чисті» води. Що стосується співвідношення іонів, то, в основному, річкова вода тут відповідає гідрокарбонатному класу, групі кальцію, II типу.

Такий достатньо благополучний ***сольовий склад дністровської води*** обумовлений відсутністю суттєвих скидів стічних вод на ділянці від витоку до м. Самбір. Нижче м. Самбір величини показників сольового складу значно погіршуються за рахунок скидів високо мінералізованих стічних вод міст Самбір, Дрогобич, Роздол, Стебник, Жидачів, що через притоки басейну Верхнього Дністра Тисменицю, Бистрицю, Стрий надходять у основне русло Дністра і спричиняють метаморфізацію його води в бік засолення.

У Дністровське водосховище вода надходить із підвищеною мінералізацією (м. Хотин – 417 і 459 мг/дм$^3$ у 2008 р., 341 і 435 мг/дм$^3$ в 2014 р.), що обумовлено скидом промислових і комунальних стічних вод, а також поверхневим змивом з сільськогосподарських угідь на водозборі. У Дністровському водосховищі залежно від водності року мінералізація води варіює у межах 361 і 459 мг/дм$^3$, 340 і 479 мг/дм$^3$ та 362 і 484 мг/дм$^3$. Вода тут належить до гідрокарбонатного класу, групи кальцію, II типу. Найвищі величини мінералізації характерні для верхньої ділянки водосховища (417 і 459 мг/дм$^3$), найбільш низькі – для пригреблевої ділянки (339 і 415 мг/дм$^3$).

У верхній і нижній частинах буферного водосховища величини суми іонів, а також вміст хлоридів і сульфатів були близькими. Зафіксовано деяке підвищення вмісту сульфатів (до 91 мг/дм$^3$ у маловодний 2012 р. за найгіршими значеннями порівняно з 73 і 51 мг/дм$^3$ в 2008 і 2014 рр.). За хімічним складом вода була гідрокарбонатно-кальцієвою II типу. Ступінь мінералізації цієї ділянки залежить від режиму попусків води із Дністровського водосховища та Верхньої водойми, а також від надходження промислових і комунально-побутових стічних вод. В цілому за всі роки спостережень у воді середньої течії р. Дністер вміст компонентів сольового складу залишається практично без змін в Дністровському та в буферному водосховищах за критеріями мінералізації відноситься до прісних, гіпогалинних вод, категорії 1. Подібні характеристики мають притоки р. Дністер – Серет і Збруч.

За періоди 2008, 2012 і 2014 років: вода водотоку Верхнього Дністра (м. Заліщики, вище міста) за найгіршими значеннями ***трофо-сапробіологічних показників*** ($I_{2\ найг}$ = 4,8 і 4,2) належить до III класу і є перехідною за якістю від «посередньої», «помірно забрудненої», ев-політрофної, α'-мезосапробної до «задовільної», «слабко забрудненої», евтрофної, β"-мезосапробної, а за середніми їх величинами ($I_{2\ сер.}$ = 3,5 – 3,7) – до класу II – III і є «задовільною», «слабко забрудненою», евтрофною, β"-мезосапробною з ухилом до «доброї», «досить чистої», мезо-евтрофної, β'-мезосапробної.

Вода Дністровського водосховища за найгіршими значеннями $I_2$ = 4,9 також характеризувалася III класом якості – «посередня», «помірно забруднена», ев-політрофна, α'-мезосапробна, а за середніми його величинами ($I_2$ = 3,4) належить до II класу та оцінена як «добра», «досить чиста», мезо-евтрофна, β'-мезосапробна з ухилом до «задовільної», «слабко забрудненої», евтрофної, β"-

мезосапробної.

Катастрофічний паводок на р. Дністер, що зафіксовано у липні 2008 р. на більшості водомірних постів, перевищував історичні значення підйомів рівнів води, внаслідок чого виникло затоплення заплав та сільськогосподарських угідь, підтоплення та затоплення територій населених пунктів. Із вищезгаданими подіями пов'язано значні перевищення ГДК забруднених речовин і погіршення якості води в басейні Дністра в літній період. На верхній ділянці Дністра показник органічного забруднення досягав 19 мг $O_2$/дм$^3$ (за БСК$_5$), кольоровість – 38 град., вміст заліза – 0,4 мг/дм$^3$. На Середньому Дністрі спостерігалося підкислення води, концентрація завислих речовин досягала 764 мг/дм$^3$, органічне забруднення за БСК$_5$ та біхроматною окиснюваністю перевищувало у 8,3 та 2,8 рази відповідно. Суттєво підвищилася кількість нафтопродуктів – до 0,23 мг/дм$^3$.

Під час ***оцінки якості води за специфічними речовинами токсичної дії*** враховано кількісні характеристики 10 металів, а також фторидів, ціанідів, нафтопродуктів, фенолів летких та синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), всього 15 показників. В матеріалах державних служб моніторингу поверхневих вод басейну Дністра, наведено поодинокі дані щодо 8 компонентів: мідь, цинк, залізо загальне, марганець, хром загальний, феноли, нафтопродукти, СПАР, що найчастіше визначаються за аналітичними методами та можуть розцінюватися як пріоритетні токсиканти в досліджуваному регіоні. Найгірші значення узагальнюючого індексу специфічних речовин токсичної дії ($I_3$) зафіксовано в 2008 р. на ділянці основного русла Верхнього Дністра ($I_{3\ найг.}$ = 5,3, категорія 5, клас III) і обумовлювали «посередню», «помірно забруднену» за якістю воду із ухилом до «поганої», «брудної». За середніми значеннями $I_{3\ сер.}$ = 3,7 (категорія 4, клас III) вода характеризуються як «задовільна», «слабко забруднена» із ухилом до «доброї», «досить чистої». Такі високі значення узагальненого індексу $I_3$ обумовлено наявністю високих концентрацій у дністровській воді фенолів, нафтопродуктів (7 категорія), міді, хрому, заліза загального, СПАР (5 категорія).

Щодо якості води Дністровського та буферного водосховищ, а також руслової ділянки Середнього Дністра, то тут у 2008 р. простежувалося деяке покращення якості дністровської води внаслідок зменшення концентрації важких металів і СПАР до 4 категорії. Відповідно за найгіршими величинами $I_{3\ найг.}$ = 3,6, 3,7 і 3,3 (4 і 3 категорії, II – III, III і II класи) вода характеризується як перехідна за якістю від «доброї», «досить чистої» до «задовільної», «слабко забрудненої», а за середніми значеннями $I_{3сер.}$ = 2,7 і 3,0 (3 категорія, II клас) – як «добра», «досить чиста.

Порівняння результатів оцінки якості води лівих приток р. Дністер за блоком специфічних речовин токсичної дії у вегетаційний період 2008 р. показало, що вода р. Серет і р. Збруч має більш високий ступінь забруднення за вмістом міді (5 і 4 категорії), заліза загального (5 і 4 категорії), нафтопродуктів (7 і 6 категорії), СПАР і фенолів (5 і 6 категорії). Тому вода р. Серет за найгіршими величинами $I_{3\ найг.}$ = 5,0 (5 категорія, III клас) оцінюється як «посередня», «помірно брудна», а за середніми значеннями $I_{3\ сер.}$ = 3,7 (4 категорія, III клас) – як «задовільна», «слабко забруднена» з ухилом до «доброї», «досить чистої». Дещо кращою якістю порівняно з р. Серет характеризується вода р. Збруч. Так в середньому за основним руслом річки $I_{3\ найг.}$ = 4,3, а $I_{3\ сер.}$ = 4,0 (4 категорія, III клас якості), що характеризує воду відповідно як «задовільну», «слабко забруднену» з ухилом до «посередньої», «помірно брудної» і як «задовільну», «слабко забруднену». Вода Дністровського та буферного водосховища в цілому в 2008 р. відповідала за $I_E$ = 3,4 і 2,6, 3,3 і 2,9 відповідно. З цього видно, що основні водосховища гідрокомплексу мають дуже близькі значення екологічного індексу.

Їх води за якістю оцінюються як «добрі» за станом і «чисті» за ступенем чистоти. У наступні 2012 і 2014 рр. спостерігається аналогічна ситуація та якість води також відповідає «добрій» за станом і «чистій» за ступенем чистоти.

***Літературні джерела***


1. *Дані державного обліку за 2008, 2012 і 2014 рр. щодо забору води, водокористування і водовідведення в басейн Верхнього і Середнього Дністра по ділянках водних об'єктів, галузях економіки і підприємствах / Держ. агентство водних ресурсів України. – (Електронна версія).*
2. *Дані державного обліку за 1990 і 2001 рр. щодо забору води, водокористування і водовідведення в басейн Верхнього і Середнього Дністра по ділянках водних об'єктів / Держ. агентство водних ресурсів України. – (Електронна версія).*
3. *Государственный водный кадастр Украины. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 2008 г. – Вып. 1. Бассейн Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. – К.: Госкомгидромет Украины. – (Электронная версия).*
4. *Характеристика стану якості води басейну Верхнього і Середнього Дністра (українська частина) за період 2008, 2012 і 2014 рр. / Дніпровське БУВР. – (Електронні версії).*
5. *Результати моніторингу води із річки Дністер за 2008, 2012 і 2014 рр. (мікробіологічні показники якості води) / Мінздоров'я України. – (Електронні версії).*
6. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: «Символ-Т», 1998. – 28 с.*
7. *Шевцова Л.В., Глуховський П.В. Екологічні засади управління роботою гідровузлів на річці Дністер // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2015. – № 3 – 4 (64). – С. 733 – 735.*

# СПЕЦИФІКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

***О.Л. Шевченко***

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

# SPECIFICS OF TECHNICAL-ECONOMIC JUSTIFICATION OF EXPLOIT DEPOSIT OF FRESH GROUNDWATERS FOR CENTRALIZED WATER SUPPLY

***O.Shevchenko***

*Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine*

*Grounded innovative approaches to calculating the internal rate of return and profit ratio for utilities centralized water supply. Definition discounted payback period on investment can be considered inappropriate.*

Під час розробки та експертної оцінки техніко-економічних обґрунтувань (ТЕО) доцільності експлуатації Ірпіньського (Київська область), Івано-Франківського (смт. Івано-Франкове Яворівського району Львівської області) та Хмельницького централізованих водозаборів помічено, що для всіх означених комунальних підприємств характерні певні особливості, що відрізняють їх від інших підприємств-надрокористувачів і впливають на формування техніко-економічних показників експлуатації родовищ. До таких особливостей слід віднести наступне:

- подібні підприємства характеризуються відносно сталим режимом водовідбору впродовж року та по роках (рис.1);

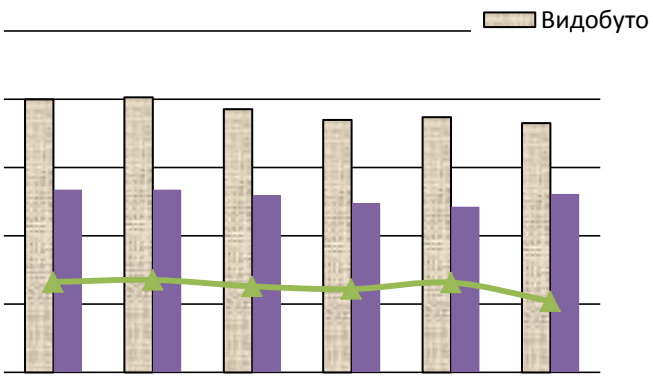



Рис. 1. Динаміка видобутку, використання та незворотних втрат води за останні роки на МКП «Хмельницькводоканал» (2017 р. – плановий розподіл), тис. $м^3$/рік.

- основним споживачем видобутої води здебільшого є населення, частка споживання якого складає 60-75% від усього обсягу реалізації; решта приходиться на промислові підприємства, бюджетні установи та комунально-побутові підприємства (табл.1);
- великі незворотні втрати води в мережі та на очисних спорудах (іноді до 35%);

- використовується значна кількість свердловин (характерно для великих міських водозаборів), що можуть бути розміщені на різних ділянках, або навіть належати до різних родовищ (як у м. Хмельницьку);
- досить часто видобуваються та використовуються води з кількох водоносних горизонтів у дуже значних об'ємах;
- великі основні фонди та щорічна необхідність значних капітальних витрат на поновлення водозабірних споруд та транспортуючої мережі;
- умовно-постійні (сталі) експлуатаційні витрати (переважно ФЗП та амортизація) порівнювані або навіть більші за змінні витрати;
- рентна плата за спеціальне використання підземних вод розраховується з врахуванням коефіцієнту 0,3 (ст.255.7 ПК України);
- підприємство реалізує воду відповідно до тарифів, затверджених Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг і погоджуються органами місцевого самоврядування; тарифи визначаються на основі розрахунку планової собівартості на послуги з централізованого водопостачання**.** Оскільки тарифи встановлюються в першій половині року, то у підприємства є стимули та можливості заробити за рахунок власної економії витрат та зменшення незворотних технологічних втрат в мережі.

Таблиця 1. – Обсяги реалізованої (*товарної*) води та їх розподіл по групах водокористувачів на МКП «Хмельницькводоканал», тис. м$^3$/рік.

| Роки | Реалізація води | Водокористувачі | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Промислові підприємства | | Комунально-побутові підприємства | | Бюджетні установи | | Населення | |
| | | тис. м$^3$/рік | % | тис. м$^3$/рік | % | тис. м$^3$/рік | % | тис. м$^3$/рік | % |
| 2016 | 12041,915 | 47,040 | 0,4 | 3648,461 | 30,3 | 528,693 | 4,4 | 7817,721 | 64,9 |
| 2017 | 12728,750 | 4273,0 | 33,6 | - | - | 515,0 | 4,0 | 7940,750 | 62,4 |

Водовідбір, або як його називають надрокристувачі „підйом" води для підприємств, які займаються централізованим водопостачанням, поділяється на дві частини: 1) товарна (реалізована) вода, яка доходить до абонентів підприємства; 2) нетоварна вода, тобто та частина води, що не надходить до абонентів, і включає в себе планові втрати води (в межах визначених дозволом на спецводокористування), а тому не бере участі в формуванні прибутку підприємства. За цим же принципом, до другої частини обсягів води відноситься і той обсяг, що використовується підприємством з водопостачання для власних господарсько-питних та виробничих потреб.

Відповідно до встановлених нормативних термінів експлуатації водозабірних споруд та прийнятої на їх основі методики прогнозування, розрахунковий період роботи водозабору складає 25 років. Оскільки цей період вважається також терміном нормативної експлуатації магістральних трубопроводів, то виходить що, якщо на кожен рік планувати заміну мережі по 4%, то через 25 років її поновлення слід знову починати з початку. Отже комунальне підприємство несе значні витрати з утримання водозабору та його інфраструктури: ремонт та заміна водопідйомного обладнання, магістральних та розподільчих трубопроводів, модернізація та придбання нового устаткування тощо, *що вимагає щорічних інвестицій*. Оскільки за 25 років повинна відбуватись повна заміна основних фондів попереднього періоду, то *сума планових інвестицій*

*повинна бути співставною із залишковою вартістю основних фондів на «нульовий» рік* (рік для якого коефіцієнт дисконтування дорівнює одиниці). У зв'язку з цим в розрахунках грошового потоку амортизаційні відрахування можуть бути прийняті сталими на весь період нормативної експлуатації і розраховані на повне покриття залишкової вартості капіталовкладень на початку нового терміну експлуатації плюс капіталовкладення першого року (враховуючи плату за спецдозвіл на промислову розробку надр).

Здебільшого, в наш час комунальні міські Водоканали мають значні заборгованості перед державою (переважно це борги за споживання електроенергії), пов'язані із заборгованостями власних абонентів. Проте, навіть якби боргів не було, вони є неприбуткові, а іноді й збиткові, оскільки тарифи на споживання води встановлюються на рівні фактичної собівартості минулого періоду (без ПДВ). Отже і рентабельність здебільшого є нульовою або набагато меншою за облікову ставку НБУ. Щоб довести доцільність експлуатації розвіданого родовища, техніко-економічні розрахунки доводиться виконувати у комерційному варіанті, тобто штучно підтягувати рентабельність до рівня облікової ставки НБУ. Крім того, слід планувати зменшення технологічних втрат води в мережі до 25-го року хоча б на 5-7% від обсягу видобутку.

Особливістю подібних комунальних підприємств (міських Водоканалів), що займаються централізованим водопостачанням є розвинена, часто громіздка інфраструктура. При тому, що підприємство займається лише видобутком води та її постачанням, усі його підрозділи, в т.ч. адміністративні, транспортні, розрахункові, ремонтні, вважаються причетними до водопостачання, оскільки отримують заробітну плату лише з реалізації води. Отже, зазвичай, фонд заробітної плати тут порівняно високий, за рахунок чого умовно постійні витрати можуть виявитись більшими за змінні витрати. На підтвердження цього можна навести непропорційний до обсягів водовідбору розподіл ФЗП по ділянках, які використовуються для водопостачання м. Хмельницького. Так, на Чернелівській ділянці, де свого адміністративного підрозділу немає, фонд оплати праці за 2016 р. складав 2305,405 тис. грн., тобто 14% від загальної суми ФЗП по всьому підприємству, при тому, що ця ділянка забезпечувала 100% водовідбору за рік.

В розрахунках динамічних показників теж є свої особливості. Так, визначення дисконтованого терміну окупності капіталовкладень при тому, що кожен рік витрачаються інвестиції на відновлення основних фондів, слід вважати некоректним.

За рахунок високих значень амортизації, які в сумі повинні покривати досягнуті на нульовий рік капіталовкладення, а також завищеного (згідно облікової ставки НБУ) чистого прибутку, грошовий потік від першого року здебільшого матиме лише позитивні значення, навіть при значних щорічних інвестиціях. Тому, оскільки капіталовкладення в основні фонди попереднього періоду не враховуються у грошовому потоці прогнозного періоду, то не слід враховувати і амортизаційні відрахування, які їх покривають. Отже, при розрахунках внутрішньої норми прибутковості (ВНП) в якості основного параметру слід використовувати не накопичений чистий дисконтований грошовий потік (НЧДГП), а чисту дисконтовану вартість (ЧДВ), яка являє собою накопичене значення різниць (за кожен рік) чистого дисконтованого прибутку та дисконтованих інвестицій (рис.2).

Для визначення коефіцієнту рентабельності ($K_p$) слід застосовувати рівняння:

$$K_p = \frac{ОП_t}{E_t} \qquad (1)$$

де $ОП_t$ – середньобагаторічний оподаткований прибуток за час t =25 р., $E_t$ –

середньобагаторічна собівартість продукції (питної води).

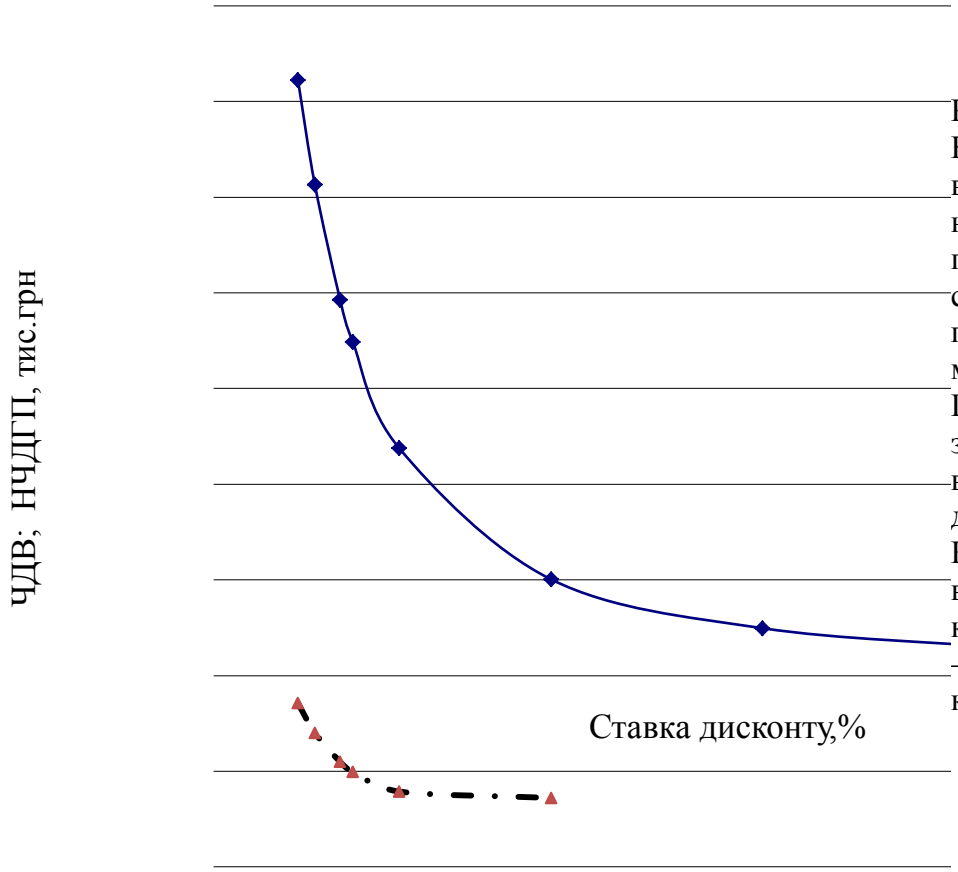



Рис. 2. Визначення внутрішньої норми прибутковості графічним методом. Графіки залежності від ставки дисконту: НЧДГП – верхня крива; ЧДВ – нижня крива.

***Висновок.*** Для комунальних підприємств, що займаються централізованим водопостачанням міського населення, установ та промислових підприємств, характерні певні особливості та обмеження у формуванні собівартості і ціни за воду, які не дозволяють їм бути достатньо прибутковими, як того вимагають фіскальні органи та ДКЗ України при захисті експлуатаційних запасів. Тому, при розробці ТЕО допускаються нестандартні підходи до розрахунку внутрішньої норми прибутковості та коефіцієнту рентабельності, а визначення дисконтованого терміну окупності капіталовкладень можна вважати недоцільним.

# ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТРАНСКОРДОННОЇ ДІЛЯНКИ БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

***А.В. Яцик[1], І.А. Пашенюк[1], І.В. Гопчак[2], Т.О. Басюк[3]***

*[1]Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем, м. Київ*

*[2]Інститут водних проблем і меліорації НААН України, м. Київ*

*[3]Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне*

# ESTIMATION QUALITATIVE CONDITION OF SURFACE WATER TRANSBOUNDARY AREAS OF THE BASIN WESTERN BUG

***A.V. Yatsyk[1], I.A. Pashenyuk[1], I.V. Gopchak[2], T.O. Basyuk[3]***

*[1]Ukrainian research institute of water management and ecological problems, Kiev*

*[2]Institute of water problems and land reclamation of NAAS, Kiev*

*[3]International university of economics and humanities named after academician Stepan Demianchuk, Rivne*

*Assess of surface water transboundary basin river Western Bug on the basis of generalized and systematic observation results service monitoring of surface water quality in terms of contamination.*

На сьогодні в період загострення багатьох екологічних проблем, що пов'язані із забрудненням природних вод, особливого значення набувають питання дослідження якості водних ресурсів. Проблема оцінки якості поверхневих вод є актуальною і вимагає постійної уваги у зв'язку зі зростаючим антропогенним навантаженням на водні об'єкти.

Вивчення екологічного стану природних вод має важливе, як практичне так і теоретичне значення, оскільки дає змогу раціонально використовувати водні об'єкти та забезпечити їхню охорону від забруднення. Водні ресурси басейну Західного Бугу використовує не лише Україна, а й Польща та Білорусія. З огляду на це, виникає потреба наукового обґрунтування раціонального водокористування та розробки заходів щодо охорони вод транскордонної ділянки р. Західний Буг від забруднення. І першим кроком на цьому шляху є оцінка якості поверхневих вод.

Об'єктом наших досліджень є транскордонна ділянка басейну р. Західний Буг у межах його Української частини.

Довжина р. Західний Буг на території нашої держави становить 404 км. Загальна площа басейну річки в межах України –11205 км$^2$ (28,4% від загальної площі басейну), середньорічний поверхневий стік – 1317 млн. м$^3$. Головні притоки р. Західний Буг в межах України, на яких проводиться моніторинг якості поверхневих вод: річки Рата, Полтва, Луга та Гапа [1].

Моніторинг якісного стану на транскордонній ділянці Західного Бугу проводиться на затверджених пунктах державного моніторингу якості води (табл.1). За вихідні дані для розрахунків було прийнято усереднені результати гідроекологічних спостережень за якістю води на р. Західний Буг, які здійснюються Волинською ГГМП облводресурсів [2].

Загалом на екологічний стан поверхневих вод басейну р. Західний Буг впливають різноманітні чинники, які водночас тісно взаємопов'язані. Здебільшого найбільший вплив на поверхневі водні ресурси р. Західний Буг на даній ділянці, завдають скиди стічних вод у поверхневі водойми без належної очистки, які і спричиняють забруднення поверхневих вод.

Таблиця 1

Пункти державного моніторингу якості вод на транскордонній ділянці басейну р. Західний Буг

| № з/п | Назва створу | км | Кордон |
|---|---|---|---|
| 1 | с.Амбуків (500 м нижче впадіння р. Хучва) | 584 | із Республікою Польща |
| 2 | м. Устилуг (500 м нижче впадіння р. Луга) | 569 | |
| 3 | с. Забужжя | 468 | |

Під час аналізу й узагальнення даних моніторингових спостережень (за 2016 р.) на транскордонній ділянці, що проходить по руслу річки Західний Буг, було зафіксовано перевищення ГДК по вмісту: $БСК_5$ (2,1-5,47 мг$O_2$/л); амонію сольового (0,35-1,67 мг/л); нітритів (0,048-0,66 мг/л); фосфатів (0,074-1,38 мг/л).

Встановлено, що причиною такого перевищення ГДК на транскордонній ділянці є надходження забруднюючих речовин з території Львівської області [3].

Також, нами було виконано оцінку стану поверхневих вод басейну р. Західний Буг (у межах транскордонної ділянки) за рівнем забрудненості. Визначення забрудненості поверхневих вод басейну р. Західний Буг проведено шляхом розрахунку коефіцієнту забрудненості для всіх розрахункових створів відповідно до [4]. Коефіцієнт забрудненості (КЗ) є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно по низці показників якості води, які багаторазово виміряні у кількох пунктах (створах) спостережень водних об’єктів. Результати дослідження наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Оцінка якісного стану поверхневих вод транскордонної ділянки басейну Західного Бугу відповідно до коефіцієнтів забрудненості

| № з/п | Найменування контрольних пунктів (створів) | Характеристика КЗ | | Клас якості |
|---|---|---|---|---|
| | | кількісна | якісна | |
| 1 | с. Амбуків | 2,18 | слабко забруднені | II |
| 2 | м. Устилуг | 1,66 | слабко забруднені | II |
| 3 | с. Забужжя | 2,27 | слабко забруднені | II |
| В цілому по транскордонній ділянці | | 2,04 | слабко забруднені | II |

Отже, згідно з усередненими результатами лабораторних досліджень та проведених розрахунків щодо визначення коефіцієнта забруднення встановлено, що поверхневі води транскордонної ділянки басейну Західного Бугу в цілому відносяться до слабко забруднених (II клас якості).


***1.*** *Гопчак І.В. Моніторинг якості поверхневих вод р. Західний Буг / І.В. Гопчак, А.С. Мельничук, Т.О. Басюк // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води «Вода і робочі місця» (22 березня 2016 р.). – Київ: ІВПіМ, 2016. – С. 25-27.*

***2.*** *Інформаційний бюлетень про якісний стан поверхневих вод басейну річки Західний Буг у 2016 році. – Луцьк, 2017. – 50 с.*

***3.*** *Гопчак І.В. Сучасний стан якості поверхневих вод в басейні р. Західний Буг / І.В. Гопчак, Г.Г. Мушка, Т.О. Грисюк, Прокопчук Н.О. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води «Вода і робочі місця» (22 березня 2016 р.). – Київ: ІВПіМ, 2016. – С. 28-29.*

***4.*** *Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів) КНД 211.1.1.106-2003 – Київ, 2003. – 70 с.*

# Розділ 2
# ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОДОЮ. МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ВОДИ

# Chapter 2
# WATER SUPPLY PROBLEMS. METHODS AND TECHNOLOGIES OF WATER PURIFICATION

# ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ В ОБ'ЄКТАХ ГІДРОСФЕРИ НА ТЕРИТОРІЯХ З РІЗНИМ РІВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

***Г.Л. Антоняк, З.І. Мамчур, Н.Є. Панас, О.Є. Бубис, О.М. Савицька, О.Я. Думич***
*Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів*
*Львівський національний аграрний університет, м. Львів*

# WATER QUALITY INDICES OF WATER BODIES ON THE TERRITORIES WITH DIFFERENT LEVELS OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY

***H.L. Antonyak, Z.I. Mamchur, N.E. Panas, O.E. Bubys, O.M. Savytska, O.Y.Dumych***
*Lviv Ivan Franko National University, Lviv*
*Lviv National Agrarian University, Lviv*

*To study anthropogenic impact on ecological status of water bodies the indices of water quality were analysed in several natural reservoirs in Lviv and Volyn regions. The ponds located in the Dubliany town, and in Velyki Hrybovychi village of Zhovkva district, the Lake Svityaz (part of the Shatsky National Park), and Dobrotvir Reservoir of Kamenka-Bug district of Lviv region, were selected for research. The obtained results showed, that concentrations of ammonium, phosphates and iron in water samples taken from ponds of Dubliany town and Velyki Hrybovychi village, significantly exceeded the maximum allowable concentrations. The data may indicate the contamination of water bodies situated in Dubliany town and Velyki Hrybovychi village by surface runoff and groundwater from neighboring waste dump and agricultural areas.*

Аналіз екологічного стану поверхневих водойм є необхідною умовою визначення якості води як середовища життя водяних організмів та придатності водних об'єктів для використання з рекреаційною метою. Природні водойми, розташовані в межах впливу господарської діяльності людини, часто зазнають забруднення полютантами, які надходять з антропогенних джерел: промислових підприємств, об'єктів комунального господарства та аграрного виробництва [1].

Для з'ясування впливу антропогенного навантаження на екологічний стан водних об'єктів проводили дослідження показників якості води у водоймах на території Львівської та Волинської областей. Для аналізу були вибрані стави, розташовані на території м. Дубляни і с. Великі Грибовичі Жовківського району Львівської області, озеро Світязь, що входить до Шацького національного природного парку (с. Світязь Шацького району Волинської області) [2], та водосховище ТЕС с.м.т. Добротвір Кам'янка-Бузького району Львівської області. Відбір проб та визначення показників якості води здійснювали, використовуючи стандартні методики [3]. Аналізували концентрацію іонів (хлорид, сульфат, амоній, нітрит, нітрат, фосфат), вміст Феруму, загальний вміст кисню, перманганатну окиснюваність та pH води. Результати досліджень порівнювали із значеннями гранично допустимих концентрацій (ГДК), а показника перманганатної окиснюваності – із гранично допустимим значенням (ГДЗ), прийнятим для рибогосподарських водойм [4].

Отримані результати свідчать, що з усіх аналізованих у роботі водних об'єктів найкращу якість мають проби води, відібрані з озера Світязь, де майже всі вимірювані показники (за винятком концентрації амонію та Феруму) знаходяться в межах нормативних значень (таблиця). Концентрація $NH_4^+$ у воді озера Світязь, як і у воді інших аналізованих об'єктів, перевищує значення ГДК, яке становить 0,5 мг/дм$^3$. Водночас у воді всіх досліджуваних водних об'єктів виявляється перевищення вмісту Феруму порівняно з гранично допустимою

концентрацією (0,1 мг/дм$^3$).

Результати досліджень вмісту фосфатів вказують на те, що цей показник у воді досліджуваних водойм (за винятком озера Світязь) перевищував значення ГДК (0,15 мг/дм$^3$). Найвищу концентрацію фосфатів встановлено у воді ставів м. Дубляни та с. Великі Грибовичі, що може бути наслідком ерозії ґрунтів на прилеглих територіях, надходження залишків мінеральних добрив із поверхневим стоком та господарсько-побутових стічних вод.

Натомість концентрація нітрит- і нітрат-аніонів у воді жодної з досліджуваних водойм не перевищувала значень ГДК (відповідно, 0,08 і 40 мг/дм$^3$). Проте вміст нітрит-аніона був найбільшим у воді ставу с. Великі Грибовичі, а нітрат-аніона – у воді ставу м. Дубляни. Концентрація нітрату у воді з озера Світязь була меншою, відповідно, у 10,6 і 6,2 разу, ніж у воді Дублянського ставу і Добротвірського водосховища (таблиця). Концентрація хлорид-аніону у воді з озера Світязь у 2,2 разу менша, ніж у воді водосховища ТЕС с.м.т. Добротвір і в 1,85 разу менша, ніж у воді ставу с. Великі Грибовичі. Загалом у всіх досліджуваних водоймах вміст хлорид-аніону значно нижчий від показника ГДК (300 мг/дм$^3$).

Таблиця – Показники якості води водних об’єктів із різним рівнем антропогенного навантаження на території Львівської та Волинської областей

| Показники | Став м.Дубляни | Став с.Великі Грибовичі | Водосхо-вище ТЕС с.м.т.Доб-ротвір | Озеро Світязь |
|---|---|---|---|---|
| pH | 6,0 | 7,25 | 6,0 | 6,5 |
| Хлорид ($Cl^-$), мг/ дм$^3$ | 18,5 | 27,79 | 32,5 | 15,0 |
| Амоній ($NH_4^+$), мг/дм$^3$ | 1,3 | 1,23 | 1,9 | 1,0 |
| Нітрит ($NO_2^-$), мг/дм$^3$ | 0,045 | 0,07 | 0,006 | 0,015 |
| Нітрат ($NO_3^-$), мг/дм$^3$ | 12,7 | - | 7,4 | 1,2 |
| Фосфат, мг/дм$^3$ | 0,34 | 0,27 | 0,22 | 0,09 |
| Ферум, мг/ дм$^3$ | 4,60 | - | 1,25 | 0,20 |
| Загальний вміст кисню, мг/дм$^3$ | 6,20 | 6,50 | 7,30 | 11,50 |
| Окиснюваність перманганатна, мг $O_2$/ дм$^3$ | 9,85 | 9,22 | 7,60 | 3,40 |

Під час екологічної оцінки стану водойм важливе значення має визначення вмісту розчиненого кисню та окиснюваності води. Порівнюючи результати досліджень вмісту кисню у водоймах із різним рівнем антропогенного навантаження, а також враховуючи нормативне значення (понад 5,0), можна зробити висновок, що в усіх аналізованих водних об’єктах цей показник був у межах норми. Однак найбільшим вмістом кисню характеризується вода озера Світязь, у якій значення цього показника є більшим, відповідно, в 1,85, 1,77 і 1,57 разу, ніж у воді ставів м.Дубляни і с. Великі Грибовичі та водосховища ТЕС с.м.т. Добротвір. Такі дані свідчать про найменший рівень забруднення озера Світязь органічними речовинами порівняно з іншими аналізованими водоймами. Натомість, вміст кисню у воді ставка м.Дубляни є найменшим, що узгоджується з найбільшим значенням показника перманганатної окиснюваності води з цієї водойми (таблиця). Згідно з отриманими результатами, показник окиснюваності води, відібраної з Дублянського ставу, в 1,37 разу перевищує нормативне значення, яке становить 7,20 мг $O_2$/дм$^3$. Перевищення гранично допустимого значення показника окиснюваності відмічене і у воді ставка на території

с. Великі Грибовичі (в 1,28 разу). Такі результати можуть зумовлюватись наявністю у воді легкоокиснюваних органічних речовин і недоокиснених солей. Показник перманганатної окиснюваності води з озера Світязь найменший порівняно з іншими досліджуваними водоймами і не перевищує нормативного значення.

З отриманих результатів можна зробити висновок про те, що вода озера Світязь найменш забруднена сторонніми домішками. Водночас водне середовище в цьому озері характеризується високим вмістом розчиненого кисню, містить найменшу концентрацію біогенних елементів і, відповідно, зазнає найменшого ризику евтрофікації порівняно з іншими аналізованими об'єктами гідросфери (стави на території Жовківського району, водосховище ТЕС с.м.т. Добротвір).

У пробах води, відібраних із водойм, розміщених на території Жовківського району (стави м. Дубляни і с. Великі Грибовичі), виявляється перевищення ГДК щодо вмісту амонію – відповідно, в 2,6 і 2,46 разу, фосфатів – у 2,3 і 1,8 разу, Феруму (у ставі м. Дубляни) – в 46 разів. Окрім того, у воді цих ставів вища, порівняно з іншими аналізованими водними об'єктами, концентрація нітритів і нітратів. Такі дані можуть вказувати на забруднення ставів м. Дубляни і с. Великі Грибовичі поверхневим стоком і ґрунтовими водами, що надходять із розташованих на навколишніх територіях сільськогосподарських угідь, а також, можливо, і з інших джерел. Зокрема, територія, на якій розміщені вказані стави, може зазнавати впливу сміттєзвалища, розташованого в с. Великі Грибовичі поблизу м. Дубляни. Сполуки важких металів, які містяться в різноманітних відходах, можуть надходити в ґрунтові води, а відтак – і у водні об'єкти на прилеглих територіях.

**Список використаних джерел**


1. *Снітинський В. В. Сучасний стан та екологічні проблеми водних ресурсів України / В. В.Снітинський, Г. Л. Антоняк, Т. В. Багдай, О. Є. Бубис, Н. Є. Панас // Журнал агробіології та екології : Наук.-техн. Журнал. − 2014. − Т. 4. − №1. − С. 9 − 16.*
2. *Озеро Світязь: сучасний природно-господарський стан та проблеми. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2008. – 336 с.*
3. *Романенко В. Д. Методика екологічної оцінки поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.*
4. *Клименко М. О. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод / М. О. Клименко, Н. М. Вознюк, К. Ю. Вербецька // Наукові доповіді НУБіП. – 2012. – № 8 (30).*

# ОКРЕМІ АСПЕКТИ СПЕЦІАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ ВОДОЙМИЩЕМ

***М.П. Босак, І.Р. Гнатів***
*Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів*

# INDIVIDUAL ASPECTS SPECIAL WATER RESERVOIR

***M.P. Bosak, I.R. Hnativ***
*Lviv Polytechnic National University, Lviv*

*This article - the benefits, opportunities and problematic specific aspects of water reservoirs on the river. Western Bug. The main reservoir water users control the chemical composition of recycled water, which comes from a power plant cooling pond and possible contamination income from other business entities and keeps the coastal strip in good condition. The results of chemical analysis of the water reservoir, identified additional areas of control to improve water quality Dobrotvir reservoir.*

По Львівській області, як водорозділу, протікають, переважно малі річки та струмки. Річка Західний Буг, за класифікацією річок України, відноситься до середніх річок, зі значним коливанням стоку впродовж року. Середньобагаторічний стік за період 70 років становить $Q_0$= 15,3 м$^3$/с. Найважливішим водними об'єктом на даній річці є Добротвірське водоймище, яке було створене в 70-х роках минулого століття для технологічних потреб Добротвірської ТЕС. Основним призначенням даної водойми є охолодження циркуляційної води системи технічного водопостачання ТЕС та забезпечення необхідної циркуляційної подачі води в даній системі [3]. Проте Добротвірське водоймище не має назви «водоймище-охолодник», на відміну як це поширено, наприклад, на аналогічних водних об'єктах водокористувачами, яких є АЕС і ТЕС. Тобто Добротвірське водоймище є водним об'єктом загального водокористування.

В останні 20 років в засобах масової інформації нерідко поширювались суб'єктивні висловлювання проти будь-яких штучних водогосподарських об'єктів. Проте наявність основного водокористувача водоймищем (Добротвірської ТЕС) є позитивним фактором, тому що її персонал контролює стан водоймища за рядом показників та є відповідальним за недопущення забруднення в цілому Добротвірського водоймища. Чистий або природний стан водоймища є одним з завдань виробничої діяльності Добротвірської ТЕС на відміну від природних ділянок річки в межах густонаселених пунктів.

Основний водокористувач в процесі використання Добротвірського водоймища виконує та забезпечує [1-4]:

- належний стан гідротехнічних споруд, а відтак безпеку населення і підприємств у прибережній зоні, прилеглій до водоймища та в долині нижнього б'єфу;
- експлуатаційні заходи на водоймищі, в тому числі виконання ремонтно-будівельних робіт та інших робіт для утримання споруд водоймища в належному технічному стані;
- пропуск водопілля р. Західний Буг в проектно-експлуатаційному режимі (рис.1), чим зменшується підтоплення забудованих територій нижче по течії;
- контроль замулення, заростання, можливого цвітіння води водойми, підтоплення його прибережних територій, переробки берегів, збільшення мілководдя (рис. 2) та виконання заходів щодо очищення від замулення і надмірної водної рослинності, першочергово на ділянці водозабору і насосної

станції технічного водопостачання;

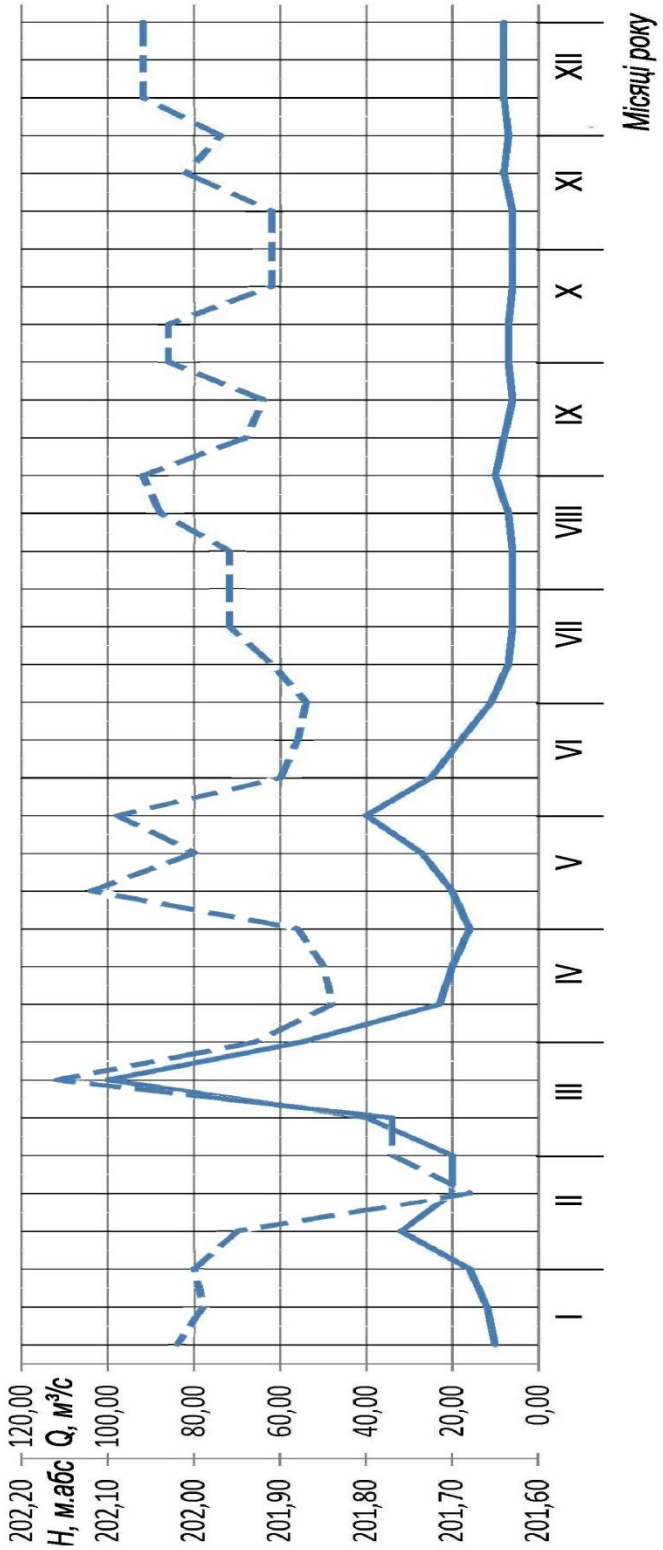



**Рис.1 Характерні рівні води Добротвірського водоймища (- -) та скиди води з нього в р. З. Буг (-) у багатоводний рік (2013р)**

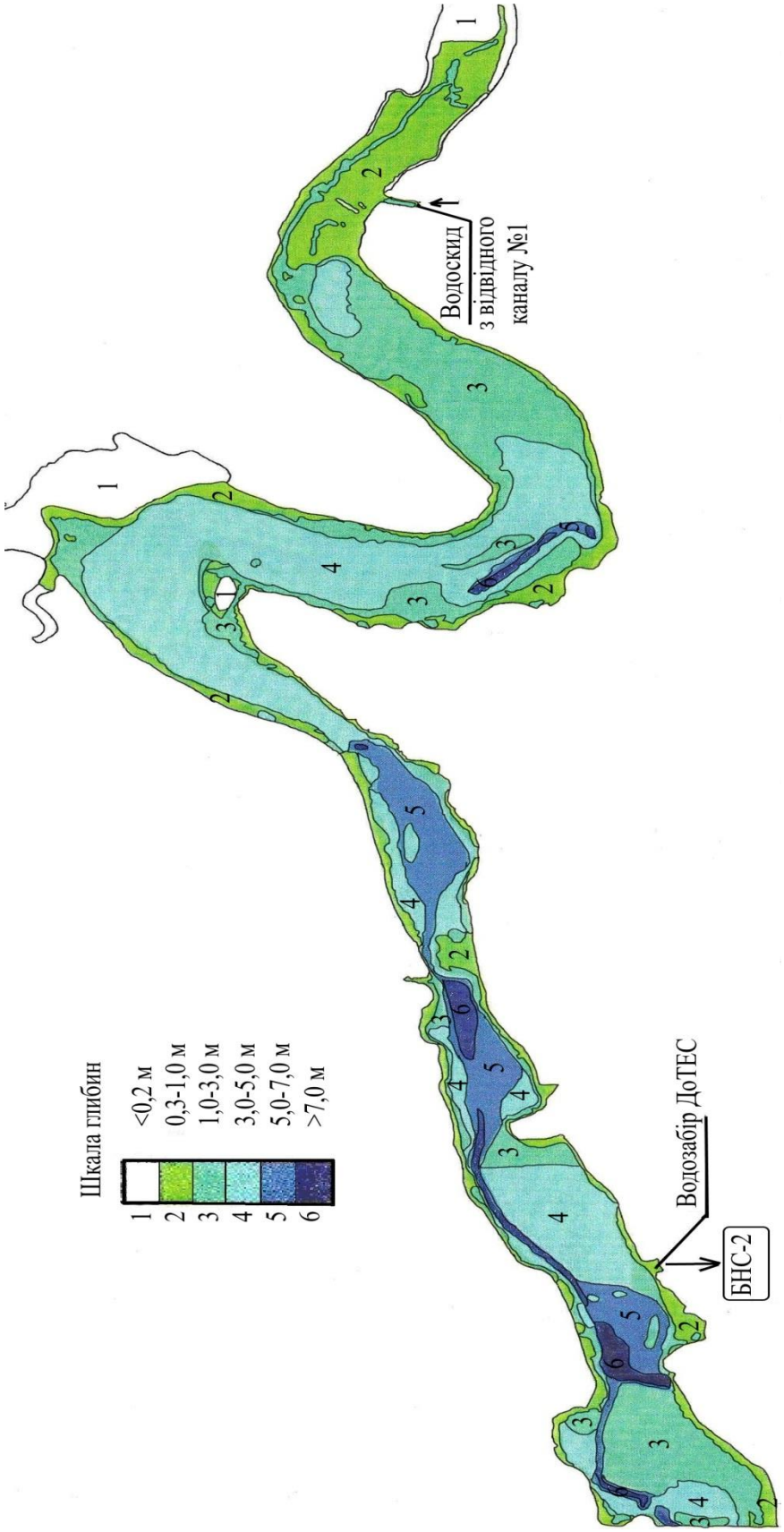



**Рис. 2. Карта глибин Добротвірського водоймища в акваторії від водоскиду до водозабору ТЕС**

- гідрометричний облік скиду води через водозливну греблю, а також облік використання води з водоймища;

- регулярний контроль якості води перед водоймищем, хіміко–фізичний аналіз циркуляційної води ТЕС, що скидається у водойму для попередження забруднення його промисловими, радіоактивними і побутовими стоками.

Для виконання вищенаведених робіт ТЕС має кваліфікований персонал та відповідні технічні засоби. Добротвірське водоймище забезпечує кращу якість води для ділянки річки Західний Буг нижче по течії, адже у водоймищі осідають різноманітні домішки та затримується плаваюче сміття. За тривалий період експлуатації відбулось природне замулення об'єму водоймища, об'єм замулення оцінюється в 0,88 млн. $м^3$. Площа мілин глибиною до 2 м, збільшилась з 3,0 $км^2$ до 3,85$км^2$.

Для поліпшення стану Добротвірського водоймища в літній період експлуатації варто було б задіяти наступне:

- *контроль якості води в мілководях акваторії водоймища;*
- *збільшення проточності водоймища*.

**1. Якість води та розширення контролю її в мілководді**. На хімічний склад води р. Західний Буг і Добротвірського водоймища значний вплив має скидання міських і промислових стоків від міст Львів, Буськ, Кам'янка-Бузька і інших населених пунктів. Ступінь забруднення Добротвірського водоймища в існуючих умовах оцінюється як висока, зокрема за вмістом нафтопродуктів 0,10-0,51 мг/$дм^3$. За таких умов концентрація шкідливих речовин, що надходять з циркуляційною водою ТЕС, а також з іншими її промисловими та побутовими очищеними стоками у Добротвірське водоймище, є нижчою ніж їх значення у фоновому створі річки З.Буг (таблиця 1, згідно даних хімлабораторії Добротвірської ТЕС).

Таблиця 1

| № п/п | Назва складників води і показників | Одиниця виміру | Фоновий створ р.З.Буг | Випуск №2 цирк. води, с.Руда |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Завислі речовини | мг/$дм^3$ | 10,9-20,0 | 10,2-16,5 |
| 2 | Залізо (загальне) | мг/$дм^3$ | 0,71-0,40 | 0,58-0,40 |
| 3 | Фосфати | мг/$дм^3$ | 21,0-3,80 | 7,40-2,1 |
| 4 | Нітрити | мг/$дм^3$ | 0,09-2,4 | 0,08-2,3 |
| 5 | Нітрати | мг/$дм^3$ | 1,0 -0,70 | 1,0-0,65 |
| 6 | Сульфати | мг/$дм^3$ | 82,0-85 | 82 |
| 7 | Хлориди | мг/$дм^3$ | 75,0 | 61-70 |
| 8 | Водневий показник | pH | 7,72 | 8,40 |
| 9 | Мінеральний залишок | мг/$дм^3$ | 684-566 | 371-530 |
| 10 | Нафтопродукти | мг/$дм^3$ | 0,51-0,10 | 0,50-0,06 |
| 11 | БСК | мг О/л | 6,47-4,80 | 4,90-4,70 |
| 12 | ХСК | мг О/л | 52,0-32 | 30,0 |
| 13 | Азот амонійний | мг/$дм^3$ | 2,10-2,5 | 0,08-0,21 |

За рядом показників, згідно даних ТЗоВ «Євроекоскоп», фонові показники р. З. Буг 9 перед водоймищем 9 років тому були гіршими ніж тепер. Зокрема вміст нафтопродуктів становив 0,03 …1,0 мг/л, азоту амонійного - 2,78…3,1 мг/л. Температура води у водоймищі та в місці скиду з нього не перевищують проектних та природоохоронних значень.

Як правило експлуатаційна організація виконує хімічний контроль

оборотної води ТЕС в місцях скиду її у водоймище щоб контролювати її яість та охорону водоймища від забруднення. Особливо в літній період доцільно мати інформацію про стан води водоймища в мілководдях прибережної акваторії. Запровадження в літній період візуального та лабораторного контролю якості води в мілководді акваторії водоймища надасть відповідну додаткову інформацію для експлуатаційних рішень щодо необхідності поліпшення якості води у водоймищі. Адже внаслідок температурної стратифікації поверхневий шар води водоймища має вищу температуру, більше завислих речовин, водоростей тощо.

**2. Можливості збільшення протічності водоймища у літній період**. В проектах технічного водоймища встановлено нормальний підпертий рівень (НПР) води та мінімальний рівень води або рівень спрацювання водоймища. Найнижчий приплив стоку води р. З.Буг у водоймище, як правило в кінці літа та осінній період, проте і в цей час експлуатуюча організація підтримує рівні води близькі до НПР. В літній період загальні втрати води на природне та додаткове технічне випаровування води з площі водойми становлять близько 1,6 млн.м$^3$ в місяць тобто відбувається зниження рівня води на 0,30 м. Безповоротні втрати води в системі технічного водопостачання ТЕС поповнюються за рахунок акумулювання стоку р. Західний Буг у водоймищі. На підтримання у водоймищі НПР у цей період стік ріки в нижньому б'єфі зменшується приблизно на 0,6 м$^3$/с. Постійно з Добротвірського водоймища здійснюється пропуск води (не нижче санітарного) в нижній б'єф греблі, тобто забезпечується течія води р. Західний Буг. Санітарний скид води в нижній б'єф встановлений не нижче 1,25 м$^3$/с, що вище проектного середньодобового мінімального літнього стоку (1,02 м$^3$/с) даної ріки забезпеченості 95%. Якщо водоскидна споруда оснащена сегментними або плоскими робочими затворами без верхнього регулюючого пристрою (клапана) то скидання води з водоймища та санітарні попуски здійснюються з "під щита", тобто зі спрацюванням глибинних пластів водоймища, а верхній шар його не задіяний в проточності.

На наш погляд для збільшення проточності водоймища та покращення стану води в другій половині літа можливо допустити спрацювання НПР (до 0,5м, за винятком дуже маловодних років), з врахуванням досвіду експлуатації та гідрометеопрогнозу на осінній період.

**Висновок.** Добротвірське водоймище сприймає значні техногенні забруднення, які надходять з поверхневим стоком р. З. Буг. Виконуючи низку технічно-експлуатаційних заходів первинний водокористувач - Добротвірська ТЕС сприяє поліпшенню якості води як водоймища так і р. З.Буг нижче по течії.

*1 Водний Кодекс України, 1995 р. прийнятий Верховною Радою України 6.06.1995 р. Доповнення до Водного Кодексу згідно із Законом 5456-VI (5456-17) від 16,10,2012)*

*2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», прийнятий Верховною Радою УРСР 25.06.1991 р.*

*3. Правила експлуатації Добротвірського водосховища. ЛьвівОРГРЕС. 2016р.*

*4. СОУ 40.1.21.543 Гідротехнічні споруди систем технічного водопостачання теплових електростанцій. Типова інструкція з експлуатації. - Київ.–2004 р.*

# ОЦІНКА КАТАЛАЗНОЇ АКТИВНОСТІ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК У БІОТЕСТУВАННІ

***В.В. Вембер***

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Резюме**

*У доповіді розглядається можливість використання каталазної активності в якості чутливого тесту на присутність у водному середовищі понаднормових кількостей гербіцидів з різним механізмом дії. В якості тест-об'єкту нами була обрана Elodea canadensis, оскільки дана рослина відноситься до гідрофітів і занурена у воду протягом всього життєвого циклу, внаслідок чого вона повною мірою контактує з усіма забруднюючими речовинами, які містяться у воді. Виявлена реакція досліджуваних гербіцидів дозволяє рекомендувати розроблений тест при проведенні комплексного моніторингу водних джерел.*

# EVALUATION OF CATALASE ACTIVITY AS A PERSPECTIVE DIRECTION IN BIOTESTING PROCEDURE

***Valeriia Vember***

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Abstract**

*The paper considers the possibility of using the catalase activity as the sensitive test for the presence of herbicides with different action mechanism in above-level concentrations in the water. Elodea canadensis has been chosen by us as a test-organism because of this plant belongs to the hydrophyte and has a full water contact during the entire lifecycle. Due to this, elodea has total contact with all water contaminations. The discovered reaction to the studied herbicides allows to recommending the developed test in the course of conducting the comprehensive monitoring of water sources.*

The problem of water contamination is becoming increasingly common among the intensified environmental problems. Recently, almost all surface water sources are exposed to the harmful anthropogenic pollution. Pesticides occupy a particular place among the pollutants as they are steadily spreading into the agricultural practices both in the world and Ukraine [1, 2].

The percentage of herbicides and defoliants is around 70% of all pesticides widely used in the world. One the most frustrating consequences of pesticides usage is the fact that they can concentrate on the cultivated areas while spreading on the large territories and circulating in the biosphere for a long term. They get to the water reservoirs with the subsoil and surface runoffs from agricultural lands [2, 3].

One of the aspects for maintenance of the environmental safety is a comprehensive monitoring of these contaminations in various environmental objects, especially in surface water sources. It becomes really significant as the invasion and accumulation of herbicides destroys water plants and causes accelerated degradation of the aquatic systems.

The current herbicides have a wide range of the diverse mechanisms of action. Thus, the applied methods for the detection of their concentrations above the norm in the environment have to ensure a high level of sensitivity and low specificity.

The recent trends in the ecological monitoring of harmful effects frequently reflect biotic approach. Chemical analysis confirms the presence of "markers"

(particular concentrations of pollutants). Howsoever, these results do not provide information about the state and prospects of the various ecosystem components or general state of the ecosystem under the contamination [4, 5]. Due to this, the first acute and urgent issue of the ecological monitoring is a possibility to choose informative biological indicators. And the second one is an adaptation of the biological methods to the ecological control. The bioindication and bioassay methods have to be applied for prompt tracking of water pollution with the herbicides. The methods have to satisfy such requirements: be rapid, cheap, simple, have good reproducibility and a sufficient level of specificity.

As a biomarker for systemic toxic effects of herbicides we proposed the use of the enzyme catalase activity. Catalase is one of the most common enzymes in the tissues of aerobic and microaerophilic organisms. It belongs to the oxidoreductases and breaks down into water and molecular oxygen hydrogen peroxide, which is toxic for cells and is formed in the oxidation of organic compounds [6]. The election of this test caused by the fact that the main function of catalase is to prevent the augmentation of oxidative stress in the cell, and therefore it can act as an integral indicator that is sensitive to the toxic effects of various chemicals [6, 7]. In addition, the system of biochemical transformations is one of the most sensitive parts of maintaining homeostasis in the cell.

The purpose of this work was to identify specific changes in the catalase activity of *Elodea canadensis* Michx. with the bioassay of herbicides from different groups. This goal was achieved through research of the dynamic changes of catalase activity of elodea in contact with herbicides that have different mechanisms of action and present in the culture medium in a wide range of concentrations.

The primary herbicide is a glyphosate ($C_3H_8NO_5P$). It is an organophosphorus compound and a broad-spectrum systemic herbicide. The solutions of glyphosate potassium salt were studies as they are widely spread around the world by their usage volumes. Commercial preparations of glyphosate penetrate to all vegetative organs and accumulate in the meristem tissue and zone of active growth. These preparations of glyphosate break the physiological and biochemical processes leading to the death of the plant. It is assumed that glyphosate inhibits the biosynthesis of phenylalanine, inhibits chlorizmat mutase or prephenate dehydratase. The compound stays resistant in the water. The level of glyphosate contamination in water decreases mainly due to the adsorption of active substance by the bottom sediments, under the influence of aquatic microorganisms and UV radiation. Maximum permissible concentration (MPC) of glyphosate for the water sources is 0.02 mg/dm$^3$.

The herbicide with opposite action mechanism is clethodim ($C_{17}H_{26}ClNO_3S$). It is an organochlorine herbicide that acts as a lipid biosynthesis inhibitor. The compound gets absorbed by the leaf surface and moves by the phloem to the meristem regions. The preparation accumulates in the tissues, breaks the biosynthesis of lipids and causes the death of the plant. It exposes unstable degradation under elevated temperatures, UV radiation and extreme pH level. Besides, it exposes the oxidation and degradation under the aerobic conditions. The half-life of herbicide is 1-3 days. Clethodim stays stable with no sunlight in water solutions of pH 7-10. MPC of clethodim for the water sources is 0.002 mg/dm$^3$.

During the experiment the studies elodea plants were kept in the water solutions of herbicides. The solutions were prepared of standard water with concentrations of preparations 1, 10 and 100 MPC. During the experiment the conditions for control and experimental groups of test-organism did not have any differences in the physical and chemical parameters. The time of exposure of elodea in the herbicide solutions ranged from 1 day (for acute toxicity) to 7 days (for chronic toxicity). The experiments were performed in 3-5 repetitions.

The cell-free extracts of plant were used to determinate the catalase activity. To

receive the cell-free extracts the stems of elodea (with leaves) were thrice washed in a solution of 0.9% NaCl and chopped after exposition in the model solution. The received biomass was homogenized to the required level which was microscopically controlled. All operations were performed at 4°C. The homogenate was centrifuged for 10 minutes at 3000 rpm. The precipitate was rejected and the supernatant was used as a cell-free extract. The extracts were frozen and kept frozen before use for determination of the biochemical parameters.

The enzymatic activity of the endogenous catalase was detected by the decrease in the extinction of the solution of $H_2O_2$ as a substrate while adding the cell-free extract in 1 minute at 25±2°C and a wavelength of 240 nm [8]. The measurements were performed on the two-bam spectrophotometer. The catalase activity was converted as $H_2O_2$ mmol per 1 minute attributed to the protein content in the reaction mixture.

The following concentrations of herbicides were used to study their impact on the enzymatic activity: Glyphosate: 0.02 mg/dm$^3$ stands for the 1 MPC, 0.2 mg/dm$^3$ – for 10 MPC, 2.0 mg/dm$^3$ for 100 MPC; Clethodim: 0.002 mg/dm$^3$ stands for the 1 MPC, 0.02 mg/dm$^3$ – for 10 MPC, 0.2 mg/dm$^3$ for 100 MPC.

The figure 1 represents the results of catalase activity indication of *Elodea canadensis* after the exposition with glyphosate in different time periods.

As seen from the figures, the major changes in the catalase activity were observed during the primary 24 hours of contact with glyphosate. The concentration of studies herbicide at 1 MPC did not change the enzymatic activity statistically significant. When reaching the concentration to the 10 MPC the catalase activity decreased by more than half. Moreover, the plant maintained the similar catalase activity during the contact with glyphosate at 10 and 100 MPC.

During long-term exposition (7 days) there were not discovered any statistically significant differences in cases of growing plant without herbicide and in all studies concentration range. Such effect can be explained as the consequences of depletion of the anti-oxidative protection or partly adaptation of metabolic system to the presence of toxicant in the culture medium. Otherwise, the most likely explanation of leveling of the difference of enzyme activity of elodea during 7 days' exposition with glyphosate is a gradual degradation of the herbicide preparation in the aquatic environment.

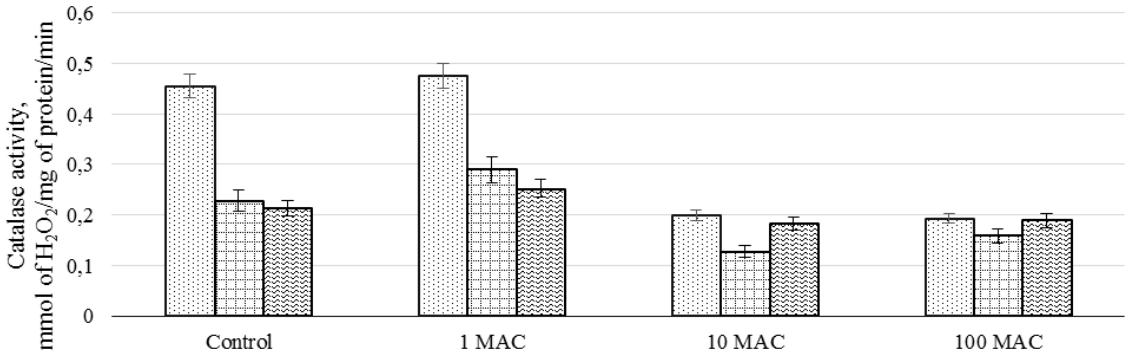



Fig. 1 - The dependence of the catalase activity of *Elodea canadensis* Michx. of concentration of glyphosate in the culture medium. Duration of exposure: - 1 day; - 4 day; - 7 day

The clethodim has demonstrated sort of interesting impact on the catalase activity of elodea (fig. 2). During the primary day of the experiment, we have observed the linear dependence between levels of catalase activity and the concentration of the pesticide in the culture medium. After 4 days' exposition the levels of catalase activity have decreased rapidly comparing to the 1-day experiment. For 1 MPC it was three times more, for 10 MPC – nearly 2 times more. In the sample with 100 MPC the catalase activity was the same as after 1-day exposition.

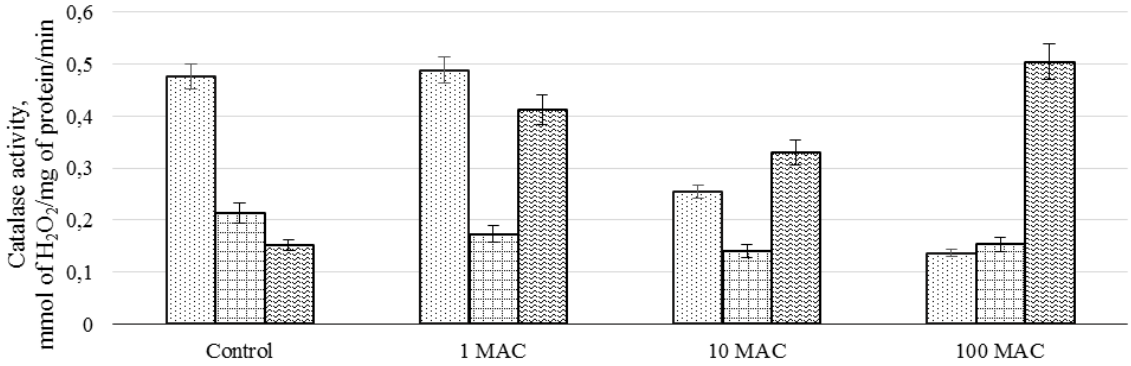



Fig. 2 - The dependence of the catalase activity of *Elodea canadensis* Michx. of concentration of clethodim in the culture medium. Duration of exposure: - 1 day; - 4 day; - 7 day

Clethodim has demonstrated the stimulating effect on the catalase activity during the chronic impact (7 days) comparing to the control. In the sample with 100 MPC the enzyme activity was 0.505 mmol of $H_2O_2$ per 1 mg of protein per 1 minute. These results exceed the reference value for 3.3 times. The explanation of such non-standard behavior of the system requires further investigations.

Accordingly, we have discovered the high level of sensitivity of the catalase activity of elodea effected by the herbicides of different action mechanisms in the culture medium. It allows using this test for the determination of contamination of surface water sources with pesticides. The observation of dynamical changes of enzyme activity of *Elodea canadensis* allows to recommending the 1-day duration of experiment.

Therefore, the advantages of the proposed bioassay method are its' rapidness, accessibility and sensitivity. The absence of specificity in such type of studies can be considered as a disadvantage. Howsoever, while screening for a wide range of pollutants, the lack of specificity can be attributed to the benefits.

1. *Relyea R. A.* The Impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities / Rick A. Relyea // Ecological Applications. – 2005. – 15(6). – P. 618-627.

2. *Koval V. V.* Dynamics of pesticide residues in the water for agricultural purposes in terms of Poltava / V. V. Koval V. A. Natalochka, S. K. Tkachenko, O. V. Minenko // Herald of Poltava State Agrarian Academy. - 2011. - № 1. - P. 22-26.

3. *Pisarenko V. M.* Agroecology / V. N. Pisarenko, P. V. Pisarenko, V. V. Pisarenko. - Poltava, 2008. - 255 p.

4. Bioassay as a method of assessing the quality of drinking water // National Library of Ukraine. - 2006. - № 10. - P. 54-57.

5. *Lyashenko O. A.* Bioindication and bioassay byotestyrovanye in the environmental / O. A. Lyashenko. - St. Petersburg: GTUPP, 2012. - 67 p.

6. *Vladimirov Y. A.* Free radicals in the living systems / Y. A. Vladimirov, O. A. Azizova, A. I. Deev // Results of science and technology. Biophysics. - Moscow: VINITI, 1991. - 274 p.

7. *Vasylkiv O. Yu.* Catalase activity as a potential vital biomarker of fish intoxication by the herbicide aminotriazole / Olga I. Kubrak, Kenneth B. Storey, Volodymyr I. Lushchak // Pesticide Biochemistry and Physiology. – 101 (1). – P. 1-5.

8. *Velichko A. K.* Laboratory methods for determination of total peroxide activity of destructive plant ferments / A. K. Velichko, V. B. Solovev, M. T. Gengin // News of Penza State Pedagogical University V. G. Belinsky. - 2009 - 14 (18). - P. 44-48.

# ПРОБЛЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ У СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

***Р. П. Дідула, Ю. Б. Блавацький***
*Приватне акціонерне товариство «Геотехнічний інститут», м. Львів*

# THE PROBLEM OF ORGANIZATION OF WATER SUPPLY RURAL AREAS IN THE MODERN CLIMATIC CONDITIONS

***R. P. Didula, Y. B. Blavatskyy***
*PJSC "Geotechnical institute"*

*The problem of water supply in rural areas has exacerbated in Ukraine. This is due to a number of natural and man-made factors. In this article emphasizes that climatic factor is one of the most important. Proved that in the next decade situation with water supply could worsen. Outlined a number of necessary steps that we recommend be taken for stabilize of situation.*

В даний час в Україні не приділяється достатньо уваги проблемі забезпечення населення водою питної якості. Наслідком цього є те, що у багатьох регіонах люди споживають воду, яка не відповідає вимогам до питних вод.

В останні 3-4 роки в багатьох регіонах України проблема із водопостачанням загострилась. Це пов'язано із комплексом факторів природного та антропогенного характеру. До антропогенних факторів належить збільшення споживання води у сільській місцевості, не конрольоване зростання рівня забрудненості підземних вод перших від поверхні водоносних горизонтів, зміна умов поповнення ресурсів підземних вод внаслідок господарської діяльності, фінансова неспроможність населення та місцевих громад вирішити цю проблему. Особливо це стосується депресивних регіонів, віддалених від великих міст та основних транспортних шляхів.

Збільшення водоспоживання викликане двома основними чинниками. Перший пов'язаний із зростанням вимог людей до умов життя. Якщо 20 років назад лише окремі будинки у сільській місцевості мали сантехнічні вузли, то тепер частка таких зросла. Другий – пов'язаний із відновленням сільськогосподарських підприємств, але тепер вже фермерського типу. Такі підприємства в умовах недостатнього природнього зволоження грунтів дотримуються сучасних технологій, котрі вимагають використання великої кількості води. Зросло також використання води у тваринництві.

Вищезгадані процеси мають великий вплив на якість підземних та поверхневих вод. Локальні очисні споруди в індивідуальних та фермерських господарствах дуже часто будуються без врахування заходів по захисту довкілля. Внаслідок чого у водоносні горизонти та поверхневі водойми потрапляють неочищені стічні води з великою кількість забруднюючих речовин. Фермерські господарства для підвищення врожайності використовують різноманітні добрива, отрутохімікати, а для відгодівлі тварин харчові добавки. В умовах відсутності належного контролю зі сторони держави, який обумовлений корупційністю державних органів влади та контролю, а також некомпетентністю кадрів відбувається неконтрольоване забруднення водойм і підземних вод. Ще одним однією причиною забруднення підземних поверхневих вод є несанкціоноване буріння практично на кожному приватному обійсті свердловини. Буріння здійснюється без проектної документації, часто некваліфікованими виконавцями, через що ці свердловини часто служать шляхами проникнення поверхневого забруднення у водоносний горизонт.

Все це відбувається в умовах змін клімату викликаних як природніми так і техногенними чинниками. В останні роки суттєво погіршилось відновлення ресурсів підземних вод внаслідок інфільтрації атмосферних опадів, що веде до виснаження запасів підземних вод. Рівні підземних вод та дебіти джерел в залежності від глибини залягання водоносного горизонту та характеру покривних відкладів реагують на опади та сніготанення із запізненням. Так на Полянському родовищі мінеральних вод це запізнення становить 14 днів [2], а на Стрілківському родовищі лише 6 днів [1]. Звичайно велике значення для живлення підземних вод має й кількість опадів, проте, як вказують результати багаторічних спостережень на родовищах підземних вод, максимально високі рівні підземних вод не завжди спостерігаються в роки максимальних опадів. Мають значення кількість опадів у попередні роки, сезонність та характер їх випадання.

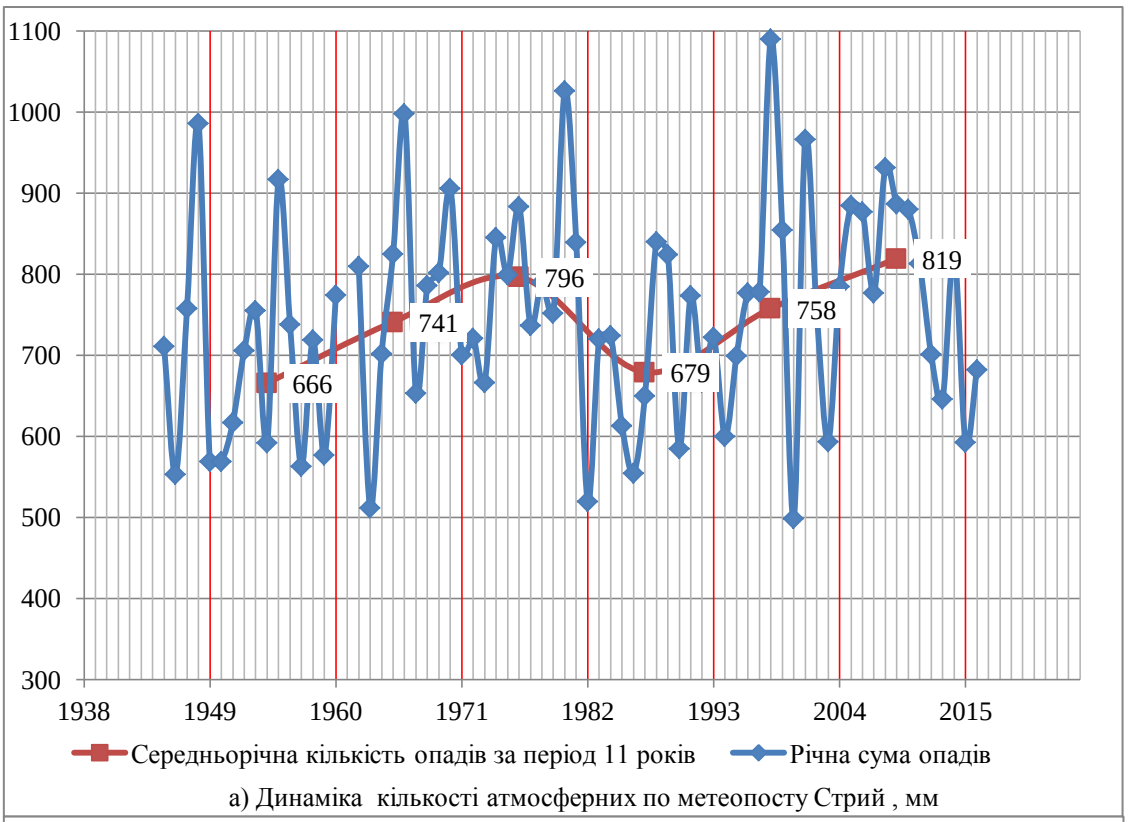
Варто зазначити, що за дослідженнями гідрологів [5] в останні десятиліття відбувся перерозподіл стоку річок України: частка снігового живлення знизилась і воно вже не дає переважну частку річного стоку. В той же час зросла частка підземного живлення у стоці річок. Наслідком таких змін стало вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку.

Аналіз багаторічного режиму опадів по метеопостах західної України показав, що кількість опадів має тенденцію до збільшення. Проте збільшення відбувається не лінійно, а має характер асиметричної синусоїди. За період 1945-2016 роки виділено два великих тридцятитрьохрічних періоди, котрі поділяються на три одинадцятирічні періоди. Впродовж двох менших періодів відбувається збільшення кількості опадів, а у третій період кількість опадів стає меншою ніж у двох попередніх, проте вона переважно є більшою ніж у аналогічний період попереднього тридцятитрьохрічного циклу (рис. 1 ). Як видно із графіків – зараз ми перебуваємо на початку маловодного періоду.

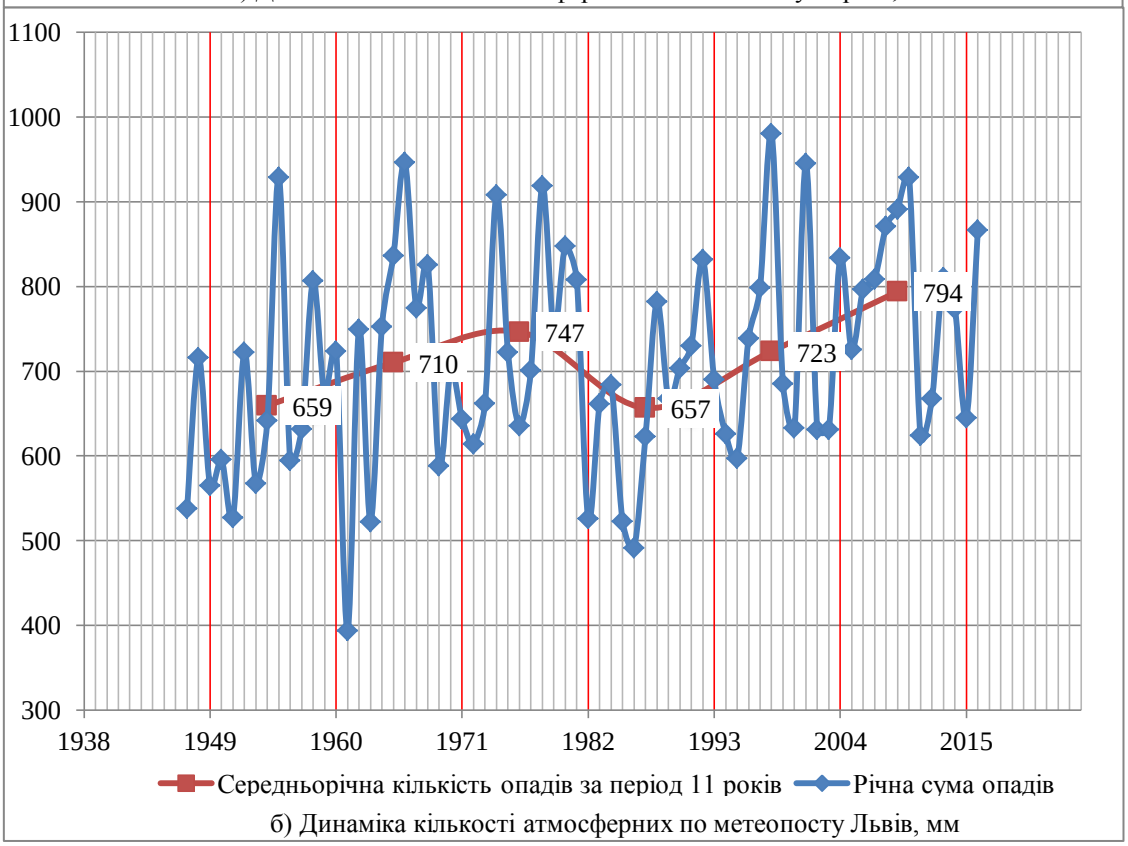
Головне значення в поповненні підземних вод мають зимово-осінні опади, які випадають у вигляді снігу і довготривалих затяжних дощів. Проте у різні роки та сезони процес поповнення підземних вод є дуже складним і визначається поєднанням великої групи кліматичних, геоморфологічних, геолого-гідрогеологічних факторів: сезонної та добової кількості опадів, інтенсивності їх випадання, тривалості дощів, температури повітря, глибини та тривалості промерзання грунтів, швидкості сніготанення, положення ділянки в рельєфі, розчленування рельєфу, літологічного складу покривних відкладів, гідрогеологічних умов ділянки, тощо.

Що стосується змін кількості опадів у зимовий період (листопад-березень), то аналіз багаторічного режиму опадів по метеопосту Стрий дозволив виділити певну циклічність їх динаміки (таблиця 1). Починаючи з 2001 року виділяються чотирьохрічні періоди, у яких після року із високою кількістю опадів у зимовий період йдуть три роки, кількість опадів у які на 18-43 % є нижчою. Так в останнє чотирьохріччя після багатого на опади у зимовий період 2013 року (249,1 мм) в наступні три роки кількість опадів у зимовий період становила 57- 72% від кількості в 2013 році. Наслідком цього у 2016 році були найнижчі рівні підземних вод у свердловинах та мінімальні дебіти джерел в межах західної частини України за останні десятиліття.

Беручи до уваги часові закономірності зміни кількості опадів, котрі добре видно на рис.1, можна очікувати, що за поточний одинадцятирічний період опадів буде менше ніж в середньому за кожен з двох попередніх періодів. Це може викликати ще більші зниження рівнів підземних вод та дебітів джерел. Особливо великими ці зниження будуть у маловодні за кількістю опадів роки, яким передуватимуть зими з малою кількістю опадів.




а) Динаміка кількості атмосферних по метеопосту Стрий , мм




б) Динаміка кількості атмосферних по метеопосту Львів, мм

Рис. 1 – Динаміка кількості атмосферних опадів по метеопостах Стрий і Львів

Таблиця 1 – Розподіл опадів у зимовий період за 2001-16 рр по метеопосту Стрий

| | Одиниця виміру | Роки | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **2001** | 2002 | 2003 | 2004 | **2005** | 2006 | 2007 | 2008 | **2009** | 2010 | 2011 | 2012 | **2013** | 2014 | 2015 | 2016 |
| Опади | мм | **242,9** | 227 | 163 | 176 | **233,7** | 208,1 | 191 | 192,4 | **242,4** | 200 | 207 | 172 | **249,1** | 169,1 | 142 | 179 |
| | %, від року максимальної водності | **100,0** | 93,3 | 67,1 | 72,4 | **100,0** | 89,0 | 81,8 | 82,3 | **100,0** | 82,6 | 85,2 | 70,8 | **100,0** | 67,9 | 57,1 | 72,0 |

Найбільш критичними за існуючої тенденції змін кількості опадів у зимовий період можуть бути високосні роки.

В таких умовах виникає необхідність створення державної програми фінансування організації централізованого водопостачання малих населених пунктів. Таке водопостачання можливо буде здійснити кількома способами. В першу чергу за рахунок існуючих великих водозаборів, котрі експлуатуються не на повну потужність. Другий варіант передбачає задіяння існуючих самовиливних свердловин, вода з яких даний час скидається без використання у річки та струмки, за умови, що за хімічним складом вона відповідає вимогам нормативних документів до питних вод [3, 4], або може бути до них доведена без великих затрат. Насамперед це стосується великої

існуючої тенденції змін кількості опадів у зимовий період можуть бути високосні роки.

В таких умовах виникає необхідність створення державної програми фінансування організації централізованого водопостачання малих населених пунктів. Таке водопостачання можливо буде здійснити кількома способами. В першу чергу за рахунок існуючих великих водозаборів, котрі експлуатуються не на повну потужність. Другий варіант передбачає задіяння існуючих самовиливних свердловин, вода з яких даний час скидається без використання у річки та струмки, за умови, що за хімічним складом вона відповідає вимогам нормативних документів до питних вод [3, 4], або може бути до них доведена без великих затрат. Насамперед це стосується великої кількості свердловин у Золочівському та Сокальському районах. Третій варіант – відновлення старих свердловин, котрі в даний час не використовуються, але є придатними до використання та знаходяться в добрих санітарних умовах і вода з яких відповідає вимогам до питної води. Третій варіант, очевидно найдорожчий, і передбачає буріння нових свердловин на високопродуктивні водоносні горизонти, де можливо видобувати воду питної якості. Вважаємо, що виконання даних рекомендацій дасть змогу забезпечити населення якісною питною водою та суттєво зменшить навантаження на перші від поверхні водоносні горизонти в межах населених пунктів.

Одночасно із організацією централізованого водопостачання, повинен здійснюватись контроль за охороною підземних та поверхневих вод. На нашу думку, потрібно значно більше уваги приділяти будівництву сучасних очисних споруд як для побутових так і промислових стоків. В іншому випадку, в недалекому майбутньому, кількість територій оголошених зоною екологічного лиха в Україні значно зросте.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ


1. *Блавацький Ю. Б.,Дідула Р. П.,Ільченко В.А. .Звіт про гідрогеологічні дослідження. Повторна геолого-економічна оцінка Стрілківського родовища мінеральних природних столових вод у Стрийському районі Львівської області. ПрАТ Геотехнвчний інститут. Львів, 2016. 138 с.*
2. *Блавацький Ю. Б.,Дідула Р. П.,Лещишин В. О. Звіт про гідрогеологічні дослідження. ,,Геолого-економічна оцінка ділянки питних підземних вод «Поляна Джерельна» Полянського родовища підземних вод у Свалявському районі Закарпатської області". ПрАТ Геотехнвчний інститут. Львів, 2014. 147 с.*
3. *ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затв. наказом МОЗ України № 400 від 12.05.96 К., 2010 р*
4. *ДСТУ 4808– 2007.Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Держспоживстандарт України. Київ, 2006, 63 с*
5. *Овчарук В. А., Траскова А. В.Статистичні параметри часових рядів максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2013.– Вип. 16.– С. 141-148.*

# МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМПЛЕКСУ ПЕРЕРОБКИ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВОД ПОЛІГОНУ ТПВ № 5 В С. ПІДГІРЦІ

***В.О. Євдокименко, В.І. Кашковський, Д.С. Каменських***
*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, м. Київ*

# COMPLEX PROCESSING MODERNISATION AND NEUTRALIZATION OF SEEPAGE WATER OF HARD DOMESTIC WASTES GROUND № 5

***V.O. Yevdokymenko, V.I. Kashkovskyy, D.S. Kamenskyh***
*Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

RESUME

*Hard domestic wastes have substantial unfavorable effect on ecological situation. The biggest danger is caused by filtrate - liquid products decomposition of organic domestic garbage. In IBPC of HAS of Ukraine it is created the technology and designed the process flowsheet of filtrate complete cleaning but it is also found the decision of concentrated remains problem. The received results have become the basis for feasability study: «The development of filtrate fastening process in practically insoluble hard state». The worked out approach includes the stages of the catalytic-oxidizing pre-cleaning of filtrate, its finishing cleaning by the system of reverse osmose and upcast through the bioplateau of the cleared water into the environment.*

Суттєвого негативного впливу на довкілля створюють звалища твердих побутових відходів (ТБВ). Особливо небезпечними є рідкі продукти розкладу органічної складової побутового сміття – так званий фільтрат, який за відсутності відповідних інженерних споруд потрапляє в ґрунтові води з відповідними наслідками. Серед багатьох методів, придатних для очищення фільтрату, найбільшого поширення набули мембранні технології, які забезпечують глибоку ступінь очищення, що дозволяє скидати очищену воду (пермеат) в оточуюче середовище. Отриманий після очищення продукт – концентрат, потребує спеціальних методів переробки.

Вочевидь, тільки комплексний підхід, який включає стадії відбору, очищення фільтрату та утилізації концентрату здатен вирішити дану екологічну проблему.

Необхідність реалізації даного підходу обумовлена ситуацією, що склалася на київському міському звалищу ТБО (полігон №5), де за відсутності ефективної системи очищення накопичено декілька сотень тисяч кубічних метрів високо мінералізованого (сухий залишок до 30 г/л) забрудненого солями важких металів (залізо, ртуть, свинець, мідь, марганець та ін.) та різними органічними сполуками фільтрату (ХСК до 20 г $O_2$ /л).

В свій час для очищення фільтрату було придбано і введено в експлуатацію обладнання німецької фірми «ROXI» продуктивністю 200 $м^3$/доба працюючого за принципом зворотного осмосу, кінцевими продуктами роботи якої є очищена вода та концентрат (30 $м^3$/доба). За умов постійної роботи установки об’єм концентрату становить 11000 $м^3$/рік та для збору якого побудоване озеро-накопичувач. Враховуючи необмежену розчинність концентрату в воді (атмосферні опади) на практиці спостерігається зростання його кількості. За такого підходу реалізується безкінечний цикл ***«фільтрат – зворотній осмос – концентрат – фільтрат».***

Очищення фільтрату на установці зворотного осмосу без попередньої

підготовки фільтрату призвело до швидкої втрати активності мембран. Тому головне завдання підготовки полягає в окисно-каталітичному очищенні фільтрату від зважених речовин, колоїдних частинок та органічних речовин. Без даного етапу ефективність роботи установки від проектної продуктивності на рік становила 35 – 40 %. Сильно забруднений фільтрат спричиняв виходу з ладу мембран, а це в свою чергу призводило до нестабільної роботи установки та зупинками на ремонти.

Мотивуючи вибір технологічної схеми очищення фільтрату потрібно враховувати реалії звалища: території, інфраструктури, обмежені можливості зворотньоосмотичної установки – сформовані нові вимоги до майбутніх очисних споруд на рівні 600 $м^3$ фильтрату/доба. Нами запропоновано і експериментально випробувано декілька підходів, направлених на зв'язування та знезараження фільтрату. Перший – це застосування тампонажних систем, які дозволяють перетворювати фільтрат в желеподібній стан, а через деякий час в твердий. Наступний спосіб – це застосування золи Трипільської ТЕС замість глини, яка за існуючими нормативами застосовується як ізолюючий шар, що дозволить щодоби утилізувати 100 $м^3$ фільтрату шляхом інфільтрації в золу. Встановлено, що зола таким чином зв'язує і утримує забруднення в своїй структурі, що забезпечить утилізацію до 30000 $м^3$ фільтрату/рік.

Отримані результати покладено в техніко-економічне обґрунтування **«Розробка процесу зв'язування фільтрату в твердий практично нерозчинний стан».**

# КОМПЛЕКСНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ВАТ «КАРПАТНАФТОХІМ» ЯК РЕАЛІЗАЦІЯ СУЧАСНИХ КОНЦЕПЦІЙ СИНТЕЗУ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

***О.І. Зінь, З.О. Знак, Р.Р. Оленич, В.А. Бойко***
*Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів*

# COMPLEX WASTEWATER TREATMENT FOR JSC "KARPATNAFTOKHIM" AS THE IMPLEMENTATION OF MODERN CONCEPTS OF SYNTHESIS OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS

***O.I. Zin, Z.O. Znak, R.R.Olenych, V.A. Boyko***
*Lviv Polytechnic National University, Lviv*

*Influence of efficiency of cleaning of flows is analysed on the economic indicators of production of basic product. On the basis of analysis of physical and chemical properties of existent flows complex solution of question of rendering of flows harmless is offered on the enterprise of "Karpatnaftochim". Influence of row of technological factorsis set on intensification of process of the mutual rendering of flows harmless.*

Технологічна ефективність та економічна доцільність функціонування будь-якого виробництва, передусім хімічного, ґрунтується на базових технологічних концепціях синтезу хіміко-технологічних систем. Ці концепції охоплюють такі: досягнення максимально можливих глибини й повноти перероблення сировини, максимальне використання теплоти екзотермічних процесів, максимальне використання відходів технологічних процесів та оптимальневикористання технологічного обладнання.

Комплекс водопідготовки й водоочищення є практично невід`ємною складовою чи не кожного потужного виробництва хімічної галузі. Очевидно, що й під час модернізації існуючих водоочисних систем або організації нових необхідним є дотримання зазначених вище концепцій. Одним із головних завдань функціонування комплексу водоочищення є забезпечення такого комплексу показників стічних вод, які дають змогу скидати їх у довкілля або подавати їх на глибоке очищення в комунальні очисні споруди. Очевидно, що функціонування такого комплексу потребує чималих витрат енергії та матеріальних ресурсів. У підсумку, усе це визначає собівартість кондиціювання стічних вод як цільового продукту відповідного технологічного процесу. Зрозуміло, що пошук нових способів та ефективних технологічних прийомів здійснення процесів очищення стоків дало б змогу не тільки забезпечити належні показники процесу, але й істотно зменшити відповідну статтю в калькуляції собівартості цільового продукту. Очевидно, що конкретні способи реалізації технологічних концепцій для кожного підприємства є особливими. Але спільним є однаковий метод, який полягає в тому, щоб проаналізувати фізико-хімічні властивості усіх викидів та стоків, що утворюються в різних технологічних процесах цього підприємства.

Яскравим прикладом такого технологічного підходу є вирішення проблем ефективного очищення стічних вод на ВАТ «Карпатнафтохім» м. Калуш.

Аналіз фізико-хімічних властивостей стічних вод, що утворюються на різних виробництвах цього підприємства дав змогу визначити два головні напрямки очищення стічних вод. Перший полягає у використанні антагоністичних за властивостями стічних вод. Другий – застосування інноваційного обладнання для інтенсифікації процесів очищення як кожного із видів стічних вод, так і їх суміші.

Перший напрямок з вибору технології очищення стічних вод. На цьому

підприємстві функціонує низка різнопланових виробництв, на яких утворюються принципово різні за складом стічні води. Так, під час виробництва каустичної соди та каустичної соди електролізом розчину натрію хлориду утворюються стічні води, що містять натрію гіпохлорит з концентрацією близько 40 г/дм$^3$. Обсяги цих стоків сягають 200 м$^3$/добу. У технологічних процесах виробництва речовин олефінового ряду формуються стоки, що містять органічні сполуки. Їх сумарний вміст виражають величиною хімічного споживання кисню (ХСК), що сягає 3500 мг О/дм$^3$, а їх витрата становить 6000 м$^3$/добу.

Зараз кожен із видів зазначених вище стічних вод очищають в окремому технологічному процесі. Органічні стоки очищають біологічним методом, що потребує значних об`ємів технологічного обладнання, дотримання необхідного співвідношення нутрієнтів, тривалого часу перебування й супроводжується утворенням надлишкового мулу, який також потребує перероблення. Гіпохлоритні стоки піддають термічному обробленню за присутності міді й нікелю нітратів й сульфатів як каталізаторів, внаслідок чого гіпохлорит розкладається до натрію хлориду й кисню.

Аналіз фізико-хімічних властивостей стоків обох видів дав змогу запропонувати новий спосіб їх очищення. Він полягає у взаємному знешкодженні одних стоків іншими, оскільки вони володіють різними окисно-відновними властивостями: гіпохлорити – сильні окисники; органічні стоки володіють відновними властивостями.

Дослідженням взаємодії гіпохлоритних та органовмісних стоків, виконане потенціометричним методом, встановлено, що в останніх містяться сполуки, що характеризуються різною відновною здатністю. Це виражається в тому, що на кривій титрування спостерігається декілька стрибків окисно-відновного потенціалу. Характер зміни редокс-потенціалу свідчить, як і слід було чекати, про те, що відновники є доволі слабкими, що притаманно для такого класу сполук.

Збільшення температури дає змогу інтенсифікувати процес окиснення органічних сполук. Температурний коефіцієнт дорівнює близько 2,5. Ураховуючи те, що утворені гіпохлоритні стоки мають температуру 35…40 $^0$С, цю теплоту доцільно використати для пришвидшення взаємодії із органічними стічними водами.

Установлено, що під час взаємодії обох видів стоків хлорзаміщені органічні сполуки не утворюються, що свідчить про екологічність застосування гіпохлоритних стоків як реагентів.

Другий напрямок – реалізація процесу очищення із застосуванням нового типу обладнання – струменевого гідродинамічного кавітатора. Попередніми дослідженнями встановлено, що істотно пришвидшити окиснення органічних сполук розчинами натрію гіпохлориту можна в кавітаційному полі. Його створювали за допомогою акустичного випромінювача ультразвукового діапазону (20 кГц) або гідродинамічного кавітатора струменевого типу. Застосування такого кавітатора забезпечує ефект суперкавітації, коли зона формування кавітаційного поля геометрично віддалена від генеруючи пристроїв, що різко зменшує ерозію обладнання.

Механізм інтенсифікуючої дії в кавітаційному полі полягає, перш за все, в розкладі гіпохлорит-іону з виділенням атомарного оксигену, який володіє дуже високою реакційною здатністю і належить до сильних окисників. В кавітаційному полі відбувається соноліз води як середовища з утворенням цілої низки хімічно активних частинок, що володіють високою окисною здатністю: атомарного кисню, озону, гідрогену пероксиду, гідроксильного та гідропероксидного радикалів тощо. Окрім того можлива часткова деструкція органічних сполук за

радикальним механізмом, що сприяє взаємодії органічних фрагментів з окисниками, які виникають в реакційному середовищі внаслідок реалізації явища кавітації.

Попередньо виконаними матеріальними розрахунками встановлено, що застосування відхідних розчинів натрію гіпохлориту дає змогу знешкодити не менше 50 % органовмісних стоків за практично повного перетворення гіпохлориту в нешкідливий натрію хлорид.

На підставі отриманих даних розроблено принципову схему технологічного процесу очищення частини органовмісних стоків відхідними розчинами натрію гіпохлориту.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ СПОЛУК ОКИСНОГО ХАРАКТЕРУ ПІД ЧАС КАВІТАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

***З.О. Знак, Ю.В. Сухацький, О.І. Зінь, Р.В. Мних, А.С. Лисенко***
*Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів*

# STUDY OF OXIDIZING COMPOUNDS PRODUCTION DURING CAVITATION TREATMENT OF WASTE WATERS

***Z.O. Znak, Yu.V. Sukhatskiy, O.I. Zin, R.V. Mnykh, A.S. Lysenko***
*Lviv Polytechnic National University*

*It was established the dependence of degree of water saturation by compounds with oxidizing properties, produced in cavitation field of hydrodynamic cavitator, from process conditions (time, temperature, multiplicity of water treatment, air flow at the entrance to cavitator). Optimal conditions for cavitation saturation process of preliminary deoxygenated water with oxygen are: the amount of air introduced into the water - 1.6...2 % vol.; the multiplicity of cavitation processing - 9...11. It was found that the saturation of water with oxygen firstly takes place during cavitation until reaching of equilibrium values. Only after this, an accumulation of oxidants in the environment, namely hydrogen peroxide, was detected. The concentration of hydrogen peroxide depends on cavitation method: the content of $H_2O_2$ in water, processed in hydrodynamic cavitator is twice more than in ultrasonic radiation treated water.*

Стан природних поверхневих водойм у значній мірі залежить від обсягів та складу стічних вод, які скидають комунальні та промислові підприємства. Стічним водам харчових підприємств, зокрема молоко- та м'ясопереробної галузі, виробництва олії тощо, притаманний високий вміст органічних сполук, які погано піддаються біодеградації. Значення біологічного споживання кисню (БСК) таких стічних вод часто не перевищують 50 % від хімічного споживання кисню (ХСК). Тому методи біологічного очищення зазначених стічних вод є мало ефективними. З тої самої причини інтенсивність процесів самоочищення природних водойм є недостатньою, а вміст органічних сполук, передусім, синтетичних зростає. Це спричиняє зміну складу природного водного середовища. Проблема забруднення природних водойм дедалі загострюється, оскільки переважна більшість підприємств зазначеного вище профілю взагалі не обладнана очисними спорудами.

Попередніми дослідженнями встановлено, що вміст органічних сполук можна істотно зменшити кавітаційно-флотаційним очищенням стічних вод. При цьому було виявлено, що під час збудження явища кавітації в середовищі утворюються сполуки з окисними властивостями. Вони здатні окислювати значну частину органічних сполук у стічних водах. Тому дослідження процесу генерування сполук-окисників у кавітаційних полях становить значний теоретичний і практичний інтерес.

Встановлено, що значення ступенів насичення попередньо деоксигенованої води киснем за ізотермічних та адіабатичних умов відрізняються незначно – у межах ±0,5 % (за однакових умов здійснення процесу). Це пов'язано з тим, що первинні продукти сонолізу генеруються всередині кавітаційних бульбашок, де значення тиску коливаються в межах $10^2 \ldots 10^3$ МПа, і дифундують у воду тільки після їх сплескування (рис. 1, залежність 1). У разі введення у воду перед кавітатором незначних кількостей повітря, що сприяє збудженню кавітації, приріст ступеня насичення води киснем дорівнює близько 11 % і сягає 83,5 % від максимально можливого (рис. 1, залежності 2 і 3). Збільшення вмісту повітря

понад 2 % об. не спричиняє істотного зростання ступеня насичення – зростає всього на 1,24 %, що пов'язано із встановленням абсорбційно-десорбційної рівноваги у системі "рідина – газ" за відповідної температури рідини (рис. 2).

Пошук оптимальних технологічних параметрів процесу насичення деоксигенованої води киснем здійснювали за схемою повнофакторного експерименту (ПФЕ).

Результати дослідження процесу насичення води киснем, виконаних згідно з матрицею планування ПФЕ і обчислені відхилення експериментальних значень функції відгуку від розрахованих подано у таблиці 1.

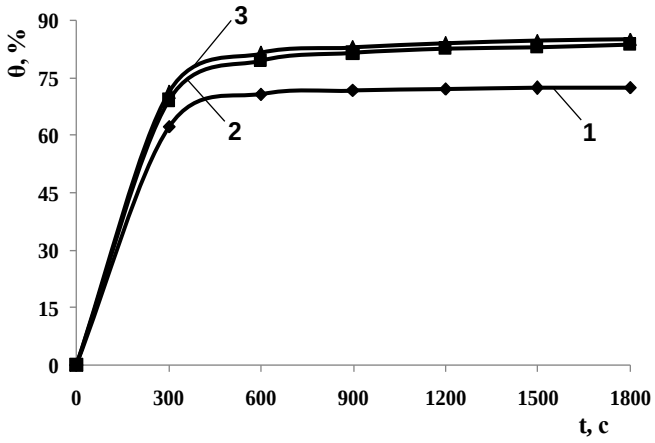



Рис. 1. Залежності ступеня насичення води киснем (θ, %) від тривалості кавітаційного оброблення (t, c);
вміст введеного у воду повітря (% об.): 1 – 0; 2 – 2; 3 – 3

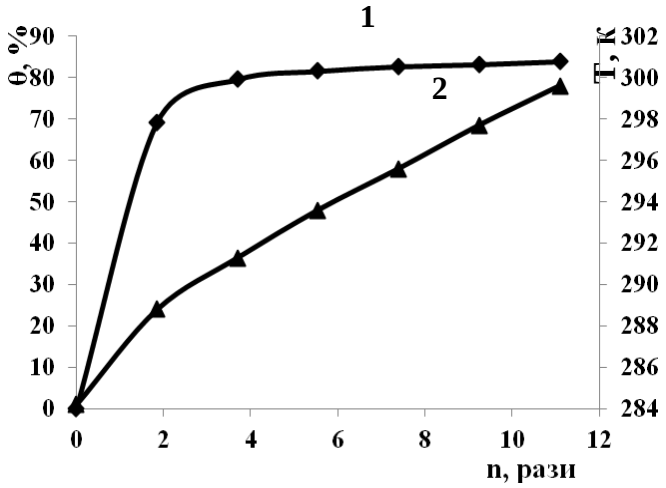



Рис. 2. Залежність ступеня насичення води киснем (θ, %) (1) і температури води (T, K) (2) від кратності кавітаційного оброблення (n, рази);
вміст введеного у воду повітря – 2 % об.

Для успішного перебігу процесів окиснення органічних сполук та флотації дисперсних частинок необхідно досягнути якнайбільшого ступеня насичення води киснем, який залежить від кількості введеного у воду повітря ($C_{пов}$, % об.) та кратності кавітаційного оброблення (n, рази).

Таблиця 1

**Результати дослідження процесу насичення води киснем, виконаних згідно з матрицею планування ПФЕ**

| № досліду | Фактори | | Ступінь насичення, % від макс. | | Відхилення, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | $C_{пов}$, % об. | n, рази | $\theta_{експ}$ | $\theta_{розр}$ | |
| 1 | 0 | 1,85 | 62,33 | 61,25 | 1,73 |
| 2 | 0 | 11,09 | 72,69 | 73,81 | 1,54 |
| 3 | 2 | 1,85 | 69,21 | 70,31 | 1,59 |
| 4 | 2 | 11,09 | 83,93 | 82,87 | 1,26 |

Встановлено, що оптимальні умови процесу кавітаційного насичення попередньо деоксигенованої води киснем знаходяться у площині значень кількості введеного у воду повітря – 1,6…2 % об. та кратності кавітаційного оброблення – 9…11.

Значення хіміко-акустичного ККД, розраховане як відношення енергії, витраченої на соноліз води, до енергії поглинутих акустичних коливань, що виникають внаслідок роботи приводу ГДСК дорівнює 0,066 %.

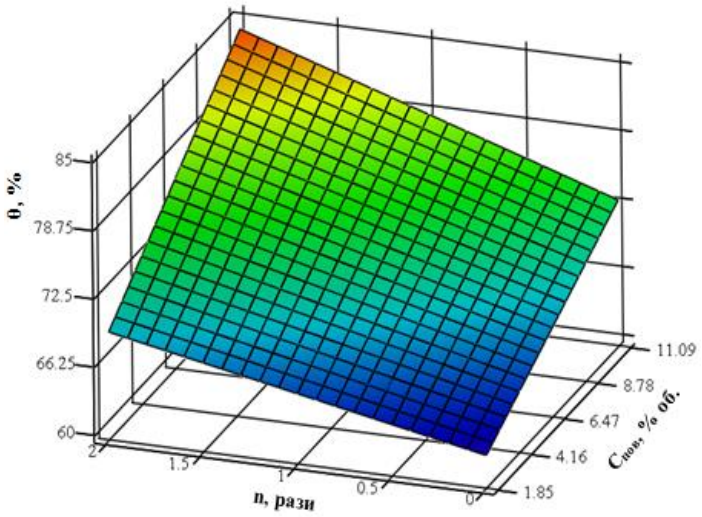



Рис. 3. Тривимірна діаграма залежності
$\theta = f(C_{пов}, n)$

Окрім кисню, під час кавітації генеруються інші сполуки окисного характеру ($HO^{\bullet}$, $HO_2^{\bullet}$, $O_3$, $H_2O_2$ тощо) [1]. Їх сумарний вміст визначали за різницею між ступенем насичення води киснем та іншими сполуками окисного характеру, визначеним методом йодометричного титрування за Вінклером, і ступенем насичення води киснем, виміряним за допомогою киснеміра EZODO 7031 (табл. 2). Наведені у табл. 2 ступені насичення води є рівноважними, оскільки разом з утворенням сполук окисного характеру відбувається як їх часткова десорбція (як у випадку $O_2$), так і деструкція (наприклад, $O_3$ і $H_2O_2$).

Із таблиці 2 видно, що зі збільшенням тривалості кавітаційного оброблення від 900 до 1800 с частка кисню зменшується на 16,72 % (від 100 до 83,28 %). Одночасно зростає частка інших сполук окисного характеру. Відсутність інших сполук окисного характеру впродовж початкових 15-ти хв. оброблення можна пояснити низькою чутливістю методу Вінклера.

Типовим продуктом рекомбінації радикалів, що утворюються внаслідок сонолізу молекул води, є гідрогену пероксид. Накопичення гідрогену пероксиду у пробах води, оброблених УЗ-випромінювачем та у ГДСК, є різним (рис. 3).

Таблиця 2

**Значення ступеня насичення води сполуками окисного характеру залежно від тривалості кавітаційного оброблення**

| Тривалість кавітаційного оброблення, с | Ступінь насичення води | | | Масова частка | |
|---|---|---|---|---|---|
| | сполуками окисного характеру, % від макс. | киснем, к % від макс. | іншими сполуками-окисниками, % від макс. | кисню, к % | інших сполук окисного характеру, % |
| 300 | 39,48 | 39,48 | 0 | 100,00 | 0 |
| 600 | 66,13 | 66,13 | 0 | 100,00 | 0 |
| 900 | 71,65 | 71,65 | 0 | 100,00 | 0 |
| 1200 | 74,49 | 72,17 | 2,32 | 96,89 | 3,11 |
| 1500 | 80,76 | 72,37 | 8,39 | 89,61 | 10,39 |
| 1800 | 87,28 | 72,69 | 14,59 | 83,28 | 16,72 |

.

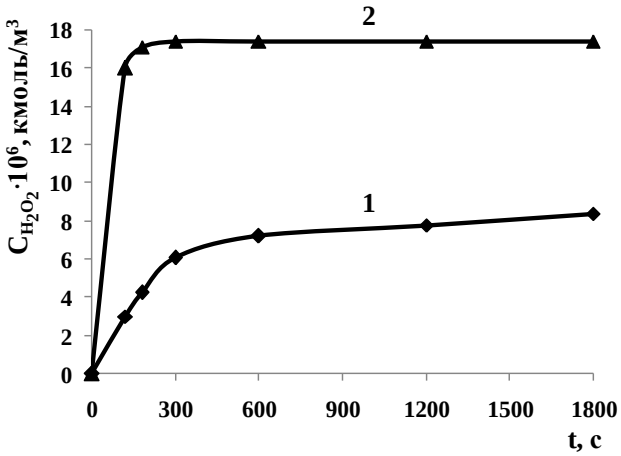



Рис. 3. Залежності концентрації гідрогену пероксиду ($C(H_2O_2)\cdot10^6$, кмоль/м$^3$) від тривалості кавітаційного оброблення проб води (t, c):
1 – УЗ-випромінювачем; 2 – у ГДСК

Впродовж перших 300 с вміст $H_2O_2$ у пробі, обробленій УЗ-випромінювачем, зростає від 0 до $6{,}09\cdot10^{-6}$ кмоль/м$^3$. За аналогічний проміжок часу вміст $H_2O_2$ у пробі, обробленій у ГДСК, становить $17{,}41\cdot10^{-6}$ кмоль/м$^3$, що у 2,86 рази більше, ніж в УЗ-випромінювачі. Це, очевидно, свідчить про вищу інтенсивність кавітаційних процесів у гідродинамічному кавітаторі. Однак впродовж наступних 1500 с (період – 300…1800 с кавітаційного оброблення) вміст $H_2O_2$ у воді, обробленій у ГДСК, не змінюється, а у воді, обробленій УЗ-випромінювачем, зростає на $2{,}32\cdot10^{-6}$ кмоль/м$^3$ (на 38 %) – від $6{,}09\cdot10^{-6}$ до $8{,}41\cdot10^{-6}$ кмоль/м$^3$. Це зумовлено більшими як швидкістю руйнування водневих зв’язків між молекулами води у кластерах, так і інтенсивністю процесу сонолізу в ГДСК.

Загалом, порівняння вмісту $H_2O_2$ у пробах після 30-ти хв. кавітаційного оброблення, свідчить про більшу вдвічі інтенсивність процесу сонолізу води у ГДСК, ніж під час використання УЗ-випромінювача.

Отримані результати свідчать про те, що у кавітаційних полях у чистому водному середовищі відбувається утворення й накопичення впродовж певного часу продуктів сонолізу води з окисними властивостями. Оскільки до цих

продуктів належать й проміжні – радикальної природи, то за присутності у водному середовищі, зокрема стічних водах, органічних сполук, відбуватиметься їх окиснення. Процесу окиснення безумовно сприятиме й те, що завдяки явищу кавітації органічні сполуки спочатку деструктуватимуть з утворенням проміжних фрагментів радикальної природи. Очевидно, що це сприятиме як пришвидшенню процесу окиснення, так і його поглибленню – до утворення стабільних продуктів окиснення – води і $CO_2$.

За присутності у водному середовищі органічних сполук, як зазначалось, утворені внаслідок кавітації сполуки з окисними властивостями витрачатимуться. Це спричинить зміщення рівноваги у системі процесів «утворення окисників – кавітаційна деструкція окисників» у бік їх утворення, а, отже, і інтенсифікації окиснення органічних сполук у стічних водах.


1. *Маргулис М.А. Основы звукохимии (химические реакции в акустических полях): учеб. пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов / М.А. Маргулис. – М.: Высшая школа, 1984. – 272 с.*
2. *Маргулис М.А. Звукохимические реакции и сонолюминесценция /М.А. Маргулис. – М.: Химия, 1986. – 288 с.*

# ВИКОРИСТАННЯ ФОТОБІОЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

***Л.С. Зубченко***

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*

# APPLICATION OF PHOTOBIOELECTROCHEMICAL SYSTEMS FOR DAIRY WASTEWATER TREATMENT

***L. Zubchenko***

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

*The possibility of photobioelectrochemical systems operation, as a stage of dairy wastewater treatment technology, is demonstrated. Based on the experimental results it is shown high COD removing with simultaneous hydrogen generation. The analysis of dairy wastewater composition allowed predicting high productivity of photobioelectrochemical system. For enhancing the overall hydrogen production rate it is recommended to combine bioelectrochemical systems with other anaerobic method.*

Виробництво молока та молокопродуктів є однією з найпотужніших гілок харчової промисловості в Україні. В цій галузі налічується понад 300 підприємств, розміщених в усіх областях [1].

Основним відходом молочної промисловості є рідкі відходи, які утворюються в процесі виробництва продукції та миття обладнання, крім цього можуть містити сироватку фільтрати та розсоли від приготування сирів тощо, знезаражуючі агенти, детергенти, поверхнево-активні речовини, каустичну соду тощо [2, 3]. Широкий асортимент продукції, який потребує різних технологічних ліній та особливості технологічного процесу спричиняють коливання складу та витрат стічних вод.

Стічні води підприємств харчової промисловості характеризуються високим вмістом органічних речовин: білків, вуглеводів, жиру та високими значеннями ХСК, БСК та концентрації завислих речовин [2, 3]. Високий вміст лактози та молочного жиру, які важко піддаються біологічній деструкції часто створює проблему при очищенні таких стоків [4].

Усереднені значення основних показників забруднення стічних вод молочної промисловості наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Узагальнена характеристика стічних вод молочної промисловості [5]

| Показник | Значення |
|---|---|
| ХСК | 600-8500 мг$O_2$/л |
| БСК5 | 300-4800 мг Ог/л |
| азот загальний | 20-168 мг/л |
| лактоза | 0,04 – 0,25 %, |
| протеїн | 0,075 – 0.26% |
| жир | 0,01 – 0,15 % |
| pH | 4,5 – 8 |
| температура | 16 – 33 °C |

Відношення вмісту карбону до азоту коливається в межах 7-8, що близько до оптимального значення для проведення анаеробного процесу.

Високі концентрації органічних речовин у стоках роблять їх придатними для біологічного очищення, проте також роблять потенційно небезпечними для навколишнього середовища [2 – 7]. Потрапляння рідких відходів підприємств молочної промисловості у водойми без попереднього очищення спричиняє забруднення води, впливає на екосистеми та порушує природну рівновагу. За відсутності запобіжних заходів з часом водойми стають непридатними для господарської діяльності, змінюється їх кисневий режим та відбувається повна деградація їх біоценозів.

Для багатьох підприємств проблема поводження з рідкими відходами стоїть особливо гостро через відсутність очисних споруд, або їх моральну застарілість.

Типова технологія очищення стічних вод молочної промисловості включає: стадії механічного очищення, аеробне очищення в спорудах біологічного очищення, доочищення на фільтрах або біофільтрах, знезаражування. Для очищення висококонцентрованих вод до показників, які дозволяють скидати води у водойми часто необхідно влаштовувати кілька ступенів аеробного очищення. Високі концентрації органічних речовин у стічній воді потребують не лише усереднення, а і розбавлення стоку перед подачею в аеротенки.

Важливим показником очищення стічних вод молокозаводів є видалення сполук азоту. Висока концентрація органічних забруднюючих речовин призводить до сповільнення процесів окиснення амонійного азоту та подальшого його перетворення, через активний розвиток гетеротрофних мікроорганізмів, які конкурують з нітрифікуючими мікроорганізми за кисень [2].

Для зниження концентрації органічних забруднень перед аеробним очищенням та для підвищення ефективності процесу видалення азоту використовують різноманітні анаеробно-аеробні технології, які передбачають влаштування однієї чи кількох анаеробних стадій, що передують аеротенку[2, 5 – 7].

Перевагами аеробного процесу очищення стічних вод є:

- низькі затрати енергії, в порівнянні з аеробним, оскільки не використовується аерація і інтенсивне перемішування;
- можливість отримання біоводню, використання якого дозволить частково покрити енергетичні витрати підприємства;
- менша кількість надлишкового активного мулу (при анаеробному процесі утворюється на 70% менше надлишкового активного мулу);
- відсутність піноутворення, що може виникати в аеротенках.

Метанове бродіння є найбільш поширеним аеробним процесом, який використовують в водоочищенні, проте біогаз, який отримують в результаті цього процесу містить велику кількість домішок, зокрема $CO_2$, $H_2S$. Продукти, що утворюються при метановому бродінні є ще досить енергоємними і можуть бути важкоокиснюваними.

Альтернативою метановому бродінню є біоелектрохімічні та фотобіоелектрохімічні системи, типу мікробних паливних елементів (рисунок).

В таких системах використовують мікроорганізми різних родів (які відносять до узагальненої групи екзоелектрогенів), які окиснюють органічні речовини в процесі анаеробного дихання, внаслідок якого відбувається перенесення електронів на зовнішньоклітинні акцептори (анод біоелектрохімічної системи) та вивільнення протонів в зовнішнє середовище. Через зовнішнє електричне коло, електрони переходять на катод системи де відбувається їх

рекомбінація з протонами, внаслідок чого утворюється молекулярний водень. Водень, який виділяється в біоелектрохімічних системах є практично вільний від домішок за умови розділення анодної та катодної камери.

Метою дослідження було показати можливість використання фотобіоелектрохімічної системи, як однієї з анаеробних стадій в технологічній схемі очищення стічних вод молочної промисловості.

Для дослідження використовували біоелектрохімічну систему, додатковим джерелом енергії для якої слугував фотоелектрохімічний паливний елемент. Така комбінована фотобіоелектрохімічна система є незалежною від зовнішніх джерел енергії.

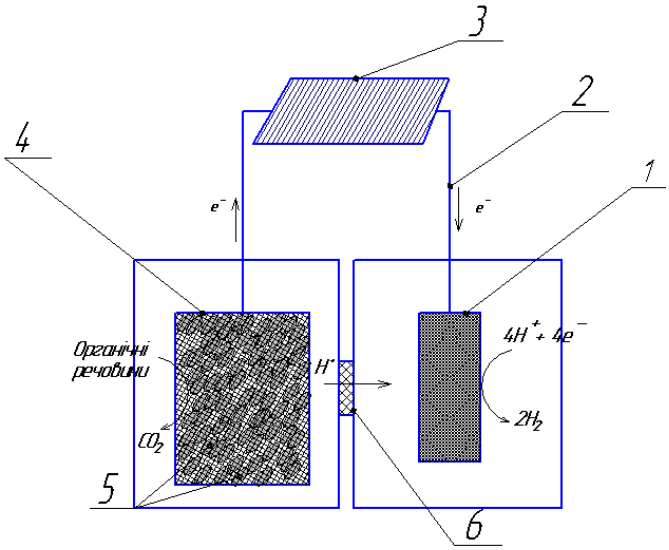



Рис. 1 – Схематичне зображення фотобіоелектрохімічної системи: 1 – катод, 2 – провідний дріт, 3 – фотоелемент, 4 – біоанод, 5 – мікроорганізми на аноді, 6 – протонобмінна мембрана.

Дослідження проводили у двокамерній фотобіоелектрохімічній системі з протообмінною мембраною Nafion за використання модельної стічної води молочної промисловості. Як анод використовували електрод з вуглецевої тканини (180 см$^2$), закріплений на титановому струмовідводі, як катод – електрод з вуглецевої тканини покритий нанорозмірними частинками колоїдної платини. Батарею кремнієвих фотоелектрохімічних елементів приєднували послідовно в електричне коло, задля досягнення необхідного електрохімічного потенціалу для відновлення водню на катоді.

Використовували модельну стічну воду з ХСК = 1200 мг$O_2$/дм$^3$, 2000 мг$O_2$/дм$^3$, 3000 мг$O_2$/дм$^3$, приготовану на основі фосфатного буферного розчину наступного складу г/дм$^3$: $KH_2PO_4$ – 1.50, $K_2HPO_4$ – 2.19, $NH_4Cl$ – 0.31, KCl – 0.13, $(NH_4)_2SO_4$ – 0.45, з додаванням слідових розчинів вітамінів та мінеральних компонентів. Формування біоплівки проводили за методикою приведеною в [8, 9].

Результати експерименту приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 Ефективність виділення водню при очищенні модельної стічної води молочної промисловості

| Початкове значення ХСК, мг$O_2$/дм$^3$ | Тривалість експерименту, діб | Ефективність видалення ХСК, % | Максимальний вихід $H_2$, г$H_2$/гХСК |
|---|---|---|---|
| 1200 | 9 | 94,5 | 0,01 |
| 2000 | 12 | 95,5 | 0,01 |
| 3000 | 14 | 94 | 0,0045 |

В усіх експериментах спостерігалася висока ефективність видалення ХСК. Для більш концентрованих стічних вод для досягнення високого рівня видалення ХСК необхідно збільшити тривалість культивування.

Вихід водню був відносно високим для стічної води зі значенням ХСК 1200 та 2000 мг$O_2$/дм$^3$ і майже вдвічі нижчим для ХСК – 3000 мг$O_2$/дм$^3$. Ймовірно, це пов'язано з активним розвитком мікроорганізмів, які не мають екзоелектрогенної здатності, проте присутні у біоплівці.

Найвищий вихід водню спостерігався у перші кілька діб культивування 2–3 доба для ХСК – 1200 мг$O_2$/дм$^3$ і 2– 4 доба для ХСК – 2000 мг$O_2$/дм$^3$.

Результати дослідження показують можливість використання фотобіоелектрохімічних систем у складі технологічних схем очищення стічних вод молочної промисловості, як один з перших анаеробних етапів.

Аналіз залежності виходу водню від тривалості культивування для менш концентрованих стічних вод (ХСК – 1000 – 2000 мг$O_2$/дм$^3$) показує, що задля отримання високого виходу водню та ефективного зниження значення ХСК, доцільно використовувати фотобіоелектрохімічну систему на першому етапі анаеробного очищення з відносно короткою тривалістю перебування стічної води в системі (до продуктивності системи по водню) з подальшим очищенням в інших спорудах біологічного очищення.

Для більш концентрованих стічних вод необхідно попередньо проводити іншу анаеробну стадію (наприклад метанове бродіння) для зниження показника ХСК.

Використання фотоелектрохімічного елемента, як додаткового джерела енергії для фотобіоелектрохімічної системи робить її енергетично незалежною. Водень, що виділяється в фотобіоелектрохімічній системі практично не містить домішок і може бути використаний для задоволення енергетичних потреб підприємства.

*Література*

1. Пономаренко А.С. Молочна галузь україни: проблеми та перспективи розвитку / А.С. Пономаренко // «Young Scientist». – 2015. –№ 12 (27). – Part 3. – С. 169–175.

2. Саблій Л.А. Очищення стічних вод молокозаводів від сполук азоту /Л.А. Саблій, С.Д. Бойчук // Комунальне господарство міст. Науково-технічний збірник – 2013. – № 107. – С. 236 – 243

3. One C. Characteristics of the untreated wastewater produced by food industry / C. One // Analele Universităţii din Oradea, Fascicula:Protecţia Mediului. – 2010. – Vol. XV.– P. 709 – 714.

4. Поштаренко А. В. Вплив харчової промисловості на екологічну безпеку природних вод / А. В. Поштаренко. // Проблеми екологічної біотехнології. – 2015. – № 2. Електронний ресурс: –Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb._

5. Семенова, О. І. Очищення стічних вод молокопереробних підприємств / О. І. Семенова, Л. І. Танащук, Т. Л. Ткаченко // Вода і водоочисні технології. – 2004. – № 4.:

6. Treatment of Dairy Processing Wastewaters // Waste Treatment in the Food Processing Industry// Edited by C.Yapijakis, Y.T. Hung, H. H. Lo, L. K. Wang – CRC Press – 2005. – P. 1 – 28.

7. Wastewater treatment in the dairy processing recovering energy using anaerobic technology industry // Technology for water EnviroChemie. – Електронний ресурс: Режим доступу: https://www.environmental-expert.com/articles/whitepaper-wastewater-treatment-in-the-dairy-processing-recovering-energy-using-anaerobic-technology-640640. – 2016.

8. Зубченко Л.С. Особливості отримання водню в фотобіоелектрохімічній системі за використання стічної води молочної промисловості /Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти: матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (26-28 жовтня 2016 р., м. Київ)/ Уклад. М. Козар. – К.:НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2016. – 200 с. – С. 94–96.

9. Zubchenko L., Kuzminskiy Ye. Characteristics of biofilm formation process in the bioelectrochemical systems, working in batch-mode of cultivation / L. Zubchenko, Ye. Kuzminskiy // Chem. Chem. Technol. – 2017. – Vol. 11. – №. 1. – P. 105–110.

# СТВОРЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ШЛЯХОМ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ

***Н.Е. Журавська***
*КНУБА, Київ*

# CREATING RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES BY THE MEANING OF MAGNETIC TREATMENT OF WATER AND AQUEOUS SOLUTIONS

***N. Zhuravska***
*KNUBA, Kiyv*

*Проаналізовано підходи до існуючих наукових гіпотез впливу магнітного поля на молекули води. Відзначено особливості омагніченої води, які можливо використати в багатьох сферах життєдіяльності на прикладі енергетиці. Застосування технологій з використанням омагніченої води сприяє економії та збереженню ресурсів Землі, а також є рішенням багатьох екологічних питань, пов'язаних з життєдіяльністю організмів.*

В світі існують великі проблеми з енергетичними ресурсами, які в недалекому майбутньому слід очікувати і щодо використання чистої питної води. В той же час способи теплопостачання та водопостачання майже не змінились і потребують вдосконалення та використання передових технологій.

Для підвищення ефективності водяних систем теплопостачання пропонується перехід на системи з оптимізованим терморегулюванням та безреагентною обробкою води в електромагнітних полях з використанням попереднього очищення та пом'якшення води до стану питної води. Відповідно до існуючих наукових гіпотез під час дії магнітного поля на молекули води відбувається зміна «спіну» протонів ядер цих молекул із звільненням деякої частини молекулярної енергії. Це призводить до руйнації кластерів води і перетворення в омагнічену воду (рідини з неврівноважених молекул $H_2O$). Молекули омагніченої води мають тенденцію до активної взаємодії з іншими речовинами та, внаслідок малих розмірів мономолекул, до активного зростання швидкості дифузійних процесів переносу такої води, в тому числі в ультрамікропорах капілярно-пористих тіл, в які звичайна вода не може проникнути. Відмічені особливості омагніченої води викликають великий інтерес не тільки в науковому середовищі, а й у працівників різних галузей: енергетиці, будівництві, легкій та важкій промисловості, сільському господарстві, охороні здоров'я та інших.

Проблемами теорії та практики застосування магнітної обробки води займаються з 50-х років минулого сторіччя [1, 2, 3, 4, 5]:

- в енергетиці основна увага приділялась проблемам очищення від накипу теплообмінних поверхонь котлів, теплообмінників та трубопроводів;
- в будівництві основна увага приділялась виробництву будівельних матеріалів: цементного каменю, бетону, гіпсу, цегли тощо – для забезпечення екологічно-безпечного середовища для людей;
- в сільському господарстві основна увага зосереджена на використанні значного збільшення інтенсивності дифузійного переносу омагніченої води для зволоження насіння та при поливі;
- в технологіях текстильного виробництва використовується результат значного збільшення інтенсивності дифузійного переносу води та водних розчинів в колоїдних капілярно-пористих тілах;
- в процесах охорони здоров'я використовується здатність омагніченої води, крові тощо на руйнування відкладень на внутрішніх поверхнях судин.

**Застосування магнітної обробки води в енергетиці.** Значні витрати в

енергетиці пов'язані з організацією видалення стічних вод. Магнітна обробка стічних вод дає наступний ефект: полегшується видалення стічних вод, поліпшується робота біохімічних споруд, скорочується кількість стічних вод [1].

Іншою значеною проблемою в енергетиці є утворення накипу. Накип утворюється в парових котлах, охолоджувальних системах та інших теплоенергетичних апаратах на поверхні нагріву чи охолодження у результаті фізико-хімічних процесів. Накип призводить до збільшення витрат на прокачування теплоносія внаслідок збільшення гідравлічного опору мережі, погіршує тепловіддачу в теплообмінних апаратах, через що знижується їх ефективність та загалом зменшує термін експлуатації означених систем.

Одним з ефективних засобів для запобігання утворення накипу є магнітна обробка води. При магнітній обробці води накип утворюється не на поверхні нагріву (наприклад, поверхні труби), а в масі самої води. Утворений при цьому осад (шлам) може бути видалений при продувці. Позитивні результати магнітної обробки води в даній сфері були отримані за умов застосування води зі значним вмістом карбонату кальцію, який є основним компонентом накипу та міститься в 80% річок та озер.

Першими оцінили можливість та перспективи застосування методу магнітної обробки води академік П.А.Ребиндер та професор Б.В.Дерягін. Освоєння цього методу почав у Харківському інженерно-економічному інституті В.І.Міненко (1956 р.) та інші. В 1957 р. Алма-Атинський завод важкого машинобудування розробив та виготовив апарат з використанням електромагніту, який отримав розповсюдження в промислових котельнях.

У Франції та Німеччині також вивчався вплив омагніченої води на кристалізацію солей кальцію та магнію. Проведені ними дослідження також продемонстрували, що застосування омагніченої води призводить до відшаровування відкладень накипу.

Широкий спектр технологій магнітної обробки води був зроблений українською компанією «Воталі». На сьогоднішній день впровадження систем, розроблених даною компанією, знайшло ефективне застосування в теплорегенеруючих системах: котельнях, теплових пунктах та іншому теплообмінному обладнанні. Це дозволило:

- зменшити споживання газу;
- скоротити електроспоживання насосами;
- виключити додаткові втрати тепла в теплообміннику в процесі довгострокової експлуатації;
- скоротити витрати на ремонтно-відновлювальні роботи;
- вирішити екологічні проблеми за рахунок зниження шкідливих викидів в атмосферу, а також запобігання стоків при проведенні комплексів заходів зхімводопідготовки;
- зберегти к.к.д. усіх котлів і теплообмінників в процесі довгострокової їх експлуатації.

По економічній складовій впровадження систем з використання магнітної обробки води є різні дані. В Україні за даними Донбасенергорічна економія від використання систем з магнітною обробкою води в прямоточних системах охолодження склала 60 тис. грн. В РФ системи з магнітною обробкою води на Новосибірський ТЕЦ-2 та Ростовській ТЕЦ окупили себе повністю в перші 4 місяці використання.

В сучасній текстильній промисловості технологія процесу обробки матеріалу пов'язана звикористанням значної кількості води (до 30 т води на 1 т матеріалу), значних витрат енергоресурсів (потрібні для процесів термічної обробки води, нагрівання, пароутворення) та великої кількості оброблених

хімічних композицій.

В 1960-х рр. академік П.М.Соложенкін запропонував використовувати магнітну обробку водних розчинів для інтенсифікації процесів покрашення текстильних матеріалів. В 1980-х рр. М.І. Давідзоном було теоретично та експериментально підтверджено можливість активації водних систем магнітними та електромагнітними полями. Дослідження електромагнітної обробки водних систем Івановським університетом, а також іншими ВУЗами, показали можливість скорочення часу обробки текстильних матеріалів. В результаті досліджень була розроблена відповідна апаратура, яка була впроваджена на підприємствах текстильної та трикотажної промисловості. Виявилось, що активована електромагнітним полем водна система, не тільки сприяє інтенсифікації процесів масопереносу з розчинів, а й впливає на міцність вовняного волокна (вона зростає). Проведені роботи по використанню магнітної обробки води дозволили значно знизити витрати на хімічні та енергетичні ресурси, тобто підвищити енергоефективність процесів виробництва, знизити екологічні та техногенні безпеки в системах технічного водопостачання [6, 7].

**Висновок.** Аналіз впливу омагніченої води на протікання процесів в різних сферах її застосування вказує на недостатньо глибоке вивчення залежностей впливу параметрів магнітного поля на результати описаних технологій її застосування. Перші кроки в цьому напряму були зроблені автором при проведенні досліджень та розробки енергоефективної технології систем теплопостачання з обробкою води в електромагнітних полях високочастотним імпульсним магнітним полем, отриманим із застосуванням апарату «Іліос-М» фірми «Воталі». Після попереднього пом’якшення та очищення шляхом обробки води в полях постійного електричного струму при різницях потенціалів між електродами $U \leq 3В$, для досягнення $pH \leq 6,0$, з наступним очищенням у сміттєвідвіднику та подальшою безреагентною обробкою води, з допомогою електромагнітів з частотою магнітного поля 0,9 кГц та індукцією 0,23-0,43 Тл, досягнуто зниження витрат палива на 10%. Економія за рахунок очищення від забруднення внутрішній поверхні приладів опалювальних та трубопроводів теплової та електричної енергії (за рахунок зменшення потужності насосів) за час експлуатації складає економію сумісно до 33%.

1. *Миненко В.И.* Магнитная обработка водно-дисперсных систем / В.И. Миненко. – К. : Техніка, 1970. - 168 с.

2. *Классен В. И.* Вода и магнит / В.И. Классен. – М. : Наука, 1973. - 112 с.

3. *Тебенихин Е.Ф.* Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике / Е.Ф. Тебенихин, Б.Т. Гусев. – М. : Энергия, 1970. – 144 с.

4. *Стукалов П.С.* Магнитная обработка воды / П.С. Стукалов, Е.В. Васильев, Н.А. Глебов. – Л. : Судостроение, 1969. – 192 с.

5. *Pople I.A.* Molecular Associationin Liquids. II. A Theory of the Structure of Water // Proc. R. Soc. Ser. A. - 1951. – V. 205. – N 1081. – P. 163–178.

6. *Давидзон М.И.* Электромагнитная обработка водних систем в текстильной промышленности / М.И. Давидзон. - М. : Легпромбытиздат, 1988. – 178 с.

7. *Журавская Н.Е.* Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная // Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: Способы создания безопасной среды для жизнедеятельности человека, (Брянск, 14–16 мая 2014 ) / Брянск: Изд-во БГИТА, 2014. – С.122-124.

# АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ МУЛУ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД У ВЕРТИКАЛЬНІЙ СУШАРЦІ

***Т. В. Іванишин, Я. М. Гнатишин***
*Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

# AUTOMATION OF THE DOMESTIC WASTEWATER SILT DRYING PROCESS IN A VERTICAL DRYER

***T. V. Ivanishin, J. M. Hnatyshyn***
*National forestry University of Ukraine, Lviv*

*У статті розглянуто напрями автоматизації технологічного процесу сушіння мулу побутових стічних вод. Запропоновано структуру адаптивної системи автоматичного керування основними параметрами, що визначають якість технологічного процесу.*

*The article considers the directions of technological drying automation process of activated sludge domestic wastewater. The proposed structure of an adaptive system of automatic control of the main parameters that determine the quality of the flow of the process.*

**Вступ**. Сьогодні на території України кількість накопиченого осаду, що утворюється після фізико-хімічного та біологічного очищення побутових стічних вод, перевищує *5 млрд. т* [1]. На мулових полях, площа яких сягає *272 га*, лежить *9 млн. м*$^3$ осаду та мулу. Щодоби на очищувальних спорудах неперервно накопичується понад *9 тис. т* осаду та надлишкового активного мулу, а в межах країни щорічний приріст біомаси активного мулу складає *3 млн. т* нових осадів.

**Актуальність теми**. Катастрофічне зростання масштабів утворення й накопичення мулу в результаті очищення стічних вод, що призводить до відчуження нових територій, забруднення довкілля та порушення екологічної безпеки й погіршення умов життя населення, є сьогодні дуже гострою проблемою [1]. Тому назріла нагальна потреба в модернізації наявних способів та розробленні нових технологій утилізування мулу стічних вод, що дасть змогу розширити спектр його застосування в господарській діяльності.

**Матеріали дослідження.** Сьогодні поширені різні методами утилізування осаду, серед яких: гравітаційне ущільнення, флотація, анаеробне зброджування, аеробна стабілізація, компостування, сушіння на мулових майданчиках, вакуум-фільтрація, фільтр-пресування, теплове оброблення, центрифугування, термосушіння. Але найбільш перспективним способом оброблення надлишкового активного мулу є його термічне сушіння [2], завдяки якому досягається стабілізація (або мінералізація), зневоднення (зменшення об'єму) і знезараження осаду. Під час перероблення мулу в продукти, що використовуються в промисловому виробництві та теплоенергетиці, він має ряд переваг [3]:

– фізико-хімічні технології утилізування осадів вимагають використання речовин, які самі можуть викликати забруднення;

– термооброблення надлишкового активного мулу гарантує отримання негниючого та знезараженого продукту;

– висушений мул має невеликий фракційний склад і добре перемішується з ґрунтом та мінеральними добривами;

– у порівнянні з механічно зневодненим, висушений мул зменшується в об'ємі в *2-25* разів і легко гранулюється;

– сушіння мулу в “м’якому” режимі дає змогу отримувати суху речовину, яка за харчовими цінностями близька до кормових дріжджів;

– з попередньо висушеного активного мулу до вологості *5-10 %* зручно виготовляти активоване вугілля;

– суміш висушеного мулу з вугіллям можна успішно використовувати як паливо;

– сухий мул застосовують як флокулянт для згущення суспензій і як добавка для виробництва будівельних матеріалів та цементному виробництві.

**Результати дослідження**. Одним із способом термічного оброблення активного мулу є його конвективно-кондуктивне сушіння, ефективність якого забезпечує розроблена конструкція вертикальної протипотокової сушарки барабанного типу [4]. Сушарку, як об’єкт автоматичного керування, можна зобразити у вигляді структурної моделі, зображеної на рис. 1.1, *а*. На ній представлено основні групи параметрів (факторів, дій), що визначають стан устаткування в будь-який момент часу, але через свою, стохастичну природу значно ускладнюють формалізацію процесу сушіння мулу. До вхідних параметрів слід віднести: масу мулу, що завантажується в сушарку $G_м$; в’язкість вхідного продукту $\mu_м$; початкову температуру газів, що поступають в сушарку з паливні $\Theta_{пг}$ (*600 – 800 °С*); кут нахилу відбивних елементів (лопатей) $\alpha$; швидкість обертання вала сушарки $\omega$.

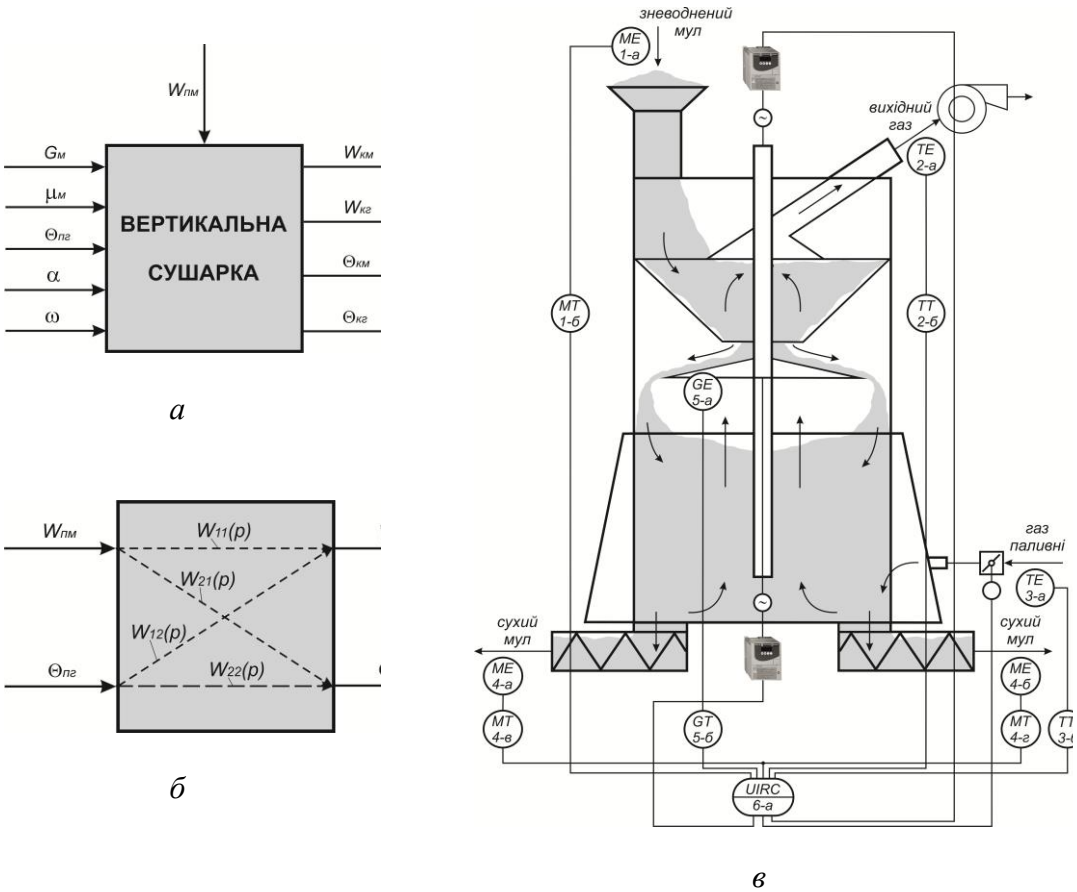



Рисунок 1.1 – Структурні моделі (*а*, *б*) та функціональна схема автоматизації (*в*)
конвективно-кондуктивної сушарки для сушіння активного мулу.

Випадковим збурювальним фактором, що піддається вимірюванню але є некерованими і викликає в системі похибки регулювання, є початкова вологість

мулу $W_{пм}$, що подається в сушарку (не повинна перевищувати $W_{пм} \leq 50$ %).

Керовані параметри є наслідком сумарного впливу вхідних і збурювальних параметрів на якість сушіння й визначаються режимами технологічного процесу, характеризуючи його стан. Сюди можна віднести: кінцеву вологість висушеного мулу $W_{км}$ ($W_{км} \leq 10$ %), кінцеву вологість агента сушіння (газу) $W_{кг}$; кінцеву температуру висушеного мулу $\Theta_{км}$; кінцеву температуру агента сушіння $\Theta_{кг}$ ($\Theta_{кг}$ = 180 – 250 °C).

Зі структурної моделі (рис. 1.1, *а*) видно, що сушарка має властивості багатоємнісного, багатомірного, багатозв'язаного та нестаціонарного об'єкта автоматичного керування з перехресними взаємозалежними зв'язками між визначальними факторами, що діють через сам об'єкт і змінюються в часі стохастичним чином. Саме ці властивості ускладнюють задачу побудови загального алгоритму автоматизованого керування технологічним процесом з метою стабілізації або програмної зміни будь-якого параметра, чи його оптимізації залежно від умов функціонування устаткування й можливостей технічних засобів автоматизації.

Вхідні фактори $\alpha$ і $\omega$ відображають конструктивні особливості сушарки. Параметри $G_м$, $\mu_м$ і $\Theta_{пг}$ можна вважати постійними, а вихідні фактори $W_{кг}$ і $\Theta_{км}$ несуть опосередковану інформацію про процес сушіння. Тому для побудови системи автоматичного керування (*САК*) сушаркою можна розглядати спрощений варіант її структурної моделі з двома вхідними $W_{пм}$ і $\Theta_{пг}$ та двома регульованими параметрами $W_{км}$ і $\Theta_{кг}$, зображену на рис. 1.1, *б*. За вибраними каналами регулювання параметрів об'єкт автоматизації можна представити аперіодичною ланкою (інерційною ланкою першого порядку) та ланкою чистого запізнення:

$$\Delta W_{км}(p) = W_{11}(p)\Delta W_{пм}(p) - W_{12}(p)\Delta\Theta_{пг}(p) = \frac{k_{11}e^{-p\tau_{11}}}{T_{11}p+1}\Delta W_{пм}(p) - \frac{k_{12}e^{-p\tau_{12}}}{T_{12}p+1}\Delta\Theta_{пг}(p),$$

$$\Delta\Theta_{кг}(p) = -W_{21}(p)\Delta W_{пм}(p) + W_{22}(p)\Delta\Theta_{пг}(p) = -\frac{k_{21}e^{-p\tau_{21}}}{T_{21}p+1}\Delta W_{пм}(p) + \frac{k_{22}e^{-p\tau_{22}}}{T_{22}p+1}\Delta\Theta_{пг}(p),$$

де $W_{11}(p)$, $W_{12}(p)$, $W_{21}(p)$, $W_{22}(p)$ – передавальні функції сушарки за каналами регулювання вихідних параметрів;

$k_{11} = \frac{\Delta W_{пм}(p)}{\Delta W_{км}(p)}$; $k_{12} = \frac{\Delta\Theta_{пг}(p)}{\Delta W_{км}(p)}$; $k_{21} = \frac{\Delta W_{пм}(p)}{\Delta\Theta_{кг}(p)}$; $k_{22} = \frac{\Delta\Theta_{пг}(p)}{\Delta\Theta_{кг}(p)}$ – коефіцієнти передачі об'єкта за каналами регулювання;

$\tau_{11}$, $\tau_{12}$, $\tau_{21}$, $\tau_{22}$ – величина транспортного запізнення;

$T_{11}$, $T_{12}$, $T_{21}$, $T_{22}$ – постійні часу об'єкта за каналами регулювання.

У такому разі для стабілізації вихідних параметрів процесу сушіння мулу $W_{км}$ і $\Theta_{кг}$ можна застосувати *САК* (рис. 1.2) з двома незалежними (автономними) системами автоматичного регулювання (*САР*). У такій *САК* величина параметрів регулювання $W_{км}$ і $\Theta_{кг}$ задається вхідними значеннями $W_{кмз}$ і $\Theta_{кгз}$ та підтримується постійною на всьому інтервалі процесу сушіння. Завдяки введенню в структури автономних контурів регулювання з регуляторами $W_{p1}(p)$ і $W_{p2}(p)$ додаткових зовнішніх зв'язків з коректувальними ланками $W_{к2}(p) = W_{21}(p)/W_{22}(p)W_{p2}(p)$ та $W_{к1}(p) = W_{12}(p)/W_{11}(p)W_{p1}(p)$ забезпечується повна або часткова компенсація

перехресних міжфакторних збурювальних взаємовпливів.

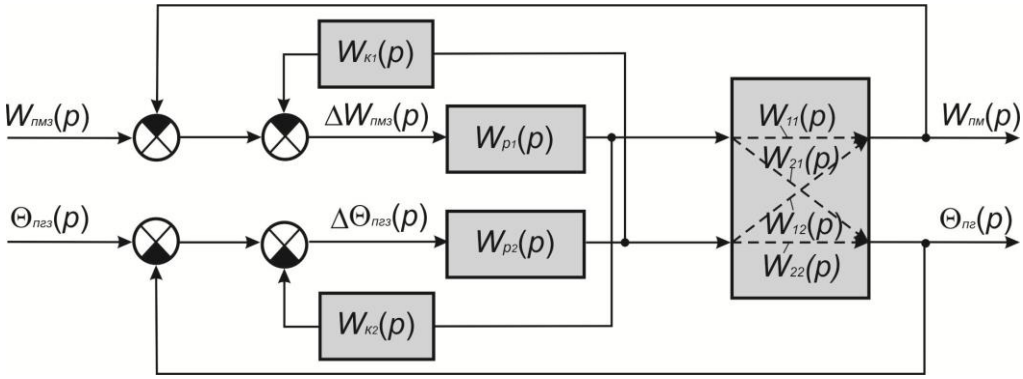



Рисунок 1.2 – Структурна схема автономних *САР* процесом сушіння мулу.

Але в кінцевому випадку оптимальним варіантом автоматизації процесу сушіння активного мулу є розроблення адаптивної *САК* на базі мікропроцесорного регулятора *UIRC*, функціональна схема якої показана на рис. 1.1, *в*. На вхід регулятора поступають сигнали від давачів температури *TE* вхідних та вихідних газів, давачів вологості *ME* зневодненого та висушеного мулу, давача кута нахилу *GE* лопатевих елементів.

Згідно з надходженням інформації імовірнісного характеру про вологість висушеного мулу та температуру агента сушіння, мікропроцесорний регулятор неперервно регулюватиме положення виконавчого механізму подачі гарячих газів з паливні та змінюватиме кут нахилу лопатей і швидкість обертання вала з лопатями шляхом частотного керування їх автономними електроприводами, стабілізуючи значення вихідних параметрів.

**Висновки**. Запропоноване автоматичне керування процесом сушіння надлишкового мулу дає змогу реалізувати загальну концепцію розвантаження переобтяжених мулових площадок на комунальних підприємствах, частково вирішити проблему утилізування осадів та забезпечити повторне використання відходів очисних споруд у промисловості і сільському господарстві, що розширює сировинну базу країни та збільшує масштаби виробництва.

## Список літератури


1. Електронний ресурс: http://vermis-group.com.ua/publ/pererobka_mu-lu_ta_osadu_stichnikh_vod_v_visokojakisni_organichni_dobriva_ta_kormovi_dobavki_dlja_tvarinnictva/1-1-0-25.
2. Електронний ресурс: http://stud.com.ua/27781/.../obrobka_utilizatsiya_osa-du_stichnih.
3. Електронний ресурс: http://budmayster.pp.ua/2826-utilzacya-opadv-pobu-tovih-stchnih-vod.html.
4. А. с. 1663351 СССР. Сушилка мелких фракций древесины /Я. М. Гнатышин и др. – опубл. 15.03.91, Бюл. № 15.

# ДО ПРОГРАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ НА 2017-2020 РОКИ

***І.В. Коваленко[1], М.Р. Подольський[2]***

*[1]Департамент розвитку та експлуатації ЖКГ Львівської облдержадміністрації*
*[2]Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України*

*Стратегією розвитку Львівської області на період до 2020 року передбачено розбудову комунальної інфраструктури та благоустрій сільських населених пунктів. В даній роботі розглянуто засади програми водопостачання та водовідведення населених пунктів Львівської області на 2017-2020 роки.*

# ABOUT THE PROGRAM OF WATER SUPPLY AND WASTEWATER REMOVING FOR RURAL SETTLEMENTS IN LVIV REGION FOR THE YEARS 2017-2020

***I.V. Kovalenko[1], M.R. Podolskyy[2]***

*[1]Department for development and operation of* HCS *Lviv regional state administration*
*[2]Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine*

*Strategy of Lviv region till 2020 provides for the development of municipal infrastructure and improvement of rural settlements. In this article the principles of the program of water supply and wastewater removing for localities of Lviv region for the years 2017-2020 are presented.*

**Проблема розвитку сільських територій в Україні.**

За даними дослідження, яке проведено в рамках проекту Підтримки політики регіонального розвитку в Україні [1], сьогоднішній стан розвитку сільської місцевості є вкрай низьким:

- рівень оплати праці в сільському господарстві складає 69% від середнього в економіці;
- переважає зайнятість в особистих селянських господарствах;
- 23% сільських домогосподарств мають грошові доходи, нижчі за прожитковий мінімум;
- у структурі грошових доходів 34,8% складають соціальні виплати;
- рівень відносної бідності у сільській місцевості у 2013 році становив 34,1 %, що у 1,7 рази вищий ніж у міських поселеннях;
- тільки 26% сільських дітей охоплені дошкільним вихованням;
- рівень смертності у сільській місцевості значно перевищує цей показник у містах, у тому числі внаслідок бідності, відсутності регулярної диспансеризації та кваліфікованої медичної допомоги, догляду;
- знижується рівень соціального капіталу, а громадський рух задля вирішення сільських проблем майже нерозвинений;
- тільки 31,5% сільського житлового фонду забезпечений централізованим водопостачанням;
- зростає кількість неорганізованих звалищ побутових, промислових та інших відходів, а викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення у сільському господарстві зрівнянні з викидами при добуванні металевих руд;
- більшість сіл стає непривабливими для проживання, як наслідок, в результаті процесів міграції та депопуляції частка сільського населення в населенні країни зменшилася з 33,02% у 2001 році до 31,36% у 2013 році.

Причини виникнення таких проблем знайшли відображення у Державній цільовій програмі розвитку українського села на період до 2015 року [2], затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2007 р. № 1158 (Офіційний вісник України, 2007, № 73, ст. 2715). Незважаючи на існування цієї програми та низки галузевих програм, не вдалося не тільки зупинити деградацію сільських територій, а й усунути причини такої деградації.

Головною проблемою для розвитку сільських територій є ототожнення політики підтримки сільського господарства з політикою сільського розвитку. Облаштування сільської місцевості як сфери життя, зайнятість поза межами сільськогосподарського виробництва, формування системи мотивацій до розвитку соціально відповідального бізнесу у сільській місцевості, розвиток сіл та спроможності територіальних громад сіл, селищ самостійно вирішувати більшість власних проблем – все це або залишалося поза межами державної політики, або увага до цих проблем обмежувалася деклараціями. Фактичне фінансування розвитку сільської інфраструктури в рамках виконання Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року складало у різні роки від 0,67% до 20% від запланованих видатків.

Нова парадигма державної регіональної політики, в тому числі розвитку сільських територій, закріплена у нормативно-правових актах та стратегічних планувальних документах, зокрема у базовому законі України «Про засади державної регіональної політики» та Державній стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року [3], яка визначила стратегічне бачення та мету регіонального розвитку України до 2020 року.

Вказані проблеми розвитку сільських територій та шляхи їх вирішення в Україні також характерні і для сільських поселень Львівської області.

**Стратегією розвитку Львівської області на період до 2020 року** передбачено основні стратегічні цілі серед яких 4. Розвинуте село з операційними цілями 4.1. Економіка та 4.2. Соціальні стандарти із завданням 4.2.3. Розбудова комунальної інфраструктури та благоустрій населених пунктів.

На сьогодні у Львівській області з 1928 населених пунктів системи централізованого водопостачання обладнано менше 50%. У понад 80% сільських поселень відсутні мережі водовідведення та очистки стоків, що призводить до неконтрольованого забруднення водних ресурсів і негативно впливає на екологію довкілля в сільській місцевості. Особливої уваги та індивідуальних технологічних рішень потребують гірські населені пункти і селища поблизу санаторно-лікувальних закладів та заповідно-рекреаційних територій.

Враховуючи важливість систем водопостачання, водовідведення та очистки стоків для збалансованого, в тому числі екологічного, розвитку сільських територій та покращення рівня життя сільських мешканців доцільно запровадити обласну програму Водопостачання та водовідведення населених пунктів Львівської області на період 2017–2020 роки на засадах:

- відкритості і доступності для сільських громад;
- економічної ефективності проектних рішень;
- екологічності для сільських територій;
- енергоефективності технологій та обладнання;
- використання надійних довготривалих матеріалів і комплектуючих;
- відповідальності місцевого самоврядування за розвиток територій;
- співфінансування проектів з місцевого та державного бюджетів.

Вказана програма міститиме:

1. Мету програми – підвищення ефективності та надійності функціонування об’єктів водопостачання, водовідведення та очистки стоків, забезпечення якісного водопостачання сільським мешканцям, покращення

екологічних показників на сільських територіях, впровадження сучасних енергоефективних технологій і обладнання, будівництво нових систем водопостачання, водовідведення та очистки стоків для населених пунктів області.

2. Основні завдання та заходи реалізації Програми.

2.1. Основні завдання:

– систематизація даних про наявність та стан об'єктів водопостачання, водовідведення та очистки стоків в населених пунктах області;

– розроблення типових проектів влаштування систем водопостачання, водовідведення та очистки стоків з врахуванням кількості мешканців / домогосподарств, особливостей території (гірська, курортна, рекреаційна, з об'єктами соцкультпобуту тощо);

– розроблення проектно-кошторисної документації для модернізації та розвитку систем водопостачання, водовідведення та очистки стоків для сільських населених пунктів;

– покращення екологічних показників навколишнього природного середовища на сільських територіях з врахуванням очистки стоків від побутового водокористування та підприємницької діяльності;

– збільшення частки сільського населення, яке забезпечено централізованим водопостачанням якісних водних ресурсів та системами водовідведення та очистки стоків;

– зростання рівня технологічного оновлення комунального господарства для стійкого регіонального розвитку сільських територій та впровадження інноваційних енергоефективних технологій.

2.2. Основні заходи:

– проведення обстеження на наявність та стан об'єктів водопостачання, водовідведення та очистки стоків в населених пунктах області;

– опрацювання типових інноваційних екологічних довготривалих рішень елементів систем водопостачання, водовідведення та очистки стоків для сільських населених пунктів;

– розроблення проектно-кошторисної документації для модернізації сільських комунальних об'єктів;

– реконструкція існуючих та будівництва нових систем водопостачання, водовідведення та очистки стоків в населених пунктах області;

– оперативне управління виконанням програми, узагальнення досягнутих результатів і розповсюдження отриманого позитивного досвіду.

Для виконання зазначених заходів територіальні громади забезпечують належне управління, утримання та ефективну експлуатацію об'єктів водопостачання, водовідведення та очистки стоків в населених пунктах області, що перебувають у їх комунальній власності.

3. Показники досягнення мети та моніторинг виконання Програми.

Показниками досягнення мети програми слугуватимуть конкретні дані про здійснення заходів програми та виконання відповідних проектів.

Моніторинг виконання програми проводитиметься спільно департаментом розвитку та експлуатації житлово-комунального господарства обласної держадміністрації та органами місцевого самоврядування територіальних громад з оприлюдненням показників на веб-сторінці програми та в засобах масової інформації.

4. Обсяги та джерела фінансування Програми.

Фінансове забезпечення реалізації Програми здійснюється за рахунок коштів обласного та місцевих бюджетів, а також інших джерел, не заборонених чинним законодавством.

Співфінансування з місцевих бюджетів та державного бюджету

визначатиметься для конкретних проектів і становитиме 10–20% з бюджетів сільських та селищних громад і 80–90% з державного бюджету.

Обсяги фінансування Програми визначаються під час затвердження (уточнення) показників місцевих бюджетів та фондів регіонального розвитку державного бюджету на відповідний рік.

Перелік об’єктів, який пропонується для фінансування на відповідний рік, формується департаментом розвитку та експлуатації житлово-комунального господарства облдержадміністрації у відповідності до Порядку конкурсного відбору інвестиційних проектів в рамках реалізації заходів програми водопостачання та водовідведення населених пунктів Львівської області на період 2017–2020.

*Література:*

*1. Проект Підтримка політики регіонального розвитку в Україні (EuropeAid/132810/C/SER/UA).*

*2. Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2007 р. № 1158). Офіційний вісник України, 2007, № 73, ст. 2715.*

*3. Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 6 серпня 2014 р. № 385).*

# ОЧИЩЕНЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦІЇ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ

***О.Г. Курилець, З.О. Знак, В.О. Васійчук, Л.В.Савчук Л.В., Р.Р.Оленич***
*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

# WASTEWATER WATER BY COAGULATION DAIRY PLANTS IN THE ULTRASONIC FIELD

***O.G. Kurylets, Z.O. Znak, V.O. Vasiichuk, L.V. Savchuk, R.R. Olenych***
*Lviv Politechnik National University*

*It is proposed to conduct effluent dairy enterprises using chemical methods, including the action of acids followed by coagulation in the presence of oxidizing agent and the use of ultrasound as a method of intensification. Effective coagulant is FeSO4, while oxidant - hydrogen peroxide.*

Молокопереробні підприємства є одними з найпоширеніших у галузі перероблення сільськогосподарської продукції і відіграють важливу роль у харчовій промисловості України. Середні витрати води на таких підприємствах залежать від потужності заводу, асортименту його продукції тощо і можуть сягати від 20 до 2000 м$^3$ на добу. Після проходження основних та допоміжних технологічних стадій виготовлення харчової продукції утворюються стічні води, які різняться за витратою, концентрацією і вмістом забруднювачів переважно органічної природи. Вміст органічної складової у таких стоках має значний діапазон коливань: хімічне споживання кисню (ХСК) становить 1000–5000 мг $O_2$/дм$^3$, біохімічне споживання кисню (БСК) – 700–3700 мг $O_2$/дм$^3$, вміст загального Нітрогену становить від 20 до 170 мг/дм$^3$. Діапазон змін pH середовища від 3,6 до 10,4, температури – від 15 до 35°С. Для очищення таких стічних вод молокопереробні підприємства у кращому випадку оснащені спрощеною системою біоочищення (первинний відстійник – аеротенк – вторинний відстійник). Існуючі на заводах системи біологічного очищення зазвичай не ефективні, оскільки не розраховані на такі висококонцентровані стоки. Проте доволі часто система очищення повністю відсутня і стічні води скидають безпосередньо у довкілля, завдаючи значної шкоди природним екосистемам. Питання очищення є важливою системною проблемою молочної промисловості, яка потребує нагального вирішення. Для цього доцільно не змішувати стоки, які суттєво різняться за ХСК, а здійснюватися їх локальне очищення перед скиданням у міську каналізацію, або скеруванням на остаточне біологічне очищення.

Для очищення стічних вод промислових підприємств застосовують такі методи: механічні (відстоювання, фільтрування); хімічні (окиснення, нейтралізація, коагуляція, флокуляція); фізико-хімічні методи (флотація, сорбція, екстракція, електрохімічні); біологічні а також комбіновані та інші. Використання класичних методів очищення є більш ефективне при застосуванні інтенсифікуючих засобів (обробки ультразвуком, магнітним полем, ультрафіолетом, теплової, електричним полем, струмом високої частоти) [1,2].

Стоки молочних підприємств є багатокомпонентними і складними. У процесі зберігання вони можуть змінювати свої властивості. У літературі наведено багато методів розділення таких систем. Вибір методу залежить, у першу чергу, від дисперсності твердих частинок, їх природи, ступеня гідратованості тощо. До складу молока у значній кількості входить білок. Осадження білків (денатурація) відбувається під впливом різноманітних органічних і неорганічних речовин та інших чинників. Денатурація

білка пов'язана з глибокими внутрішньомолекулярними змінами його будови. Це приводить до втрати білком розчинності, біологічної активності тощо. Деякі чинники, які зумовлюють денатурацію білків, наведені в таблиці.

Під час денатурації поліпептидний ланцюг звертається і перетворюється в невпорядкований, хаотичний клубок, який можна відділити осадженням.

Теплова денатурація є одним із характерних ознак білків, але для різних білків температурна денатурація різна. Білки тваринного походження термолабільні: їх денатурація починається уже за 40 $^0$С і швидко зростає з підвищенням температури. Але відомі білки, які стійкі до нагрівання; серед них α-лактоглобулін молока.

*Таблиця*

Хімічні та фізичні чинники, які спричиняють денатурацію білків

| Хімічні чинники | Фізичні чинники |
|---|---|
| Кислоти і луги<br>Сполуки елементів важких металів<br>Органічні розчинники<br>Отрути рослинного й тваринного походження<br>Сечовина у високих концентрація | Теплота (висока температура)<br>Ультрафіолетове опромінення<br>Рентгенівське й радіоактивне опромінення<br>Механічний вплив (наприклад, вібрація) |

Ультразвукові хвилі викликають денатурацію за рахунок як механічного впливу, так і теплових ефектів. Ефективними хімічними агентами денатурації білків є кислоти і луги.

Аналізуючи наведені методи дійшли висновку, що значний інтерес представляє застосування хімічного методу, зокрема дією кислот і лугів, з наступною коагуляцією і застосуванням ультразвукових випромінювань як методу інтенсифікації процесу.

Експериментальні дослідження проводили на імітаті молочних стоків, який готували на основі молока “Біла лінія” з жирністю 2,5%. Початкове ХСК їх становило 1500…1600 мг $O_2$/дм$^3$ , а pH 6,3.

Методом pH–метричного титрування досліджуваної системи було встановлено, що у слабокислому середовищі спостерігається потенціометричний стрибок, що відповідає ізоелектричній точці за pH 4,2. Тобто є можливість освітлення суспензії у слабокислому середовищі.

Для коригування pH стоків досліджували дію таких кислот: хлоридної, сульфатної, ацетатної і лимонної. Ортофосфатну не використовували через високу вартість і можливість вторинного забруднення нею очищених стоків. Найкращі результати отримали за використання хлоридної кислоти.

Для дослідження процесу пластівцеутворення та вилучення твердої фази з вихідної суспензії як коагулянти були використані солі Алюмінію(III), Феруму(II) та Феруму(III), а саме: $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3{\cdot}6H_2O$, $FeSO_4{\cdot}7H_2O$ (1 та 10 %) та флокулянт ПАА. Проведені експериментальні дослідження виявили, що впродовж 240 хвилин жодних змін у системі для усіх досліджуваних коагулянтів не відбулось. Абсолютно в усіх дослідах після внесення коагулянту, незалежно від дози, суспензія залишилась седиментаційно стійкою. Тобто у слабокислому середовищі імітату молочних стоків самостійно коагулянти не працюють, тому була необхідність введення додаткових реагентів, які спричинять до розділення системи. Таким реагентом (окисником) є перекис водню.

Встановлено, що збільшення кількості доданого окисника однозначно покращує процес очищення стоків. У разі застосування коагулянту феруму(II) сульфату сумісно з перекисом водню ступінь очищення дорівнював 96,9 %.

Ультразвукове оброблення системи «стічна вода–коагулянт–окисник» дає змогу зменшити дозу окисника (гідрогену пероксиду), пришвидшити процес

освітлення суспензії; при цьому досягнуто величини ХСК освітленого розчину, що дорівнює 570 мг$O_2$/дм$^3$. За такого значення ХСК освітлені стічні води можна скеровувати на біологічне очищення.

Отже, на підставі результатів проведених досліджень запропоновано здійснювати очищення стічних вод молочних підприємств їх послідовним підкисленням, введення коагулянту ($FeSO_4$) та окисника (водню пероксиду) з подальшим обробленням утвореної системи акустичними випромінюваннями ультразвукового діапазону.

*1. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. д. т. н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. - М.: Аква-Терм, 2007. - 240 с.*

*2. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды / Л.А. Кульский. - К.: Наукова думка, 1991. - 568 с.*

# УМЯГЧЕНИЕ ЖЕСТКОЙ ВОДЫ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ И УТИЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАВШИХСЯ ПРИ ЭТОМ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ

***Алексей Мафтуляк *, Наталия Окопная **, Надежда Бондаренко ****
** Институт химии Академии Наук Молдовы*
*** Международный Свободный Университет Молдовы (ULIM)*

# SOFTENING OF HARD WATER BY CHEMICAL MEANS AND UTILIZATION OF SOLID PRECIPITATES FORMED AT THE SAME TIME

***Maftuleac Alexei*, Ocopnaya Natalia** and Bondarenko Nadejda****
** Institute of Chemistry, Academy of Sciences of Moldova*
*** International Free University of Moldova*

**Abstract**

*In the Republic of Moldova there are two rivers of great economic importance: the Prut and the Dniester. But their water is hard, so it should be softened. In the process of chemical softening, significant amounts of carbonate precipitation are formed which must be disposed somehow. In this paper, the chemical characteristics of the tap water of the city of Chisinau and of the precipitation formed because of its hardness, and examples of the use of these carbonate wastes to produce various building materials are given.*

Известно, что вода играет важнейшую роль в большом круговороте веществ на нашей планете. Постоянно превращаясь из одного состояния в другое, попадая в различные физические и химические условия, вода обогащается химическими соединениями, характерными для соответствующей местности. В Республике Молдова имеются лишь две реки, вода которых используется в промышленных и сельскохозяйственных целях – это Прут и Днестр. Имеющийся на юге республики небольшой участок реки Дунай, имеет значение больше как выход к Черному морю. Обе реки – Прут и Днестр относятся к водному бассейну Прикарпатского региона, являются приграничными реками, и также важны и для наших географических соседей – Румынии и Украины. Особенную роль для Молдовы играет река Днестр. Водоснабжение столицы Молдовы – города Кишинэу почти всецело осуществляется с использованием воды Днестра. Анализы воды, взятой как непосредственно из реки, так и из городской системы водоснабжения, то есть, уже прошедшей процесс водоподготовки, показывают, что эта вода относится к категории среднежестких [1, 2]. Она характеризуется следующими показателями (табл.1).
Наличие в воде катионов кальция и магния создает проблемы при использвании этой воды для получения пара для турбин термоэлектрических станций, а также и для бытовых нужд, поэтому воду следует умягчить. Известны различные методы умягчения, некоторые из них довольно эффективны, но также и дорогостоящие. Самым простым и дешевым методом является химический, поэтому он наиболее распространен [2]. Он также может служить и как ступень в подготовке воды к более требовательным условиям очистки.

*Таблица 1*

**Концентрации некоторых веществ в кишиневской водопроводной воде в сравнении с допустимыми для питьевой воды**

| Параметр и единица измерения | Найдено | Допуст. величина | Метод тестирования |
|---|---|---|---|
| Жесткость общая, немецкие градусы | 11,09 | 5 | GOST 4151-72 |
| Гидрокарбонаты ($HCO_3^-$), мг/л | 183,0 | | GOST 23268.3-78 |
| Хлориды ($Cl^-$), мг/л | 28,5 | 250 | SM SR EN ISO 9297:2012, PS-14/2014 |
| Сульфаты ($SO_4^{2-}$), мг/л | 57,8 | 250 | GOST 4389-72, PS-8/2014 |
| Кальций ($Ca^{2+}$), мг/л | 54,4 | | SM SR EN ISO 7980:2012;PS- 5/2014 |
| Магний ($Mg^{2+}$), мг/л | 15,7 | | SM SR EN ISO 7980:2012;PS-7/2014 |
| Натрий ($Na^+$), мг/л | 26,4 | 200 | SM ISO 9964-3:2013, PS-6/2014 |
| Калий ($K^+$), мг/л | 5,35 | | SM ISO 9964-3:2013, PS-4/2014 |
| Железо (Fe) общ., мг/л | <0,1 | 0,3 | GOST 4011- 72 |
| Сухой остаток (105°C), мг/л | 266,4 | 1500 | SM STAS 9187:2007 |
| Фториды ($F^-$), мг/л | 0,12 | 1,5 | Униф.мет. М.1987, т.2, с. 1073, PS-11/2014 |
| Стронций (Sr), мг/л | 1,0 | 7 | GOST 23950 – 80 |
| Нитраты ($NO_3^-$), мг/л | 2,93 | 50 | GOST 18826-73 |
| Величина pH | 8,30 | ≥6,5 ≤9,5 | SM SR EN ISO 10523:2014 |
| Окисляемость (перманганатная), мг О/л | 1,96 | 5 | GOST 23268. 12-78 |
| Аммиак, ион аммония (общий) ($NH_4^+$), мг/л | <0,05 | 0,5 | GOST 4192-82 |
| Нитриты ($NO_2^-$), мг/л | <0,003 | 0,5 | GOST 4192-82 |

Известны известковый, известково-содовый и фосфатный (вернее, полифосфатный) способы обработки жесткой воды. При использовании первых двух способов, образуются осадки карбоната кальция и гидроокиси магния, полифосфаты же образуют комплесы кальция и магния. Осуществление умягчения воды в промышленных масштабах, например, в энергетике, приводит к накоплению значительных количеств твердых отходов, и эту проблему следует как-то решить. Нами исследовались такие отходы от теплоэлектростанций, а

также образовавшиеся на тэнах (нагревателях) бытовых электроприборов. Образцы твердых осадков высушивались при комнатной температуре, размельчались и отбирались из них определенные ситовые фракции, которые, впоследствии, подвергались анализу различными методами. Рентгенофазовый анализ образцов позволил определить в них карбонат кальция, причем, он присутсвует в виде двух структурных модификациях – кальцит и арагонит. Из них, количественно превалирует кальцит. Кроме карбонатных соединений, в осадках встречаются гидроокись магния и. соединения железа. Химическим анализом растворенных в соляной кислоте осадков было определено содержание основных катионов. Как оказалось, в одном килограмме карбонатных осадков содержится следующее количество ионов металлов: Ca2+ 282.7 г/кг; Mg2+ 89.4 г/кг; Fe (общ) 130.0 г/кг. Такой состав осадков позволяет утилизировать их в производстве строительных материалов. Были разработаны различные составы таких материалов, способы их получения, а также предложена технологическая линия для непрерывного получения сухих смесей из карбонатных осадков, полученных в процессе устранения жесткости воды [3-6]. Применение осадков в качестве сырья или добавок в производстве строительных материалов улучшит экологическую ситуацию в стране и уменьшит затраты на процессы умягчения и улучшения качесва воды.

***Литература***

*1. Горячева Н., Гладкий В., Бундуки Е. и др. Ионный состав и жесткость воды среднего Днестра. – Studia Universitatis. Revista științifică a Universității de Stat din Moldova. Științe ale naturii. 2007, Nr.1, p.233 – 238. (studiamsu.eu/wp-content/uploads/48.- p.233-238.pdf).*

*2. Жесткость природных вод и ее устранение. – в кн.: Глинка Н.П. Общая химия. 24-ое изд., Л.: Химия, 1985, с. 586. (alnam.ru/book_chem.php?id=218).*

*3. Ocopnaia N. Brevet de invenție Nr. 2453. Amestec de beton. (2003) / Пат. 2453. Бетонная смесь.*

*4. Ocopnaia N. Brevet de invenție Nr. 2462. Amestec uscat pentru construcții. (2003) Пат. 2462. Сухая строительная смесь.*

*5. Ocopnaia N. Brevet de invenție Nr.2306. Compoziție pentru tencuire și procedeu de obținere a acesteia. (2003) / Пат. 2306. Состав для штукатурки и способ его получения.*

*6. Ocopnaia N., Gadjel A. Brevet de invenție Nr. 3191. Linie tehnologică pentru prepararea continuă a amestecurilor uscate și dispozitiv pentru uscarea continuă a materialelor disperse. (2003). / Пат. 3191. Технологическая линия для непрерывного получения сухих смесей и установка для непрерывной сушки дисперсных материалов.*

УДК 504: 614.777 (477.81)

# ОПТИМІЗАЦІЯ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОЦІНКИ РИЗИКІВ

***О.А. Ліхо, О.І. Гакало***

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

# OPTIMIZATION OF VODOZABEZPECHENNYA OF POPULATION OF RIVNE REGION IS AS A RESULT OF ESTIMATION OF RISKS

***Liho O.A., Hakalo O.I.***

*National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne*

*Results of risk level evaluation in the process of water insurance of population from centralized and decentralized sources of water-supply in Rivne region are represented and measures are offered on optimization vodo providing of population.*

Водні ресурси є важливим підґрунтям соціально-економічного розвитку країни загалом, задоволення потреб населення, діяльності в галузі виробництва продовольства та збереження екосистем. Від якості природних вод залежить здоров'я населення, умови побуту, праці та відпочинку. З огляду на це варто констатувати актуальність проблеми забезпечення населення питною водою та удосконалення системи контролю за її якістю [1, 2].

Для України питання якості питної води є вкрай актуальним і надзвичайно гострим. Високий рівень техногенного навантаження на водойми та застарілі технології водопідготовки не дозволяють забезпечити населення водою гарантованої якості, котра в результаті може бути потенційним джерелом надходження до організму людини шкідливих хімічних речовин, яким властива загально токсична, мутагенна, канцерогенна та ін. дія. Саме такий підхід розцінюється сьогодні світовою спільнотою як оптимальний із відтворенням у підготовленому ВООЗ «Плані забезпечення безпеки води». В основу документа покладено концепцію «управління ризиками», оскільки взаємозв'язок «вода у джерелі водопостачання – вода питна – здоров'я населення» настільки очевидний, що виділяти ризики для здоров'я людини, аналізуючи тільки якість питної води «з крана споживача», не об'єктивно.

У контексті означеного надзвичайно важливим є розроблення рекомендацій з оптимізації забезпечення населення Рівненської області водою, якість якої відповідає нормативним вимогам.

Запропонована нами методика оцінювання ризиків при забезпеченні населення водою із централізованих та децентралізованих джерел передбачає визначення й оцінювання ризиків згідно з положеннями концепції «управління ризиками» і складається з низки взаємопов'язаних етапів: 1) ідентифікації ризиків, тобто аналізу еколого-економічних умов водопостачання, який дає підстави стверджувати, що найважливішими ризиками виступає якісь води у джерелах водопостачання, їхній санітарно-технічний стан та технології водопідготовки; 2) аналізу, характеристики й оцінювання виявлених ризиків; 3) управління ризиками – розроблення заходів щодо їх усунення або мінімізації. Цей етап, який визнано основним для оптимізації водопостачання населення, необхідно реалізовувати на регіональному і державному рівнях [3, 4, 5].

Обґрунтування показників, що формують ризики при забезпеченні населення Рівненської області водою із централізованих і децентралізованих джерел водопостачання базується на результатах наших попередніх досліджень.

Встановлено, що для джерел централізованого водопостачання основними ризиками є:

- невідповідність їх санітарно-технічного стану санітарним нормам і правилам [6] через відсутність санітарно-захисних зон, комплексу очисних споруд та знезаражуючих установок;

- невідповідність якості питної води нормативним вимогам [7, 9] за наступними показниками: вміст заліза, фтору, йоду, магнію, загальна жорсткість, лужність.

Для джерел децентралізованого водопостачання це:

- невідповідність місць розташування та облаштування громадських і приватних колодязів, санітарним нормам і правилам експлуатації [8, 9], внаслідок їх розміщення неподалік вбиралень, вигрібних ям, мереж каналізації, місць утримання худоби, старих покинутих колодязів, відсутності навколо колодязя «замка»;

- невідповідність якості питної води нормативним вимогам [8, 9] за мікробіологічними показниками, вмістом нітратів, фтору, йоду, магнію, заліза та загальної жорсткості, лужності.

Методика оцінки екологічних ризиків, розроблена О.А. Ліхо, О.І. Гакало, передбачає розрахунок індексу рівня ризику з врахуванням показників, що характеризують стан забезпечення населення водою із централізованих та децентралізованих джерел водопостачання, які об'єднані в наступні блоки: природні умови формування якості води, технічний стан систем водопостачання (дотримання експлуатаційних вимог) та показники якості води, які є актуальними в умовах Рівненської області [11].

Таким чином екологічні ризики при забезпеченні населення водою із централізованих та децентралізованих джерел зумовлені природними умовами формування якості води, технічним станом систем водопостачання (дотримання експлуатаційних вимог) та безпосередньо якістю питної води.

Розрахунок індексу рівня ризику (ІРР) проводять за формулою:

$$IPP=\sqrt[3]{I_1 \cdot I_2 \cdot I_3}, \qquad [1]$$

де, $I_1$ – показник природних умов формування;

$I_2$ – показник технічного стану систем водопостачання;

$I_3$ – показник якісного складу води.

Оцінку ризиків при забезпеченні населення водою було проведено із використанням базових показників, об'єднаних у блоки (природні умови формування, технічний стан систем водопостачання та якість води). Базові показники для зручності аналізу та розрахунку позначені від $X_1$ до $X_8$. При цьому кожен показник має максимальні і мінімальні межі коливань: $N_i$ (max) та $N_i$(min). За максимальні позитивні або мінімальні негативні слід брати кількісні значення показників, які відповідають найбільшим або найменшим значенням по області. Показники якісного складу води та відсоток невідповідності проб води за мікробіологічними показниками із централізованих та децентралізованих джерел водопостачання визначались за даними Рівненської обласної санітарно-епідеміологічної станції.

Для визначення рівня ризику застосовували уніфіковану шкалу, розроблену Інститутом проблем природокористування та екології НАН України, згідно з якою індекс оцінюють кількісно та якісно: еталонний – > 0,8; сприятливий – 0,8-0,6; задовільний 0,6-0,4; загрозливий – 0,4-0,2; критичний - <0,2.

Отримані результати досліджень дали змогу ранжувати всі райони області за рівнем ризику та розподілити їх на три групи ризику. Найвищий рівень ризику при забезпеченні населення водою із централізованих та децентралізованих

джерел водопостачання виявлено у Демидівському, Костопільському районах та м. Рівне. За результатами оцінки рівня ризику при забезпеченні населення водою із централізованих та децентралізованих джерел водопостачання нами виконано районування території Рівненської області в залежності від рівня ризику.

В результаті оцінки рівня ризику встановлено, що при забезпеченні населення водою із децентралізованих джерел водопостачання спостерігається більша ймовірність виникнення ризику, що пов'язано в першу чергу з слабкою захищеністю водоносних горизонтів, які використовуються для децентралізованого водопостачання, незначною глибиною колодязів, невідповідністю їх місць розташування та влаштування санітарним нормам та неправильною організацію ведення сільського господарства.

З метою оптимізації водозабезпечення населення Рівненської області із централізованих та децентралізованих джерел нами розроблено відповідні рекомендації. Першочерговість заходів для зниження рівня ризиків в адміністративних районах області встановлюється в залежності від того, до якої групи ризиків належить район. Нагальної реалізації запропонованих заходів потребують райони, які належать до I та II груп ризику.

Рекомендації щодо зниження рівня ризиків, що виникають при забезпеченні населення області водою із централізованих джерел включають:

- проведення реконструкції водопровідних мереж;
- проведення інвентаризації джерел водопостачання їх технічного стану та ремонтних робіт;
- облаштування зон санітарної охорони об'єктів водопостачання;
- контроль санітарно-технічного стану джерел водопостачання;
- своєчасне проведення капітальних та поточних ремонтів, ліквідації аварій;
- заміна застарілих технологій у водопостачанні;
- реконструкція та заміна водопровідної мережі;
- організація цілодобового забезпечення населення водою, що буде сприяти зменшенню бактеріального забруднення;
- дезодорація, знезараження та пом'якшення води;
- фторування та знезалізнення води;
- здійснення відомчого лабораторного контролю якості води.

Для джерел децентралізованого водопостачання:

- паспортизація та створення інформаційної бази даних екологічного стану джерел водопостачання населених пунктів;
- застосування пересувних локальних установки з доочищення води;
- використання дезінфікуючих засобів для знезараження води джерел децентралізованого водопостачання;
- контроль за дотриманням умов розташування і облаштування джерел децентралізованого водопостачання згідно з [8];
- здійснення відомчого лабораторного контролю якості води.

У схемі оптимізації забезпечення населення питною водою, якість якої відповідає нормативним вимогам, результати оцінювання рівня ризику знайдуть застосування у ході прийняття управлінських рішень, реалізація яких спрямована на поетапне покращення якості води.

З огляду на зазначене окреслюється нагальність розроблення та затвердження нормативно-правових актів з питань аналізу якості води, застосування високочутливих методик і засобів контролю та оцінювання якості питної води, адаптації національних стандартів у сфері питної води та питного водопостачання до стандартів ЄС, створення ефективної системи сертифікації, яка б давала змогу забезпечувати державний контроль за виконанням вимог до якості

питної води, впровадження державних стандартів.

Упровадження заходів зі зниження рівня ризиків, що виникають при забезпеченні населення Рівненської області водою, необхідно реалізовувати на рівні обласних і районних санітарно-епідеміологічних станцій та органів місцевої виконавчої влади. В першу чергу потрібно проводити паспортизацію джерел децентралізованого водопостачання та створення інформаційно-аналітичної бази даних стану децентралізованих джерел водопостачання. В сільській місцевості забір води для питного водопостачання необхідно здійснювати з більш глибоких водоносних горизонтів, які приурочені до відкладів девону, силуру, канилівської і волинської серій венду та поліської серії рифею. Моніторинг формування якості води здійснювати відповідно до груп ризиків, які встановлені за адміністративними районами Рівненської області та визначені за результатами оцінки рівня ризиків. При здійсненні моніторингу контролювати вміст полютантів, які зумовлюють найбільший ризик, погіршення стану здоров'я населення Рівненської області.

Ситуація ускладнюється відсутністю правового механізму виділення коштів на розвиток питного водопостачання (особливо в сільській місцевості) на державному та місцевому рівнях, а також надійного взаємозв'язку управлінської, науково-технічної та господарської діяльності.


*1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник / А. К. Запольський. – К. : Вища шк., 2005. – 671 с.*

*2. Актуальні питання стану якості питної води / [Ю. Г. Бондаренко, М. В. Загородній, М. М. Олексієнко, С. В. Овчаренко] // Збірка тез доповідей науково-практичної конференції «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України». – Вип. 5. – К., 2003. – С. 13–15.*

*3. Протокол по проблемам воды и здоровья: становление перемен, Всемирная организация здравоохранения, 2006 г.*

*4. Марієвський В. Концепція Управління ризиками // СЕС профілактична медицина: науково- виробниче видання. – Київ, 2006. - № 4. - С. 34-37.*

*5. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. Том 1: 3-е изд. – Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 2004. – 121 с.*

*6. Постанова Кабінету Міністрів України «Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів» від 18.12.1998 р.*

*7. ДСПіН 136/1940 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарськр-питного водопостачання» № 383 від 23.12.1996 р.*

*8. ДСПіН «Влаштування та утримання колодязів і каптажів джерел, що використовуються для децентралізованого господарсько-питного водопостачання» № 384 від 23.12.1996 р.*

*9. ДСПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».*

10. *Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Науковий твір "Методичні рекомендації з розрахунку індексу рівня ризику, що виникає при забезпеченні населення питною водою" ("Методика оцінки рівня ризику при забезпеченні населення питною водою"), Ліхо О.А., Гакало О.І., Гущук І.В. - № 68433; Заявлено 05.09.16; Дата реєстрації 02.11.2016.*

# ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ВИТРАТИ ВОДИ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ ВЕРХНЬОГО ДНІСТРА

***П.С. Лозовіцький, О.О. Косовець, О.О. Косовець-Скавронська***
*Центральна геофізична обсерваторія, м. Київ*

# PROBABILITY DISCHARGES WATER OF WATER RESOURSES UPPER REACHES DNIESTER RIVER

***P.S. Lozovitskii, O.O. Kosovets, O.O. Kosovets-Skavronska***
*Central Geophysical Observatory, Kiev*

*The fluctuation dynamics of average annual, average monthly and minimum annual discharges of Dniester River for 1895-2015 yrs on the Strelki, Sambor, Rozdil, Galich, Zalichyky, Mogylliw-Podolski gauging Stations given. A discharge of this period of time is calculated for different run-off percentage.*

**ВСТУП.** Дністер найбільша річка Західної України та Молдови, площа басейну складає 72100 км$^2$, довжина - 1362 км, а середній нахил русла - 56 см/км. Гірська частина басейну Дністра складається з декількох середньовисоких хребтів з переважно пологими схилами, що зазнають неотектонічне щорічне підняття на 10-15 мм. Це сприяє інтенсивному ерозійного змиву, завдяки якому карпатські річки несуть значну кількість твердого стоку, що накопичується в якості алювію в передгірській частині.

Дністер бере початок на схилах Українських Карпат на висоті 760 м і перші кілометри представляє невеликий струмок. Біля першого на річці водного поста Стрілки - це потік шириною 10-15 м і глибиною до півметра. Нижче Старого Самбора Дністер виходить з гірської місцевості та набуває рис передгірної річки з руслом 30-метрової ширини і майже метрової глибини.

За великою лівою притокою Дністра (Стрвяж), вниз за течією починається Верхньодністровська низовина, витягнувшись широкою смугою переважно по правому березі долини. Перед впаданням найбільш повноводної притоки річки Стрий ширина Дністра складає 60-65 м. Нижче за течією Дністер приймає великі карпатські притоки Лімниця й Бистриця, що доповнюються декількома лівими притоками (Гнила і Золота Липи) і його ширина сягає ста метрів і триметрової глибини. Розглянемо його водні ресурси у наступних пунктах спостережень.

Водні пости на річці Дністер

| Водний пост | Відстань від гирла, км | Площа водозбору, км$^2$ |
|---|---|---|
| Стрілки | 1317 | 384 |
| Самбір | 1278 | 850 |
| Розділ | 1191 | 5700 |
| Галич | 1117 | 14700 |
| Заліщики | 936 | 24600 |
| Могилів-Подільський | 630 | 43000 |

На схід від Івано-Франківська Дністер залишає Передкарпаття та його основними притоками стають річки Поділля (Серет і Збруч). Характерною особливістю цієї ділянки є високі, часом обривисті береги долини, часто перевищують 100 м. На подільській ділянці ріки розташоване Дністровське водосховище, витягнуте в довжину майже на 200 км.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ**. Мета досліджень - установити закономірності формування витрат води у різних пунктах спостережень при різній забезпеченості та встановити рівняння залежності забезпеченості від середньорічних витрат за тривалий період (1896-2015 рр.).

**ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ**. Дослідження вели за наступними питаннями: 1) вибір пунктів спостережень; 2) період спостережень; 3) збір, обробка і аналіз інформації за гідрологічними параметрами (максимальні, мінімальні річні та середньорічні витрати води, м$^3$/с, середньомісячні, мінімальні місячні витрати води, м$^3$/с); 4) встановити динаміку коливань витрат води у різних пунктах спостережень; 5) установити забезпеченість максимальної, мінімальної, середньої річної витрати води.

**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.** Для виявлення та встановлення основних критеріїв і закономірностей формування стоку води формували банк багаторічних даних за результатами досліджень на існуючих у системі Держгідрометслужби гідрологічними постами. Ряди спостережень: Стрілки – 68 років, Самбір – 93, Розділ – 104, Галич – 99, Заліщики – 102, Могилів-Подільський – 62 роки.

При зборі, формуванні бази даних використано опубліковані дані досліджень Держгідрометслужби за 1896-2015 роки у гідрологічних щорічниках. Математико-статистичний аналіз зроблено на персональному комп'ютері з використанням стандартних обчислювальних програм "Excel", "Costat" за методикою [2]. Ймовірні витрати води у річці і їх значення при заданій забезпеченості визначено за методикою (Галущенко М.Г. й ін., 1987р.) [1].

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**. Для водогосподарського планування й гідротехнічного будівництва необхідно знати не тільки середні багаторічні величини річного стоку, але й їх значення в маловодні й багатоводні роки, а також межі можливих їх коливань.

Для основного русла басейну річки Дністер середній річний модуль стоку змінюється від 2,93 до 26,1 л/с км$^2$ (табл. 1). Для приток гірської місцевості ці значення ще вищі: Лімниця – с. Осмолода – 33,3, Стрій – Верхнє Синьовидне – 17,0, Тисмениця – м. Дрогобич 13,8 л/с км$^2$. Досить значними є розбіжності в шарі стоку, що обумовлено орографією басейну та кількістю опадів.

Таблиця 1. Усереднені за весь період спостережень характерні річні параметри стоку у різних пунктах Дністра

| Пункти спостережень | Середній річний модуль стоку, л/с км$^2$ | | | Шар стоку за рік, мм | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | середній | максимальний | мінімальний | середній | максим. | мінімал. |
| Стрілки | 13,4 | 21,6 | 4,66 | 422 | 680 | 147 |
| Самбір | 12,9 | 26,1 | 3,11 | 408 | 824 | 98 |
| Розділ | 7,72 | 14,5 | 2,93 | 244 | 458 | 92 |
| Галич | 11,0 | 21,5 | 4,31 | 346 | 680 | 136 |
| Заліщики | 9,23 | 18,9 | 3,96 | 291 | 598 | 125 |
| Могилів-Подільський | 5,95 | 9,77 | 3,88 | 188 | 307 | 123 |

Середньорічні витрати води у верхів'ях Дністра (с. Стрілки) за період з 1914 до 2015 рр. змінювалися від 1,79 м$^3$/с у 1961 р. до 8,29 – у 1929 р. при середньому багаторічному значенні 5,13 м$^3$/с (рис. 1).

Середньорічні витрати води у інших пунктах спостережень змінювалися: Самбір – від 2,64 м$^3$/с (1961 р.) до 22,2 (1998 р.); Розділ – від 3,8 (1943 р.) до 113 (1941 р.); Галич – від 63,4 (1961 р.) до 316 (1980 р.); Заліщики – від 97,5 (1941 р.) до 465 (1913 р.); Могилів-Подільський – від 131 (1961 р.) до 490 м$^3$/с (1980 р.) (рис. 1). При цьому, середні багаторічні витрати води Дністра у розглянутих вище пунктах відповідно становили: 10,89 м$^3$/с, 46,45, 160,75, 226,78 та 269,38 м$^3$/с.

Максимальні річні витрати води Дністра у с. Стрілки змінювались від 25,5 м$^3$/с у 2013 р. до 721 м$^3$/с у 2008 р. при середньому багаторічному значенні 117,73 м$^3$/с. Максимальні річні витрати води Дністра у інших пунктах спостережень змінювалися: Самбір – від 34,2 м$^3$/с (1923 р.) до 1040 (2008 р.); Розділ – від 77,4

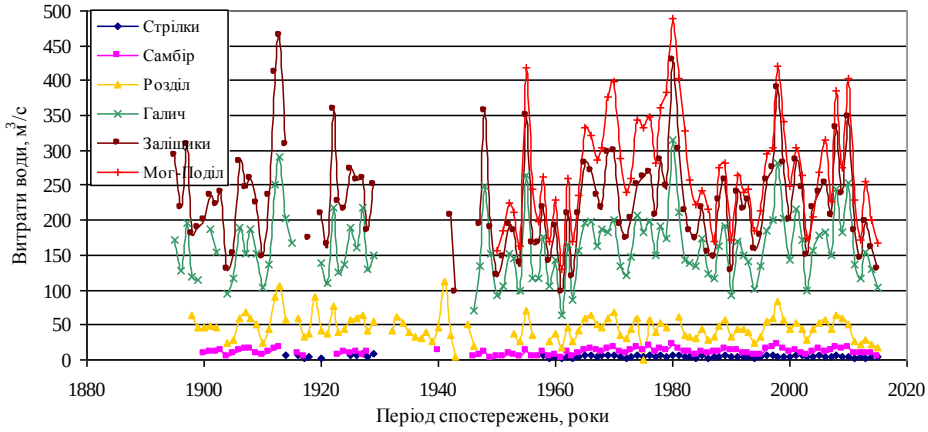



Рис. 1. Динаміка середньорічних витрат води Дністра у різних пунктах спостережень

(1943 р.) до 1010 (1941 р.); Галич – від 336 (1961 р.) до 4750 (2008 р.); Заліщики – від 521 (1990 р.) до 8040 (1941 р.); Могилів-Подільський – від 667 (1953 р.) до 4800 м$^3$/с (1969 р.).

При цьому, середні максимальні багаторічні витрати води Дністра у розглянутих вище пунктах відповідно становили: 229,85 м$^3$/с, 340,66, 1453,96, 1948,64 та 1644,03 м$^3$/с. Динаміку зміни максимальних річних витрат води Дністра у різних пунктах спостережень наведено на рис. 2

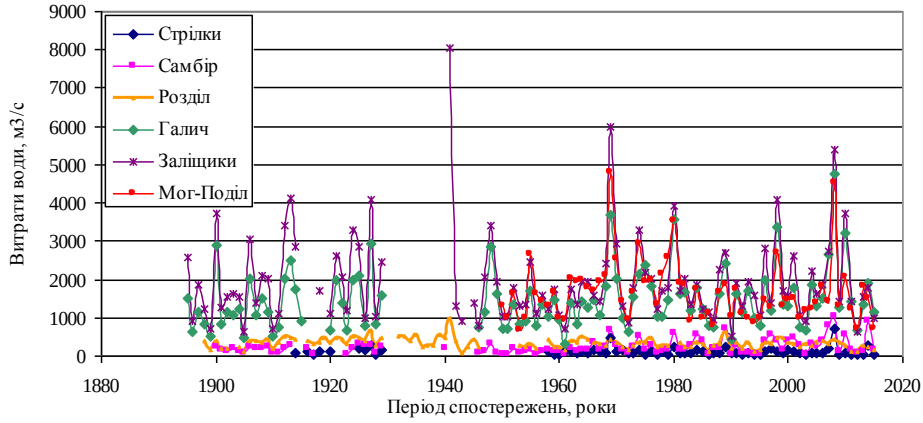



Рис. 2. Динаміка максимальних річних витрат води Дністра у різних пунктах спостережень

Мінімальні річні витрати води на посту р. Дністер – с. Стрілки змінювалися від 0,05 у 1963 р. до 1,4 м$^3$/с у 1929 р. при середньому багаторічному значенні 0,62 м$^3$/с. Мінімальні річні витрати води Дністра у інших пунктах спостережень змінювалися: Самбір – від 0,05 м$^3$/с (1951 р.) до 6,47 (1998 р.); Розділ – від 3,0 (1904 р.) до 25,8 (1913 р.); Галич – від 6,53 (1958 р.) до 67,8 (1914 р.); Заліщики – від 6,98 (1959 р.) до 100 (1981 р.); Могилів-Подільський – від 18,9 (1953 р.) до 125 м$^3$/с (1999 р.). При цьому, середні мінімальні багаторічні витрати води Дністра у розглянутих вище пунктах відповідно становили: 1,63 м$^3$/с, 10,04, 28,66, 43,73 та 71,23 м$^3$/с. Динаміку зміни максимальних річних витрат води Дністра у різних пунктах спостережень наведено на рис. 3.

Розраховані величини забезпеченості витрат води на різних постах басейну Дністра дозволили побудувати емпіричні крапкові графіки та теоретичні лінії й отримати рівняння регресії (рис. 4).

Розраховані величини середніх, максимальних та мінімальних за рік витрат води на різних постах басейну Дністра для 1,50, 75, 80, 85, 90, 95, 99 %

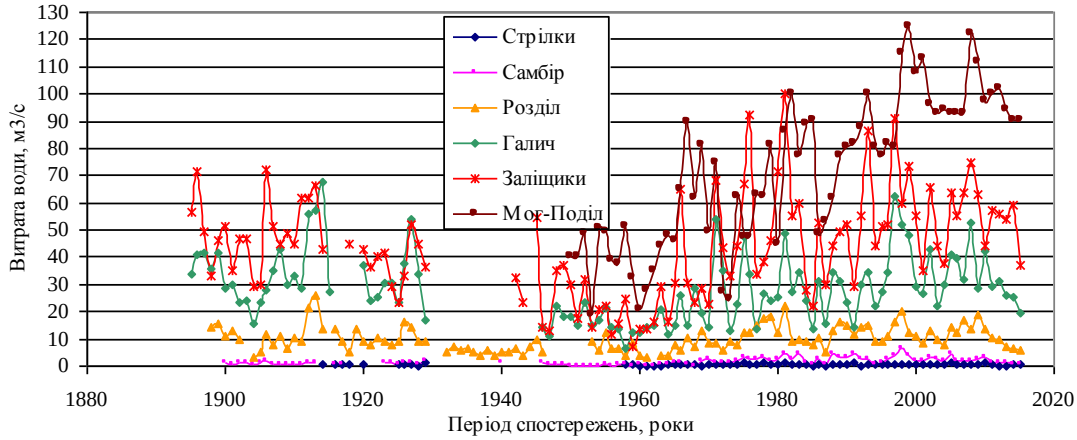



Рис. 3. Динаміка мінімальних річних витрат води Дністра у різних пунктах спостережень

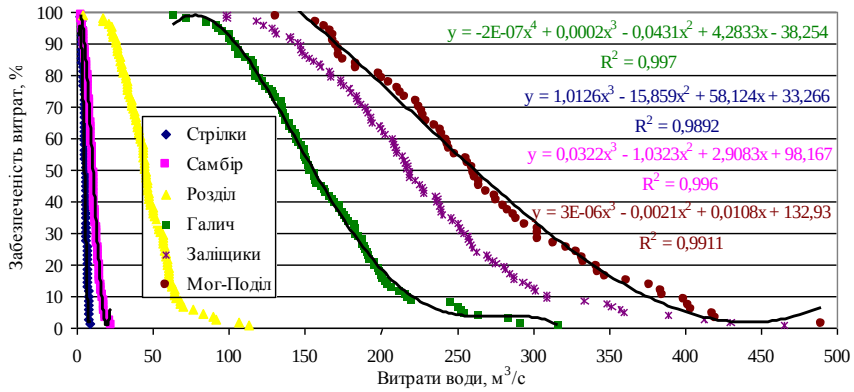



Рис. 4. Теоретичні лінії регресії та крапкові графіки забезпеченості середньорічних витрат води Дністра у різних пунктах спостережень

забезпеченості приведено у таблиці 2.

Таблиця 2. Забезпеченість витрат води басейну р. Дністер у різних пунктах спостережень

| Пункти спостережень | Витрати води, м$^3$/с при забезпеченості, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 50 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 99 |
| Середні річні витрати | | | | | | | | |
| Стрілки | 8,5 | 5,25 | 4,2 | 3,7 | 3,27 | 3,05 | 2,50 | 1,70 |
| Самбір | 22,3 | 10,8 | 7,65 | 7,05 | 6,08 | 4,86 | 4,12 | 2,60 |
| Розділ | 112,0 | 44,85 | 33,40 | 31,70 | 28,15 | 25,64 | 22,45 | 3,80 |
| Галич | 316,0 | 153,0 | 128,0 | 117,0 | 114,0 | 104,0 | 92,1 | 63,4 |
| Заліщики | 464,0 | 217,5 | 179,5 | 167,0 | 154,0 | 145,6 | 129,0 | 97,5 |
| Могилів-Подільський | 495,0 | 260,5 | 212,4 | 200,0 | 175,0 | 169,7 | 163,6 | 130,0 |
| Максимальні річні витрати | | | | | | | | |
| Стрілки | 1045,0 | 88,4 | 60,2 | 54,0 | 44,3 | 38,8 | 29,9 | 25,4 |
| Самбір | 1095,0 | 177,5 | 98,4 | 82,1 | 65,6 | 54,7 | 48,4 | 34,1 |
| Розділ | 1000,0 | 340,0 | 249,0 | 241,3 | 211,2 | 163,0 | 131,5 | 77,3 |
| Галич | 4828,0 | 1320,0 | 843,0 | 794,0 | 748,0 | 680,0 | 533,6 | 336,0 |
| Заліщики | 8522,0 | 1690,0 | 1225,0 | 1100,0 | 1030,0 | 925,0 | 712,0 | 522,0 |
| Могилів-Подільський | 7164,0 | 1490,0 | 1080,0 | 990,0 | 973,0 | 934,0 | 750,0 | 657,0 |
| Мінімальні річні витрати | | | | | | | | |
| Стрілки | 1,52 | 0,59 | 0,37 | 0,34 | 0,32 | 0,24 | 0,18 | 0,045 |
| Самбір | 6,53 | 1,35 | 0,68 | 0,50 | 0,45 | 0,24 | 0,15 | 0,05 |
| Розділ | 25,3 | 9,24 | 6,59 | 5,91 | 5,35 | 4,97 | 3,8 | 3,0 |
| Галич | 67,0 | 27,4 | 18,8 | 15,65 | 14,7 | 14,0 | 12,5 | 6,55 |
| Заліщики | 98,8 | 44,0 | 29,7 | 25,8 | 22,85 | 16,5 | 13,9 | 6,98 |
| Могилів-Подільський | 128,0 | 77,3 | 47,6 | 45,2 | 40,4 | 33,2 | 25,5 | 17,0 |

Річний об'єм стоку води в пункті спостережень Дністер – с. Стрілки змінювався від 0,056 км$^3$/рік за 1961 р. до 0,261 у 1921 р. при середньому багаторічному значення 0,162 км$^3$/рік. Річні об'єми стоку Дністра у інших пунктах спостережень змінювалися: Самбір – від 0,083 км$^3$/рік (1961 р.) до 0,7 (1998 р.); Розділ – від 0,119 (1943 р.) до 3,56 (1941 р.); Галич – від 1,999 (1961 р.) до 9,99 (1980 р.); Заліщики – від 3,07 (1943 р.) до 14,66 (1913 р.); Могилів-Подільський – від 4,13 (1961 р.) до 15,5 км$^3$/рік (1999 р.) (рис. 5). При цьому, середній багаторічний об'єм стоку Дністра у розглянутих вище пунктах відповідно становив: 0,343 км$^3$/рік, 1,47, 5,07, 7,157 та 8,50 км$^3$/рік. Розраховані за методикою [1] величини об'єму стоку води на різних постах басейну Дністра для 1,50,75, 80, 85, 90, 95, 99 % забезпеченості приведено у таблиці 3.

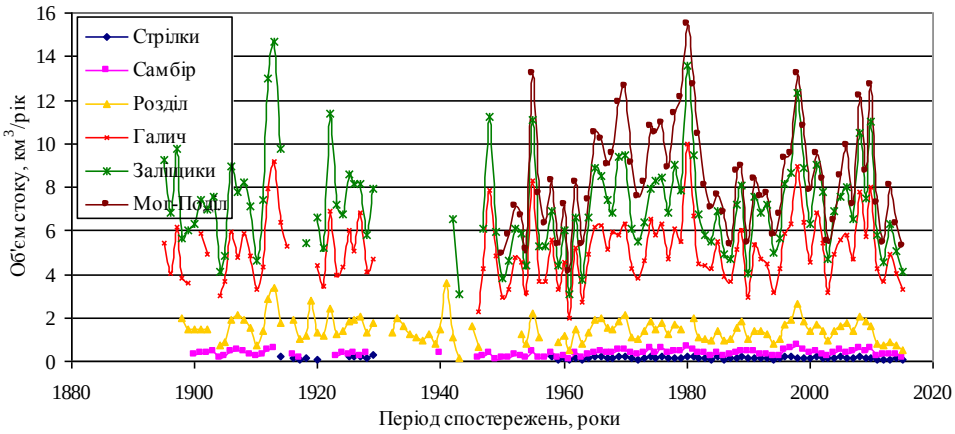



Рис. 5. Динаміка щорічного об'єму стоку р. Дністер у різних пунктах спостережень

Таблиця 3. Забезпечені об'єми стоку води у різних пунктах спостережень басейну р. Дністер

| Пункти спостережень | Об'єм стоку води, км$^3$/рік при забезпеченості, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 50 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 99 |
| Середні річні витрати | | | | | | | | |
| Стрілки | 0,28 | 0,164 | 0,134 | 0,11 | 0,102 | 0,096 | 0,079 | 0,051 |
| Самбір | 0,71 | 0,34 | 0,24 | 0,22 | 0,192 | 0,155 | 0,13 | 0,082 |
| Розділ | 3,52 | 1,41 | 1,055 | 1,00 | 0,88 | 0,81 | 0,71 | 0,12 |
| Галич | 9,99 | 4,825 | 4,036 | 3,70 | 3,595 | 3,279 | 2,90 | 2,00 |
| Заліщики | 14,62 | 6,86 | 5,66 | 5,266 | 4,84 | 4,60 | 4,06 | 3,075 |
| Могилів-Подільський | 16,3 | 8,21 | 6,68 | 6,29 | 5,58 | 5,35 | 5,17 | 4,12 |

**ВИСНОВКИ**. Узагальнені багаторічні дані середніх, максимальних, мінімальних за рік витрат води та об'ємів стоку на різних ділянках течії Дністра мають високу тісну кореляційну залежність з забезпеченістю, яка описується поліноміальними рівняннями регресії третього порядку і можуть бути використані при плануванні водогосподарської діяльності й гідротехнічного будівництва.

## *СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ*

1. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н.Г. Галущенко. - К.: Выща школа. Головное изд-во, 1987. - 248 с.

2. Шпинковський О.А. Теорія ймовірностей та математична статистика. Конспект лекцій для студентів з базової підготовки за напрямком 0915 – комп'ютерна інженерія / О.А. Шпинковський, М.І. Шпинковська. – Одеса: Наука і техніка, 2006. – 120 с.

# ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

***І.О. Ніронович, Н.І. Ніронович***
*Корпорація «Енергоресурс-Інвест», м. Львів*

# THE USE OF POLYMERIC STRUCTURES IN WASTEWATER TECHNOLOGIES

***I.O. Nironovych, N.I. Nironovych***
*Corporation «Energoresurs-Invest», Lviv*

*Designed wastewater treatment facilities of various scales for purifying municipal and industrial wastewater: local sewer and modular sewage treatment plant, pressure flotation, oil separators. All process equipment is made of corrosion resistant materials – of polyethylene or polypropylene.*

Однією з причин постійного погіршення якості поверхневих вод є скидання у природні водойми недостатньо, або ж взагалі неочищених стічних вод як комунальних, так і промислових підприємств. Причин цьому є декілька. Чимало існуючих станцій очищення стічних вод, виготовлених бетону чи сталі, давно вийшли з ладу внаслідок глибокої корозії обладнання. На значній частині таких станцій очищення стічних вод є мало ефективним через використання морально застарілих технологій. Величезна кількість об’єктів (промислові підприємства переробної галузі, відпочинкові комплекси, малонаселені пункти, торгово-розважальні центри, автозаправні станції, кемпінги тощо) функціонують взагалі без жодних очисних споруд, а стічні води скидають безпосередньо у природні водойми.

Очевидно, що питання охорони і ефективного використання водних ресурсів можна вирішити лише комплексно: з використанням сучасних методів очищення різнопланових стічних вод та із застосуванням обладнання, виготовленого із сучасних матеріалів, які забезпечують ефективність, довговічність та економічність таких водоочисних систем.

Очищення побутових стічних вод залежно від їх обсягів (добових витрат) запропоновано здійснювати за допомогою очисних споруд різних масштабів, а саме: локальних каналізаційних споруд (ЛКОС) та блочно-модульних каналізаційних очисних споруд (БМКОС). ЛКОС призначені для очищення стоків з продуктивністю від 1,5 до 75 м$^3$/добу. Процеси очищення відбуваються в одному корпусі, розділеному перегородками на технологічні ємності, в яких послідовно відбуваються процеси відстоювання, анаеробне та аеробне очищення стічних вод та надлишкового мулу. ЛКОС споряджені системою автоматичного керування процесом очищення стічних вод.

Для населених пунктів та промислових підприємств, де обсяги стічних вод сягають 10000 м$^3$/добу і можуть коливатись у часі, розроблено принципово новий тип очисних споруд – БМКОС. Перевага БМКОС, порівняно з типовими очисними спорудами, полягає в тому, що їх можна споруджувати не одразу в повному обсязі, а почергово, поступово доповнюючи вже побудовані модулі новими. Кожен модуль – це окремий біореактор, в якому здійснюють біологічне очищення стічних вод, продуктивністю до 1500 м$^3$/добу. Продуктивність БМКОС у разі потреби збільшують спорудженням у включенням у загальну технологічну схему очищення нових модулів.

Такий принцип будівництва очисних споруд є дуже ефективним, зокрема у в умовах обмежених фінансових можливостей місцевих громад або підприємств.

У міру надходжень до відповідних бюджетів споруджують наступні модулі. Блочно-модульні очисні системи також доцільно використовувати у разі істотних сезонних коливань обсягів стічних вод, що утворюються, наприклад, у санаторіях, курортних комплексах, на підприємствах (передусім, переробної) галузі. У цьому разі із системи очисних споруд відключають необхідну кількість модулів (пропорційно до зменшення навантаження на БМКОС). Очевидно, що повторне включення в технологічну систему очисних споруд раніше відключеного модуля-біореактора при збільшенні продуктивності за стічними водами потреюує певного часу. Впродовж цього часу необхідне накопичення біомаси у такому модулі, її визрівання та адаптації до умов функціонування.

Для очищення сильно забруднених стічних вод, зокрема тих, що характеризуються високим вмістом високодисперсних твердих, рідких (нафтопродукти, оливи, жири) чи волокнистих частинок, колоїдів, білків тощо біологічному очищенню повинне передувати попереднє очищення. Вельми ефективним процесом, що дає змогу досягнути вмісту домішок, з яким допускається скидання стічних вод у комунальні очисні споруди, є напірна флотація. Розроблена конструкція напірного флотатора дає змогу регулювати дисперсність газової фази, що виділяється із попередньо сатурованого повітрям рідкого середовища.

Налагоджено виробництво низки технологічного обладнання: сепаратори нафтопродуктів і жирів, пісколовки, септики, каналізаційно-насосні станції тощо.

Технологічне обладнання виготовлене переважно з поліетилену високої густини низького тиску (ПЕНТ). Цей матеріал і вироби з нього без обмежень допущені до контакту з водою та продуктами харчування. Як конструкційний матеріал використовують поліетиленові труби ∅ 20÷110 мм в бухтах. Із цих труб методом неперервного навивання і одночасного зварювання на спеціальному обладнанні виготовляються труби і плити великих діаметрів 600÷6000 мм із пустотілою одно-, чи двох-шаровою стінкою. Із цих труб і плит складають компоненти для систем водопостачання і водовідведення різноманітного призначення та типорозмірів.

Переважна більшість технологічного обладнання для різноманітних процесів очищення стічних вод має стільникому будову (рис. 1-4), що дає змогу уніфікувати виробництво, забезпечує жорсткість конструкцій, високі теплоізоляційні властивості, корозійну тривкість в різних середовищах.

Рис. 1. Виготовлення корпусів стільникової будови

Рис. 2. Очисна споруда пелюсткової конструкції

Рис. 3. Полімерні колодязі

Рис. 4. Каналізаційна насосна станція.

Корпорація «Енергоресурс-Інвест» виконує повний цикл робіт – аналіз стічних вод, проектування, виготовлення, монтаж, пуско-налагоджувальні та сервісні роботи.

# ВИКОРИСТАННЯ СРІБЛА ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОД

***В.М. Срібний, Ф.І. Цюпко***
*Підприємство “Аргентум”, м. Львів*

# USING OF ARGENTUM FOR WATER DISINFECTION

***V. Sribnyi, F. Tsupko***
*"Argentum" Company, Lviv*

Хлорування є найбільш поширеним та найдешевшим способом знезараження питної води та вод басейнів, який супроводжується погіршенням їх органолептичних властивостей (смак, запах, подразнення слизистих) та утворенням канцерогенних тригалогенометанів [1].

Альтернативою є срібло - одне з перших протимікробних засобів, що застосовується для знезараження і тривалого зберігання води. При контакті з металевим сріблом дезінфекція води досягається через 8-24 години. З метою збільшення площі контакту між твердою і рідкою фазами почали використовувати срібло нанесене на великі поверхні - вугільний порошок, річковий пісок, пемзу, марлю, вату та інші інертні речовини. Збільшення поверхні прискорює перехід іонів металу в розчин.

В сучасних технологіях знезараження використовують, крім металевого срібла, його колоїдні та іонні препарати: розчин нітрату срібла, аміачні розчини оксиду чи хлориду срібла тощо. Знезараження хлором чи озоном створює лише тимчасовий ефект, в той час, як введення іонів срібла забезпечує дію на увесь час їх присутності, тому срібло є найефективнішим засобом дезінфекції та консервування питної води. Його використовують, коли застосування агресивного хлору протипоказане: на суднах і літаках, у плавальних басейнах, в індивідуальних системах водопостачання, у польових умовах. Знезаражена сріблом вода у герметично закритих пляшках не втрачає своїх смакових і біохімічних властивостей упродовж двох років. Такою водою забезпечували космонавтів під час польотів. Міжнародні стандарти питної води рекомендують застосовувати концентрації срібла до 0,05 мг/л, щоб підтримувати бактеріологічну безпеку без ризику для здоров’я.

Бактерицидна дія срібла пояснюється здатністю його іонів блокувати SH-групи ферментів бактерій, руйнувати клітинні мембрани і протоплазму мікроорганізмів [2]. Підтверджена його висока активність по відношенню до аеробних і анаеробних мікроорганізмів, в тому числі штамів резистентних до антибіотиків. Найбільше чутливі до дії іонів срібла кишкова та синьогнійна палички, золотистий стафілокок, стрептокок, протей.

На підприємстві “Аргентум” освоєне виробництво всіх матеріалів необхідних для знезараження сріблом, а саме:

- чистого срібла (99,99%) у вигляді дроту та смуг для виготовлення електродів;
- гранул пемзи (0,1-0,5 мм), пори якої вкриті сріблом із вмістом від 1 до 20%, які застосовують як компоненти фільтрів для води, що містять активоване вугілля;
- порошку дрібнодисперсного срібла (5-50 мкм), необхідного для виготовлення тканинних багатошарових фільтрів;
- срібла азотнокислого для приготування аміачних розчинів оксиду та хлориду срібла, які застосовують при швидкому знезараженні.

Для знезараження вод басейнів та джакузі рекомендується вносити добавки концентрованих розчинів аміачних комплексів срібла до вмісту 0,5 – 2,0 мг/л. Цей

спосіб забезпечує швидку дезінфекцію великих об'ємів води, проте вимагає постійного аналітичного контролю, щоб підтримувати вміст срібла в заданих межах. Для визначення вмісту срібла в знезаражених водах можна використовувати титриметрію або індикаторний папір, імпрегнований дітізонатом міді. Після пропускання 20 мл аналізованого розчину через індикаторний папір інтенсивність забарвлення реакційної зони порівнюють з кольоровою шкалою в діапазоні 0,01-2 мг/л.

Використання посрібленої пемзи та дрібнодисперсного срібла простіше і може здійснюватися для дезінфекції питної води. Для цього проводять фільтрування води через пемзу покритою шаром срібла або через 2 зшитих шари тканини, між якими знаходиться шар дрібнодисперсного срібла товщиною 0,05-0,1 мм. Випробування показали, що тканинні фільтри зі сріблом, забезпечували повну стерилізацію і тривалий бактерицидний ефект.

Такий спосіб знезараження гарантує від перевищення безпечних концентрацій іонів срібла у воді. На нашу думку це пояснюється тим, що бактерицидний ефект залежить від утворення на поверхні металевого срібла оксидів і малорозчинних сполук – хлоридів, карбонатів і сульфатів. Ці сполуки, повільно розчиняючись у воді, створюють концентрацію іонів срібла, яка обмежується їх добутком розчинності. Так наприклад, для AgCl добуток розчинності рівний $1{,}78 * 10^{-10}$, що забезпечує вміст срібла у дистильованій воді не більше як 1,3 мг/л. А при наявності в розчині однойменних іонів хлору, які завжди присутні у природних водах, максимально можливий вміст срібла знижується в 10-20 разів.

Отже процес знезараження води сріблом в порівнянні з хлоруванням є безпечнішим і простішим в застосуванні, а при організації автономних систем водопостачання – стає економічно вигіднішим.

Література:

1. Руководство по контролю качества питьевой воды // 2-е изд. - Том 1. Рекомендации. - Женева: Изд-во ВОЗ. - 1994. - 258 с.
2. Кульский Л.А. Серебряная вода. – Киев: Наукова думка, 1987.

# ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ БІОРЕАКТОРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ІЗ РІЗНИМИ КИСНЕВИМИ УМОВАМИ

***В. М. Россінський***

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*

# CHOICE OF THE BIOREACTOR TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR WASTEWATER TREATMENT WITH DIFFERENT OXYGEN CONDITIONS

***V. Rossinskyi***

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

*The technological parameters can be determined by taking into account concentration of the contaminants, internal recirculation flow coefficient from aerobic bioreactors to anoxic bioreactors and the duration of wastewater treatment for effective removal from wastewater of organic compounds, nutrients by consistent wastewater treatment in the aerobic and anoxic bioreactors through numerical experiments are showed.*

Для ефективного видалення біогенних елементів, зниження концентрації розчинених органічних забруднюючих домішок, що містяться в міських стічних водах, застосовують біологічне очищення стічних вод із різними кисневими умовами в активних зонах біореакторів (анаеробними, аноксидними, аеробними).

Ефективне біологічне очищення стічних вод є функцією від технологічних параметрів роботи біореакторів і вторинних відстійників, фізико-хімічних показників стічної води, об’ємно-планувальних рішень біореакторів. Швидкість біологічного окиснення органічних забруднюючих речовин залежить від природи забруднюючих домішок, тривалості обробки стічних вод, дози та віку активного мулу в біореакторах, кінетики процесів масообміну та деструкції розчинених домішок. Зі збільшенням дози активного мулу швидкість окиснення розчинених органічних забруднюючих домішок зростає, збільшуються при цьому й експлуатаційні витрати на подачу повітря для підтримання активного мулу в завислому стані та забезпечення мікроорганізмів активного мулу необхідною кількістю кисню. Збільшення тривалості обробки стічних вод в аноксидних умовах призводить до збільшення частки лізису аеробних бактерій активного мулу, що негативно відображається на кінетичних показниках окиснення органічних забруднюючих домішок в аеробних умовах.

Зміна ступеня внутрішньої рециркуляції мулової суміші між аеробними та аноксидними біореакторами призводить до перерозподілу концентрації розчинених органічних забруднюючих речовин, що містяться в стічній воді.

Визначення коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші з метою досягнення необхідного ступеня біологічного очищення стічних вод від органічних забруднюючих речовин при мінімізації корисних об’ємів біореакторів з врахуванням концентрації синтетичних детергентів, нітратів і ступеня рециркуляції активного мулу з вторинного відстійника є актуальною науково-прикладною проблемою вибору технологічних параметрів роботи біореакторів для біологічного очищення стічних вод.

Систему рівнянь, що описує зміну концентрації розчинених органічних забруднюючих речовин при послідовній обробці стічних вод в аноксидних і аеробних біореакторах із нітратним рециклом та врахуванням рециркуляції активного мулу з вторинного відстійника, яка ітераційно дозволяє встановити технологічні параметри роботи біореакторів можна представити [1]

$$\begin{cases} C_I^{in} = \dfrac{C_{mix} + n_н \cdot C_p}{(1+n_н)}; \quad Q_p = n_н \cdot Q_{in}; \quad C_{mix} = \dfrac{C_{in} + C_{ex} \cdot R}{1+R} \\ R = \dfrac{a_i}{\dfrac{1000}{J_i} - a_i}; \quad C_I^{ex} = C_I^{in} - \dfrac{1}{(1+n_н)} \cdot \dfrac{dC_I}{dt} \cdot t_I(0, t_i^I) \\ C_{II}^{in} = C_I^{ex}; \quad C_{II}^{ex} = C_{II}^{in} - \dfrac{1}{(1+n_н)} \cdot \dfrac{dC_{II}}{dt} \cdot t_{II}(0, t_i^{II}) \end{cases}, \qquad (1)$$

де $C_{in}$ – концентрація органічних забруднюючих речовин у стічних водах на вході в аноксидний біореактор, мгБСК$_{повн}$/дм$^3$; $C_{ex}$ – концентрація органічних забруднюючих речовин в очищених стічних водах на виході з вторинних відстійників, мгБСК$_{повн}$/дм$^3$; $C_p$ – концентрація органічних забруднюючих речовин у муловій суміші нітратного рециклу, мгБСК$_{повн}$/дм$^3$; $C_{mix}$ – концентрація органічних забруднюючих речовин у суміші стічних вод та активного мулу, мгБСК$_{повн}$/дм$^3$; $n_н$ – коефіцієнт внутрішньої рециркуляції мулової суміші, част. од.; $C_I$ – концентрація органічних забруднюючих речовин у муловій суміші в аноксидному біореакторі, мгБСК$_{повн}$/дм$^3$; $t_I$ – тривалість обробки стічних вод в аноксидному біореакторі, год.; $C_{II}$ – концентрація органічних забруднюючих речовин у муловій суміші в аеробному біореакторі, мгБСК$_{повн}$/дм$^3$; $t_{II}$ – тривалість обробки стічних вод в аеробному біореакторі, год.; $J_i$ – муловий індекс, см$^3$/г; $R$ – коефіцієнт рециркуляції активного мулу, част. од.

Питому швидкість окиснення органічних забруднюючих речовин в біореакторах із аноксидними та аеробними умовами можна визначити використовуючи рівняння Моно, записане через кінетику споживання розчинених органічних речовин мікроорганізмами активного мулу, враховуючи лімітування за субстратом, розчиненим киснем, нітратами, інгібування за синтетичними детергентами [2].

Для стічних вод, що містять розчинені органічні забруднюючі речовини в концентрації $C_{in}$ = 300 мгБСК$_{повн}$/дм$^3$ та надходять на послідовну обробку в аноксидному й аеробному біореакторах, виконано комплексний чисельний експеримент з оцінки залежності концентрації органічних забруднюючих речовин від коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші за концентрації розчиненого кисню в біореакторах: аноксидному - 0,1 мг$O_2$/дм$^3$, аеробному – 2 мг$O_2$/дм$^3$; тривалості обробки стічних вод в біореакторі: аноксидному – 0,5 год., аеробному – 2 год.; мулового індексу – 80 см$^3$/г, константі напівнасичення за синтетичними детергентами 30 мг/дм$^3$, концентрації нітратів 5 мгN-$NO_3^{-1}$/дм$^3$; концентрації амонійного азоту 30 мгN-$NH_4^+$/дм$^3$.

При послідовній обробці стічних вод в біореакторах із аноксидними та аеробними умовами шляхом чисельного експерименту підтверджено, що зі збільшенням концентрації розчинених органічних забруднень в стічних водах відтерміновується момент початку нітрифікації в аеробних біореакторах (рис. 1). З метою інтенсифікації окиснення органічних забруднюючих домішок, початку нітрифікації при тривалості обробки стічних вод в аеробних 2 год. та аноксидних 0,5 год. умовах та збільшенні, наприклад концентрації органічних забруднень з 200 мгБСК$_{повн}$/дм$^3$ до 300 мгБСК$_{повн}$/дм$^3$ необхідно збільшити коефіцієнт внутрішньої рециркуляції до 1,5 (рис. 1), а за наявності в стічних водах синтетичних детергентів (20 мг/дм$^3$) – збільшити до 3,3.

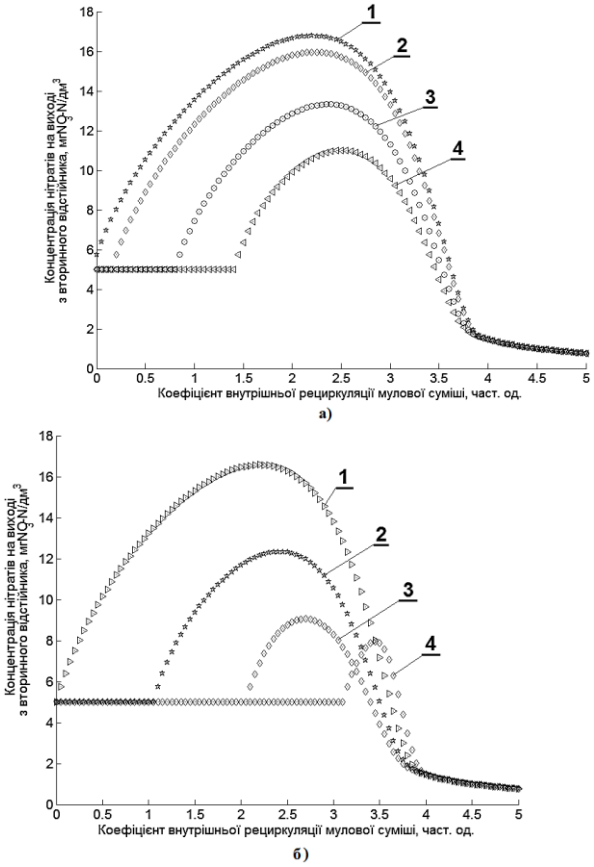



Рис. 1. Залежності концентрації нітратів в очищеній стічній воді на виході з вторинного відстійника (мг$NO_3$-N/дм$^3$) від коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші (част. од.) при тривалості обробки стічних вод в аноксидному біореакторі 0,5 год., аеробному біораекторі 2 год., дозі мулу 2 г/л, та початкової концентрації розчинених органічних речовин (мгБСК$_{повн}$/дм$^3$): 1 – 150; 2 – 200; 3 – 250; 4 – 300; при концентрації синтетичних детергентів 0 (а) та 20 мг/дм$^3$ (б).

Для зменшення концентрації амонійного азоту до 5 мгN-$NH_4^+$/дм$^3$ в стічних водах за початкової концентрації 30 мгN-$NH_4^+$/дм$^3$ при збільшенні, наприклад концентрації органічних забруднень з 200 мгБСК$_{повн}$/дм$^3$ до 300 мгБСК$_{повн}$/дм$^3$, тривалості обробки стічних вод в аеробних 2 год. та аноксидних 0,5 год. умовах, шляхом чисельного експерименту встановлено, що коефіцієнт внутрішньої рециркуляції необхідно забезпечити 1,9 (рис. 2), а за наявності в стічних водах синтетичних детергентів (20 мг/дм$^3$) – збільшити з 1,8 до 3,3.

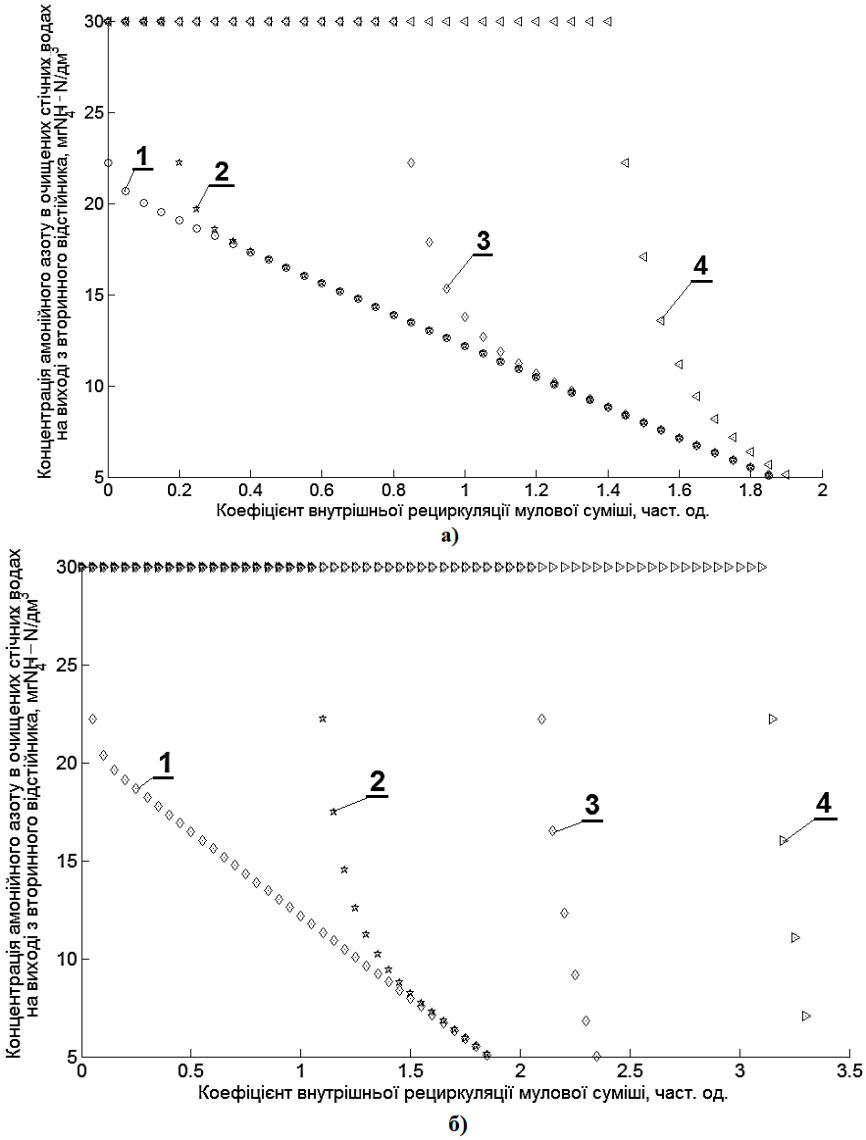



Рис. 2. Залежності концентрації амонійного азоту в очищених стічних водах на виході з вторинного відстійника від коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші (част. од.) при тривалості обробки стічних вод в аноксидному біореакторі 0,5 год., аеробному біораекторі 2 год., дозі мулу 2 г/л та початкової концентрації розчинених органічних речовин (мгБСК$_{повн}$/дм$^3$): 1 – 150; 2 – 200; 3 – 250; 4 – 300; при концентрації синтетичних детергентів 0 (а) та 20 мг/дм$^3$ (б).

За наявності в стічних водах синтетичних детергентів (20 мг/дм$^3$) шляхом чисельного експерименту встановлено, що збільшення концентрації розчинених органічних забруднюючих речовин з 150 мгБСК$_{повн}$/дм$^3$ до 250 мгБСК$_{повн}$/дм$^3$ призводить до необхідності збільшення коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші з 2,5 до 5,3 для досягнення умови повного біологічного очищення стічних вод. Проте для стічної води, яка не містить синтетичних детергентів значення коефіцієнта внутрішньої рециркуляції необхідно збільшити з 0,8 до 2,3 (рис. 3).

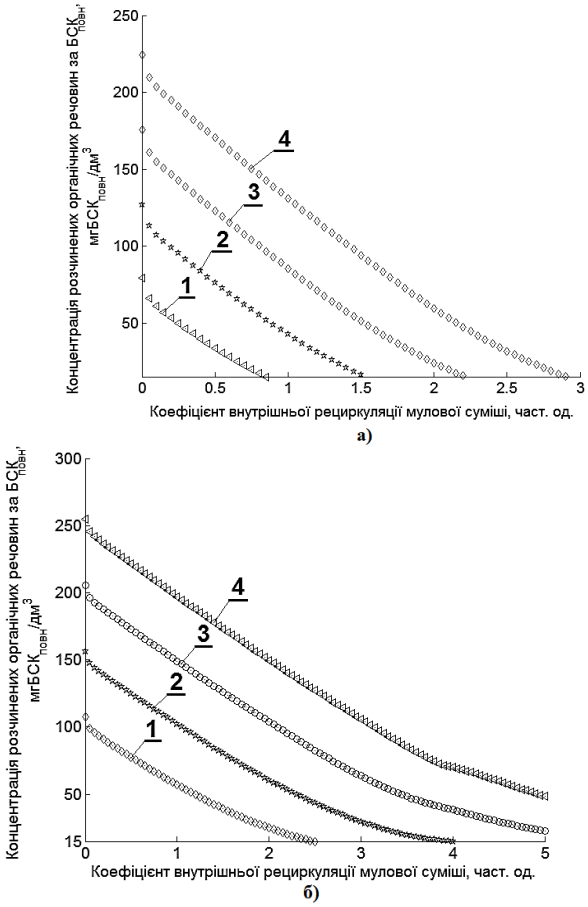



Рис. 3. Залежності концентрації розчинених органічних речовин за БСК$_{повн}$ в очищених стічних водах на виході з вторинного відстійника від коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші (част. од.) при тривалості обробки стічних вод в аноксидному біореакторі 0,5 год., аеробному біораекторі 2 год., дозі мулу 2 г/л та початкової концентрації розчинених органічних речовин (мгБСК$_{повн}$/дм$^3$): 1 – 150; 2 – 200; 3 – 250; 4 – 300; при концентрації синтетичних детергентів 0 (а) та 20 мг/дм$^3$ (б).

Отже, врахування концентраційного навантаження на активний мул за розчиненими органічними забруднюючими речовинами, концентрацією біогенних елементів в стічних водах, кінетики окиснення та відновлення забруднюючих речовин мікроорганізмами активного мулу, гідродинаміки роботи біореакторів з різними кисневими умовами, показників забруднюючих речовин в очищених стічних водах, дозволяє отримати раціональні значення технологічних параметрів роботи біореакторів із різними кисневими умовами: тривалості обробки стічних вод в біореакторах, коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші між аеробними та аноксидними біореакторами.

Література:

**1.** Россінський В. М., Саблій Л. А. Визначення коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші при біологічному очищенні міських стічних вод // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації» до 50-річчя Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 22 – 25 березня 2017 р., м. Івано-Франківськ, 2017. С. 148-150.

**2.** Россінський В. М., Саблій Л. А. Моделювання очищення стічних вод в аеробних та аноксидних біореакторах в присутності синтетичних детергентів // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : Науково-технічний збірник. Випуск 27 / Головний редактор А. М. Кравчук. К. : КНУБА, 2016. С. 302-311.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ МОЛОЧНИХ СТОКІВ АНАЕРОБНИМ МЕТОДОМ

***[1]Л.В. Савчук, [2]Н.М. Толстопалова, [1]О.Г. Курилець, [1]Н.Р. Повх***
*[1]Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*
*[2]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ*

# RESEARCH INTO TREATMENT OF DAIRY EFFLUENTS OF ANAEROBIC METHOD

***[1]L.V. Savchuk, [2]N. M. Tolstopalova, [1]O. H. Kurylets, [1]N. R. Povh***
*[1]Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*
*[2]National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

*Characterized wastewater of the dairy industry. The results of studies of dairy wastewater treatment processes by biological methods. It is shown that the first stage should be applied biological treatment anaerobic process. The duration of this process at least 5 days, the extent of treatment - about 77%, the optimal temperature conditions - 303 K. The next stage should be aerobic purification.*

В Україні розвинена, структуризована і різноманітна харчова промисловість, яка нараховує близько 25 різних галузей. Серед продуктів харчової галузі провідне місце займають молочні продукти. Сучасне виробництво молочної продукції є технологічно складним, характеризується великою кількість операцій, які супроводжуються утворенням побічної сировини і багатотоннажного відходу – високо концентрованими за органічними речовинами стічними водами. Стічні води утворюються під час миття тари, устаткування, втрати молока і продуктів його перероблення. Ці стоки різні за складом і за вмістом забруднюючих речовин (табл. 1) і, у разі недостатнього або цілком відсутнього очищення, спричиняють велике навантаження на довкілля і водні об’єкти, зокрема.

Таблиця 1

Склад виробничих стічних вод молочних підприємств [1]

| Показники | Підприємства виробництва сирних продуктів | Молочні заводи | Підприємства виробництва масла і сиру |
|---|---|---|---|
| Хімічне споживання кисню, мг $O_2$ /дм$^2$ | 3350 | 2830 | 4250 |
| Біологічне споживання кисню, мг $O_2$ /дм$^2$ | 2830 | 2375 | 3400 |
| Завислі речовини, мг/дм$^3$ | 670 | 635 | 660 |
| pH | 9,8 | 9,9 | 9,9 |

Водночас, однією з найважливіших проблем сучасної цивілізації є очищення стічних вод від органічних забрудників. Біологічні методи належать до найефективніших з економічної та екологічної точок зору. На сьогодні, аеробні методи є популярнішими ніж анаеробні, але вони характеризуються такими недоліками: великі енерговитрати на аерацію; проблеми з обробленням та утилізацією великих кількостей надлишкового мулу. В той же час, анаеробні процеси не вимагають таких витрат на аерацію, більше того, дають змогу отримувати цінний енергоносій – метан. Крім того, низький приріст біомаси з

добрими водовіднімаючими властивостями, 0,1…0,2 кг мулу проти 1…2 кг в аеробних умовах на кожен видалений кілограм біологічного споживання кисню, практично повністю усуває проблему оброблення та утилізації мулу.

Тому нашою метою було дослідження впливу температури та тривалості анаеробного процесу на ефективність очищення високо концентрованих, за органічними забрудниками, стічних вод підприємств виробництва сиру та сирних продуктів.

Дослідження проводили, використовуючи сироватку для якої визначали: хімічне споживання кисню (ХСК), біологічне споживання кисню (БСК), вміст завислих речовин (ЗР) та pH. Ці показники мали такі значення: ХСК = 40000 – 50000 мг $O_2$/дм$^3$, БСК = 33000 – 46750 мг $O_2$/дм$^3$, ЗР = 1200 – 1450 мг/дм$^3$, pH = 4,0 – 4,5. Імітат стічних вод готували, розводячи сироватку до значень ХСК 2000 – 5000 мг $O_2$/дм$^3$. Дослідження проводили з імітатами з різною початковою концентрацією, в статті наведено дані для імітату з ХСК$_{поч.}$ = 4250 мг $O_2$/дм$^3$. Якість мулу відіграє важливу роль у процесах біологічного очищення, тому анаеробний мул вирощували протягом шести місяців з активного мулу, забраного з Львівських міських комунальних споруд, в анаеробних умовах за присутності молочних продуктів, кількість яких поступово збільшували. Дослідження проводили за таких температурних режимів: 288 К (психрофільний), 303 К (мезофільний) та 323 К (термофільний). Співвідношення між мулом та імітатом стічних вод приймали 1 до 1 за об’ємом, перемішували суміш магнітною мішалкою за ламінарного режиму.

Основними чинниками, що впливають на анаеробне очищення є: фазовий і хімічний склад та розмір частинок полютантів субстрату; тривалість процесу; ефективність масообміну реакційного середовища; температурний режим; pH, наявність поживних і токсичних речовин. Згідно з вище переліченими чинниками, процес складний, багатоваріантний, вимагає об’ємних і тривалих досліджень. Тому на першому етапі досліджень ми вивчали вплив температурного режиму і тривалості анаеробного процесу на його ефективність.

Температура – один із найважливіших чинників впливу на швидкість очищення і продуктивність промислових установок. Загальновідомо, найбільшою є швидкість деструкції органічних речовин за термофільного режиму. Але, як свідчать результати наших досліджень (табл. 2), за термофільних умов деструкція органічних забрудників відбувалася повільніше ніж за мезофільних але дещо краще ніж за психрофільних. Показники ефективності очищення були гіршими. Так за перших 12 годин значення ХСК (3587 проти 3660 мг $O_2$ /дм$^3$) відрізнялися від цих же показників за психрофільного режиму в межах пожибки, але спостерігалися кардинальні зміни зовнішнього вигляду мікрофлори. Навіть за чисто візуальними спостереженнями мікрофлора змінила своє забарвлення з темно сірого на бежево-коричневе, гранулометричні скупчення набули вигляду завислого павутиння, які за подальших досліджень частково відмирали. Це можна пояснити адаптацією мікрофлори до термофільного режиму. Як відомо [2], за цих умов видовий склад мікрофлори досить бідний і це пояснює меншу стабільність термофільного режиму у порівнянні з іншими. Використання термофільного режиму можливе, коли стічні води, що поступають в реактор вже мають достатньо високу температуру, відсутні витрати на додаткове нагрівання, що зазвичай не так і тому ми від цього режиму відмовилися.

Щодо інших температурних режимів, то звичайно краще працювати за температури близько 30 $^0$ С, тобто в мезофільному режимі. Мезофільний режим, як правило, дає змогу забезпечити задовільну швидкість очищення, за відносно невисоких витрати на підтримування температурного режиму, стабільність процесу, завдяки широкому спектру видів мікроорганізмів, які працюють у цих

умовах. Дослідження процесу анаеробного очищення за 30 $^0$ С показали, що вже за добу ефективність очищення складала близько 50 %, а значення ХСК – близько 2400 мг $O_2$/дм$^3$.

Таблиця 2

Результати досліджень ефективності очищення імітату молочних стоків за різних температур протягом доби

| Час, год / Температура, К | 3 | 6 | 9 | 12 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| | Хімічне споживання кисню, мг $O_2$/дм$^3$ / Ефективність очищення, % | | | | |
| 288 | 4250 / 1,0 | 3910 / 8,0 | 3780 / 11,1 | 3660 / 13,9 | 3110 / 26,8 |
| 303 | 4050 / 4,7 | 3783 / 11,0 | 3502 / 17,6 | 3328 / 21,7 | 2338 / 45,0 |
| 323 | 4150 / 2,4 | 3900 / 8,2 | 3750 / 11,8 | 3587 / 15,6 | 2550 / 39,9 |

У останній час велику зацікавленість викликають психрофільні анаеробні процеси (≤ 20 $^0$ С), які протікають за умов, що не відрізняються від температури довкілля. За цих умов, незалежно від концентрації забруднюючих речовин, за добу можна досягнути ефективності очищення близько 28 %. Хімічне споживання кисню, у цьому випадку, за тривалості процесу 24 години зменшилося до 2000 - 3110 мг $O_2$/дм$^3$, що є недостатнім ні для скидання стічних вод в каналізаційні мережі ні для доочищення в аеробних умовах.

Аналізуючи вище наведені результати прийшли до висновку, що тривалість досліджень потрібно збільшити до досягнення значення ХСК менше 1000 мг $O_2$/дм$^3$. Працювали за мезофільного та психрофільного режимів протягом сімнадцяти діб із високо концентрованими, щодо органічних забрудників, імітатами стічних вод ($ХСК_{поч.}$= 4250 мг $O_2$/дм$^3$). Результати досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати досліджень ефективності очищення імітату молочних стоків за різних температур протягом 17 діб

| Термін, діб / Температура, К | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 14 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Хімічне споживання кисню, мг $O_2$/дм$^3$ / Ефективність очищення, % | | | | | | | | | |
| 288 | 3110 / 26,8 | 2444 / 42,5 | 1947 / 54,2 | 1611 / 62,1 | 1190 / 72,0 | 1130 / 73,4 | 1084 / 74,5 | 1025 / 75,9 | 1010 / 76,2 | 1023 / 75,9 |
| 303 | 2338 / 45,0 | 1828 / 57,0 | 1424 / 66,5 | 1075 / 74,7 | 984 / 76,9 | 840 / 80,2 | 815 / 80,8 | 792 / 81,4 | 781 / 81,6 | 773 / 81,8 |

Як видно з отриманих даних, за психрофільного режиму очищенням протягом сімнадцяти діб не досягали поставленої мети, тобто ХСК перевищувало 1000 мг $O_2$/дм$^3$. Тому для цих умов тривалість очищення сімнадцять діб є недостатньою. В той час як за мезофільного режиму п’ять - шість діб достатньо для одержання кінцевого значення хімічного споживання кисню до 1000 мг $O_2$/дм$^3$. Відтак, за мезофільного режиму подальше очищення стоків можна проводити аеробним методом, або скидати в каналізаційні мережі. Треба відзначити, що збільшення тривалості процесу за обох досліджуваних режимів спричиняє сповільнення деструкції органічних забрудників і, відповідно,

ефективності очищення.

Процеси біологічного очищення найкраще протікають за pH = 7…7,5. Імітат з яким працювали мав початкове значення pH = 4…4,5. Під час проведення вище описаних досліджень pH стічних вод, які очищали, зростав і вже за добу складав 5,3 а за 5 діб – 7,1 .У процесі біологічної деструкції мікроорганізми адаптувалися до середовища і ефективно працювали над створенням прийнятних для своєї життєдіяльності умов.

Стічні води відділень виробництва сиру та сирних продуктів молочних підприємств слід очищати біологічними методами: перша стадія - анаеробне очищення, друга – аеробне, з наступним знезараженням очищених стічних вод перед скиданням в довкілля.

Література

*1. Карелин Я. А. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности / Я. А. Карелин, В. Н. Яромский, Т. М. Лысенков, Г. А. Волкова // Водоснабжение и санитарная техника. – 1993. - №6 – С. 6 – 7.*

*2. Maurina G. Z. Effect of internal recirculation velocity in aan anaerobic sequencing batch reacto / G. Z. Maurina, L. M. Rjsa // Brazilian Jornal of Chemical Engineering. - 2014. - №4/ - P. 895 – 903.*

# ОЧИЩЕННЯ ІНФІЛЬТРАТІВ ГРИБОВИЦЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА В АЕРОБНІЙ ЛАГУНІ

***А.С. Середа, М.С. Мальований, В.Т. Слюсар, В.М. Жук***
*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

# PRE-TREATMENT OF INFILTRATES OF HRYBOVYTSKE LANDFILL IN AEROBIC LAGOON

***A.S. Sereda, M.S. Malovanyy, V.T. Sliusar, V.M. Zhuk***
*Lviv Polytechnic National University, Lviv*

*It was found that for Grybovychi landfill the most suitable pre-treatment technology is aerobic method which will be implemented directly at the landfill territory with subsequent complete treatment at the aerobic lagoons. Pre-treatment of infiltrate should be done in prolonged biological treatment in the aerobic lagoons. Processes of leachate aerobic biological pre-treatment in the static were investigated at laboratory scale.*

Грибовицьке сміттєзвалище функціонує з 1969 року, за різними даними його площа дорівнює від 33,3 га до 45,3 га, максимальна висота накопичених відходів – 45 м, середньорічне вивезення відходів дорівнює 1,050 тис. м$^3$ [1, 2]. Термін експлуатації сміттєзвалища повинен був завершитися через 25 років після його створення, але використання продовжувалось до останнього часу. Однією із найбільших проблем впливу сміттєзвалища на довкілля на даний час є озера із інфільтратами, в які стікають токсичні речовини, що формуються в сміттєвому тілі внаслідок складних біохімічних процесів розкладання органічної частини сміття із розбавленням продуктів розкладу атмосферними опадами. Заскладоване сміття також інтенсивно насичувалося інфільтратами, які в процесі міграції забруднюються різними шкідливими речовинами. Хімічний аналіз інфільтратів показує, що вони містять важкі метали, феноли, нафтопродукти, сірководень, сполуки азоту та інші сполуки в концентраціях понад допустимі норми [3], що становить значну екологічну небезпеку для довкілля. Накопичені в озерах інфільтрати несуть небезпеку для ґрунтів, поверхневих та підземних водних джерел, біоти. Особливо потерпають від цього негативного впливу жителі навколишніх поселень.

Перспективним є застосування біологічного методу очищення в аеробних лагунах, ефективність якого доведена численними практичними впровадженнями у Норвегії, Фінляндії, Швеції, Великобританії. Суть методу полягає у насиченні зібраного в лагуні (яка виконує роль георeактора) інфільтрату аерованим повітрям, яке спричиняє інактивацію через деякий час в об’ємі георeактора мікробіокультури. В результаті аерації та дії біологічних чинників в умовах достатньо довгого часу затримування інфільтрату у лагуні проходить окиснення органічних забруднень та аміачного азоту. В очищеному інфільтраті залишаються біологічно неокиснені речовини переважно в розчинному стані, оскільки колоїдні та нерозчинені речовини виводяться із інфільтрату шляхом осадження на дно лагуни. Аерація здійснюється за допомогою встановлених у лагуні плаваючих аераторів, або занурених струминних насосів – аераторів. Після досягнення фізико – хімічних показників інфільтрату, які б дозволили проводити його доочищення (після розведення міськими побутовими стоками) на муніципальних каналізаційних очисних спорудах, інфільтрат подається туди на остаточне доочищення.

Аеробна мікрофауна представлена різноманітними мікроорганізмами, в

основному бактеріями, які окиснюють різні органічні речовини в більшості випадків незалежно один від одного, хоча окиснення деяких речовин здійснюється шляхом співокислення (кометаболізм). Як і типових аеробних процесах, аеробна мікробна фауна активного мулу аеробних лагун представлена винятковим біорізноманіттям.

Перевагою аеробного біологічного очищення інфільтрату є порівняно невисокі фінансові затрати для реалізації, простота в реалізації та ефективність очищення. Аеробний процес широко використовується для очищення побутових, деяких промислових та свинарських стічних вод із хімічним споживанням кисню не вище 2000.

Для дослідження ефективності аеробного методу біологічного очищення інфільтратів Грибовицького звалища ТПВ (твердих побутових відходів) була змонтована експериментальна лабораторна установка, що моделює біологічне очищення інфільтратів в аеробній лагуні. Аерація здійснювалась у безперервному режимі за сталої температури досліджень – $20^0$С. Досліджувались 2 стадії аеробного очищення фільтрату: в статичному режимі, коли будь яких змін щодо об'єму фільтрату в реакторі не здійснювали і в динамічному, коли через певні проміжки часу із реактору відливали визначену кількість фільтрату, доливаючи взамін таку ж порцію свіжого фільтрату. На стадії статичного режиму встановлювали максимальну ступінь очищення інфільтрату, яка може бути досягнута в процесі аеробного біологічного окиснення за умов реалізації експерименту. Динамічний режим моделював очищення в натурних умовах, коли в аеробну лагуну постійно подається новий фільтрат і відводиться очищений. У описаних дослідженнях фільтрат доливався і відповідно відводився в кількостях 250, 350, 400 і 500мл/день. У кожній серії динамічних досліджень доливання свіжого, відливання очищеного фільтрату, відбір та аналіз проб здійснювали до досягнення постійних показників на протязі трьох діб, після цього переходили до наступної серії досліджень.

Аналізи результатів дослідження аеробного біологічного очищення в статичному режимі показали, що за період 10-денного циклу вдалось зменшити ХСК в 2 рази і зменшити концентрацію іонів амонію більше ніж у 3 рази. Мікробіологічний аналіз встановив в складі фільтрату, який очищався, широкий спектр мікробіологічної культури, яка відрізняється від культури активного мулу міських очисних споруд. Склад цієї культури та закономірності її розвитку потребують додаткових досліджень. В середньому сталий режим роботи установки в динамічному режимі досягався через 9-11 діб. Аналіз результатів свідчить про оптимальний час затримки фільтрату в аеробній лагуні 8-10 днів. В результаті ХСК зменшується майже вдвічі, а амонійний азот на 35%. Для отримання більш достовірних результатів, які б дозволили запропонувати науково обґрунтовані оптимальні режими очищення інфільтратів у аеробній лагуні, необхідні дослідження впливу на ефективність та повноту очищення природних факторів, ступеня аерації, умов інактивації мікробіологічної культури.

*1. Крилюк В.М. Екологічний аудит як дієвий засіб прийняття практичних рішень в сфері екологічної безпеки /В.М.Крилюк//Екологічна безпека. – 2012. - №1.–С.31.*
*2. Рибак С. Стан та ступінь деградації природних комплексів під впливом існування львівського міського сміттєзвалища та еколого-економічна оцінка наслідків його діяльності на перспективу / С. Рибак, О. Томашівський//Проблеми та перспективи розвитку Української нау- ки на початку третього тисячоліття: зб. наук. праць III Всеукраїнської науково-практичної інтернет – конференції. Переяслав – Хмельницький, 14-16 грудня 2011 р. - С. 9 – 12.*
*3. Варнавская И.В. Анализ условий образования и состава сточных вод полигонов твердых бытовых отходов/И.В.Варнавская//Экология и промышленность.–2008.– № 1. – С. 39–43.*

# Розділ 3
# ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНІ ТА РЕКРЕАЦІЙНО-БАЛЬНЕОЛОГІЧНІ РЕСУРСИ

# Chapter 3
# HYDROENERGY AND RECREATION-BALNEOLOGICAL RESOURCES

# ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЛІКУВАЛЬНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ «НАФТУСЯ»

***Л. С. Гринів, О. Б. Гринів***
*Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів*

# PROBLEMS OF ECOLOGICAL SUSTAINABLE USE OF MINERAL WATER "NAPHTUSIA"

***L. S. Hryniv, O. B. Hryniv***
*Ivan Franko National University of Lviv*

*A new approach to ecological sustainable use of water resources of "Naphtusia" should be based on the research of complex natural (biophysical) occuring in the water ecosystems.*

Головним бальнеолікувальним фактором мінеральної води "Нафтуся" є органічні сполуки. Саме збереження їх біомаси та структури є головним критерієм екологічної збалансованості використання цієї води. Будучи гідрокарбонатно-кальцієво-магнієвою водою, "Нафтуся" є складним природним комплексом мінеральних солей, мікроелементів, автохтонних мікроорганізмів і розчинених полярних і неполярних органічних сполук в кількості 10-20 мг/л у перерахунку на органічний вуглець. Останніми вода насичується, як показують дослідження вчених, під час циркуляції в бітумінозних породах, а неполярні (гідрофільні) речовини є продуктом їх мікробної біотрансформації.

В процесі використання цієї води дуже важливим є збереження в ній не лише кількісного обсягу органічних сполук, але і якісних показників стійкості їх структури. Це є гарантією збереження стійкого стаціонарного стану кожної лікувально-водної екосистеми курорту. Детальне вивчення органічних речовин, що входять до складу "Нафтусі" дало можливість їх систематизувати у такі класи (див. табл. 1).

*Таблиця 1*

Структура та методи ідентифікації органічних речовин в мінеральних водах типу "Нафтуся"

| Клас органічних сполук | Окремі представники чи групи | Метод ідентифікації |
|---|---|---|
| Насичені вуглеводи | метан, етан, пропан, бутан, пентан, н-парафіни$C_{11}$ – $C_{19}$, $C_{20}$ - $C_{33}$ | газова хроматографія, хромато-мас-спектрометрія |
| Ненасичені вуглеводи | етилен, пропілен, ненасичені сполуки невідомої будови | газова хроматографія, ІЧ-спектроскопія |
| Органічні кислоти | $C_7$ – $C_{18}$, $C_{19}$ - $C_{33}$ | хромато-мас-спектрометрія |
| Ароматичні сполуки | ароматичні сполуки невідомої будови феноли | ІЧ-спектроскопія, колориметрія |
| Амінокислоти | серин, трионін, цистеїн, гістидин, аспарагінова к-та | Рідинна хроматографія |
| Ліпіди | фосфоліпіди, дигліцериди 1,3, тригліцериди | Тонкошарова хроматогрфія |
| Гетеросполуки | азотовмісні, сірковмісні | ІЧ-спектроскопія |
| Бітумінозні речовини | нафтоподібні речовини (голуба зона), смоли (жовта зона), асфальтени, гумінові речовини (коричнева зона) | Тонкошарова хроматогрфія |

Як показують дані цієї таблиці, лікувальна вода "Нафтуся" характеризується

наявністю в ній восьми класів органічних сполук, які є критерієм структурної стійкості її біомаси в довготерміновому періоді часу. Однак сучасні методи природокористування на курорті Трускавець, на жаль, не націлені на збереження структурної стійкості органічних сполук "Нафтусі" на перспективу, оскільки не враховують вимоги моделі екологічної збалансованості водокористування. Сьогоднішні нормативи використання лікувальних мінеральних вод, розсолів та пелоїдів побудовані на основі лише рекреаційних потреб відпочиваючих, без врахування біофізичних вимог збереження стійкості кожного водопункту лікувальних бальнеоресурсів курорту. Тобто ці нормативи є по своїй суті антропоцентричними, що суперечить Концепції сталого (збалансованого) розвитку світу.

Сучасні нормативи використання лікувальних бальнеоресурсів не враховують диференціацію біофізичних та біохімічних умов збереження різних за потужністю і площею родовищ бальнеоресурсів. Такий стан справ є незадовільним і свідчить про екологічну незбалансованість природокористування на бальнеологічних курортах України. Так, кожна ділянка родовища лікувальних мінвод в Трускавці характеризується специфічними компонентами, що зберігаються при відповідних температурних параметрах. Якщо ж вони порушуються в процесі водокористування, то відповідно потрібно зменшити обсяг використання цього родовища. Так, наприклад, при добовому дебеті мінеральної води 50 $м^3$/добу та індексі стійкості $I_{ст}$ – 0,6, обсяг споживання цього родовища має становити 20 $м^3$/добу. Таке водокористування відповідатиме вимогам збереження біофізичної стійкості лікувально-водної екосистеми.

Основними нормативними документами, що регламентують сьогодні використання родовищ гідромінеральних ресурсів в державі, є:

– "Кодекс України про надра", що впроваджений в дію Постановою Верховної Ради України від 27 липня 1994 р.;

– "Водний кодекс України", впроваджений в дію Постановою Верховної Ради України від 6 червня 1995 р.

Ці нормативні документи не відповідають сучасним вимогам екологічно збалансованого природокористування на курортах, оскільки не враховують умови збереження біомаси кожного родовища лікувальних бальнеоресурсів. Це потребує визначення нових екологічно обґрунтованих норм експлуатації кожного родовища лікувальних бальнеоресурсів з врахуванням функцій моделі екологічно збалансованого природокористування. На основі цього необхідно визначити зони обмеженого рекреаційного природокористування та резервні території з одночасним встановленням умов їх використання в контексті максимального збереження біорізноманіття кожної РЕСС. Водночас потрібно встановити адміністративні та економічні бар`єри з метою недопущення експлуатації родовищ бальнеоресурсів без відповідних природно-охоронних споруд, підготовки території та попередньої медико-біологічної експертизи. Для цього слід обгрунтувати і затвердити в Кабінеті Міністрів України нові "Правила розробки мінеральних вод з врахуванням вимог екологозбалансованого розвитку курортів держави". Організаційними структурами управління цим процесом мають бути Держнаглядохоронпраці та координаційно-інформаційний центр з питань екологічно збалансованого розвитку України при Кабінеті Міністрів України.

Отже, можна зробити такі висновки:

1. Головною причиною екологічної розбалансованості рекреаційного природокористування є недотримання вимог стійкості біологічної, а не економічної продуктивності ресурсів природного рекреаційного капіталу. В зв'язку з цим необхідно з'ясувати умови не лише економічного, а й енергетичного

відтворення природної підсистеми кожної РЕСС.

2. Визначальним у цьому є моделювання функції екологічної пропозиції кожної водної екосистеми (ВЕ) та обґрунтування функцій збереження та споживання ресурсів природного рекреаційного капіталу.

3. Дотримання вимог екологічно збалансованого ринку рекреаційних послуг відбувається за допомогою аналізу біофізичної доцільності обсягів природокористування в кожній ВЕ.

4. Проведений аналіз впливів енергетично-речовинних потоків на економічні процеси в сфері рекреаційного природокористування підвів до обґрунтування нових екологічних норм природокористування на основі біофізичних критеріїв дотримання стійкості стаціонарних станів водно-лікувальних екосистем.

5. Визначення екологічної пропозиції кожної ВЕ дає можливість попереджувати деградацію довкілля у довготерміновому періоді та забезпечувати екологічно збалансований розвиток регіональної економіки.

6. Таким чином, до економічного аналізу регіону вводяться нові просторово-економічні функції збалансованого розвитку рекреаційних екологосоціогосподарських систем як доповнення до чинників його економічного зростання.

# КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ МІНЕРАЛЬНОЇ ПРИРОДНОЇ ЛІКУВАЛЬНО-СТОЛОВОЇ ВОДИ «КРАЙНА» ЩОДО ЇЇ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

***А.Ю. Кисилевська, О.М. Нікіпелова, С.Г. Гуща, С.І. Ніколенко, М.В. Калініченко***

*ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та куротології МОЗ України», м. Одеса*

# COMPLEX QUALITY ASSESSMENT OF NATURAL MINERAL SILICON TREATMENT TABLE WATER «KRAYNA» FOR ITS PRACTICAL USE

A.U. Kysylevska**,** O.M. Nikipelova, ***S.G.*** Gushcha, ***S.I.*** Nikolenko***, M.V. Kalinitchenko***

*State Institution "Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Ukraine", Odessa*

***Summary.*** *According to the results of complex preclinical (physical, chemical, microbiological, experimental) and klinical studies mineral waters of well № 1061 of Solotvino vilage (name «Krayna») (Transcarpathian region) defined their safety, availability of their practical use in health-resort practice and industrial packaging.*

На сьогодні, незважаючи на технічний прогрес та розвиток медицини, застосування мінеральних вод (МВ) для корекції та профілактики патологічних станів зберігає важливе значення, тому що вони володіють багатогранною неспецифічною дією, мінімальними побічними ефектами та можуть застосовуватися для оздоровлення і реабілітації населення.

Кремнієві МВ посідають провідне місце серед слабкомінералізованих МВ, які використовуються у лікувальній практиці при внутрішньому застосуванні. Метакремнієва кислота чинить протизапальну, знеболюючу та седативну дію. Кремній необхідний для забезпечення захисних функцій організму, процесів обміну, дезінтоксикації та засвоєння мікроелементів. Дефіцит кремнію призводить до ряду захворювань, таких як: атеросклероз, цукровий діабет, розлади серцево-судинної системи. Старіння організму характеризується саме зниженням вмісту кремнію у сполучній тканині, кістках, судинах та шкірі.

Кремнієві МВ мають різний хімічний склад, але їх об’єднує наявність у складі умовноесенціального мікроелемента — кремнію. Кремнієві МВ містять метакремнієву кислоту ($H_2SiO_3$) не менше 50,0 mg/l.

До таких кремнієвих МВ відносяться води свердловини (свр.) № 1062 с. Нижнє Солотвино (Ужгородський р-н Закарпатської обл.).

Якість МВ характеризується їх безпечністю, відповідністю встановленим межам коливання компонентів, задовільним санітарно-мікробіологічним станом, певною мікробіотою та біологічною дією [1].

МВ свр. № 1062 с. Нижнє Солотвино відносяться до гідрокарбонатних натрієво-кальцієвих, натрієво-магнієво-кальцієвих, магнієво-натрієво-кальцієвих (або різного катіонного складу), слабкокислих-нейтральних, холодних з мінералізацією 0,23—0,31 g/l та умістом метакремнієвої кислоти ($H_2SiO_3$) — 91—111 mg/l. При такій низькій мінералізації це досить висока концентрація кремнію.

$$\mathrm{H}_2\,SiO_3 0{,}091-0{,}111 \quad \mathrm{M}_{20{,}23-0{,}31}\frac{HCO_3 86-94\; Cl 5-10}{Ca 40-57 (Na+K) 22-37\; \mathrm{Mg} 1634}\; pH 6{,}75-7{,}15$$

Санітарно-хімічний стан МВ задовільний. За показниками радіаційної якості та мікробіологічним станом МВ відповідає вимогам ДСТУ 878-93 [2].

Результати мікробіологічних досліджень МВ свідчать про наявність в них мікроорганізмів різних еколого-фізіологічних груп: маслянокислювальних, жиророзщеплюючих, вуглеводнеокиснювальних, тіонових, амоніфікувальних аеробів та анаеробів. МВ не містила актиноміцетів, стрептоміцетів, дріжджів, мікроміцетів, які здатні погіршувати органолептичні показники вод. Виявлені мікроорганізми можуть бути продуцентами біологічно активних речовин (каталази, протеази, вітамінів та ін.).

Експериментальні роботи складалися з декількох етапів: оцінка біологічної активності на здорових тваринах (білих щурах) та відтворення патологічних станів у тварин з визначенням корегуючої МВ.

При вивченні корегуючої дії МВ з порушеннями вуглеводного обміну у вигляді зниження толерантності до глюкози встановлено наступне: внутрішнє введення МВ тваринам з алоксановим предіабетом викликає нормалізацію рівня глікемічної кривої; чинить значний заспокійливий вплив на активність центральної нервової системи (ЦНС), тобто рухова активність та орієнтувально-дослідницька поведінка (ОДП) у щурів знижується на 30 %; емоційна активність тварин зазнає позитивні зміни: на 50 % знижується кількість актів грумінгу та їх тривалість, що свідчить про зняття емоційної напруги, функціональний стан нирок зазнає позитивних змін; відновлюється їх сечоутворювальна функція; реакція добової сечі значно зсувається у лужний бік; зниження екскреції іонів калію з супутнім підвищенням екскреції іонів натрію та хлорид-іонів свідчить про відновлення водно-електролітного обміну.

За результатами попередніх наших досліджень кремнієві МВ можуть запобігати надмірній активації основних енергетичних циклів і перешкоджати розвитку гіперергічних реакцій в організмі у відповідь на дію зовнішніх стресорів різноманітного походження. Отже представляло інтерес дослідити вплив на функціональний стан ЦНС та емоційний стан у щурів з експериментальним хронічним емоційно-імобілізаційним стресом (дістресом), посиленим ситуаційними чинниками (ХЕІСС), проявом якого є розвиток стану ендогенної інтоксикації (ЕІ).

При вивченні корегуючої дії МВ на тлі розвитку ЕІ, обумовленої тяжкими психоемоційними стресами, встановлено наступне: у щурів при розвитку ХЕІСС значно пригнічуються рухова активність і ОДП, кількість зазирань у норки підвищується на 67 %; підсилюються емоційно-вегетативні реакції, збільшено кількість грумінгів на 35 %, кількості болюсів на 30 % і кількості урінацій на 20 %. При вживанні МВ відновлюється кількість актів урінацій, дефекацій та частоти грумінгу; кількість зазирань у норки знижується майже на 77 %, що у сукупності з значним зниженням тривалості зупинок та підвищенням їх кількості вказує на відновлення емоційної активності тварин та часткове підвищення рухової активності, при цьому тварини не виглядали пасивними та пригніченими, на різкі звуки реагували жваво. Таким чином, проведений курс з кремнієвою МВ свр. № 1062 чинить протекторний вплив на досліджені показники при значних змінах емоційного стану та функціональної активності ЦНС тварин при стресобумовлених порушеннях [3].

Отримані експериментальні дані дозволили рекомендувати МВ до клінічних випробувань при внутрішньому застосуванні для корекції патологічних станів, які обумовлено дією токсинів, ендогенною інтоксикацією, пошкодженням функції нирок, розладами, які викликано психоемоційним стресом (у пацієнтів з захворюваннями на змішані тривожні депресивні розлади у стані збудження), порушенням толерантності до глюкози та цукровим діабетом II типу.

За результатами проведених клінічних випробувань, які було проведено згідно з Наказом [4], вивчено, доведено сприятливий вплив та терапевтичну

ефективність і доцільність використання досліджуваної МВ на клінічний перебіг захворювань − хронічний неатрофічний нормоацидний гастрит, хронічний реактивний панкреатит, порушення толерантності до глюкози, неалкогольна жирова хвороба печінки, хронічний некалькульозний холецистит із дискінезією жовчовивідних шляхів за гіпотонічною формою, хронічний пієлонефрит з сечокислим діатезом та хронічний тривожний стан. Також разом з показаннями та протипоказаннями для МВ розроблено Інструкцію щодо практичного використання у медичній практиці при внутрішньому застосуванні.

Отже за результатами проведених досліджень встановлено, що фасована МВ «Крайна» володіє потужними лікувальними властивостями, що дозволяє використовувати її для відновлення психоемоційного стану хворих з його порушеннями, для корекції станів психо-емоційної перенапруги та дезадаптації у осіб з наслідками психологічної травми і соціальних розладів постраждалих у АТО.

Згідно з результатами проведеного повного комплексу досліджень безпечності та якості підземні води свр. № 1062 с. Нижнє Солотвино кваліфіковано як мінеральна природна лікувально-столова та рекомендовано для промислового фасування.

Для МВ також проведено роботи із встановлення терміну придатності до споживання та встановлено термін зберігання для негазованої та сильногазованої води – 12 місяців.

МВ свр. № 1062 с. Нижнє Солотвино наразі фасується під назвою «Крайна» на сучасному високотехнологічному обладнанні безпосередньо біля місця розташування свердловини. Згідно з ДСТУ 878-93 [2] МВ можна застосовувати як столовий напій несистематично та для лікування за показаннями.

МВ має приємний смак та є гідним представником нашого національного надбання – українських мінеральних вод.

*ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ*

*[1] Порядок здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів / [К. Д. Бабов, Т. А. Золотарьова, Б. А. Насібуллін та ін.] — К. : КІМ, 2008. — 176 с.*

*[2] Води мінеральні фасовані. Технічні умови : ДСТУ 878-93 [Чинний від 1995-01-01] — К.: Держспоживстандарт України, 1994. — 88 с. — (Державний стандарт України).*

*[3] Гуща С.Г. Можливість корекції змін функціональної активності нервової системи щурів з емоційно-мобілізаційним дістресом слабкомінералізованою мінеральною водою з підвищеним умістом метакремнієвої кислоти / Гуща С.Г., Насібуллін Б.А., Бахолдіна О.І., Калініченко М.В., Олешко О.Я // Мат-ли Національного конгресу патофізіологів України «Патофізіологія і фармація: шляхи інтеграції», 5-7 жовтня 2016 р. – м. Харків. – С. 70.*

*[4] Про затвердження Порядку здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання : наказ від 02.06.2003 р. № 243 // Збірник нормативно-директивних документів з охорони здоров'я. — 2003. — № 9. — С. 72—91.*

УДК 553.7 (478.8)

# СУЧАСНИЙ СТАН ГІДРОМІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ КУРОРТУ СХІДНИЦЯ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЧИ ЗАГРОЗА ВТРАТИ?

***Євген Кондратюк***

*ТОВ "КВАРЦ", м. Моршин, Україна*

# CURRENT CONDITION OF SKHIDNYTSIA RESORT HYDRO-MINERAL RESOURSES: DEVELOPMENT PROSPECTS OR RISK OF LOSS?

***Yevhen Kondratyuk***

*"KVARTS" LLC, Morshyn, Lviv region, Ukraine*

**Вступ.** Прикарпаття і Карпати є одним з найбагатших регіонів України на природно-рекреаційні ресурси. Прекрасні природні умови в сукупності з джерелами різноманітних мінеральних вод сприяють комплексному їх освоєнню. Санаторно-курортна база тільки на Львівщині, представлена відомими курортами: Трускавець, Моршин, Східниця. Тут же функціонує багато заводів по розливу мінеральних вод, крім того, є можливість для використання інших мінеральних вод невеликими базами відпочинку і пансіонатами, які розкидані по всіх Карпатах.

**Виклад матеріалу.** В цій статі наводиться характеристика Східницького родовища мінеральних вод типу "Нафтуся" та прилеглих ділянок з іншими типами вод, обсяги розвіданих запасів і короткий аналіз стану санітарної охорони джерел мінеральних вод курорту Східниця для привернення особливої уваги до комплексу питань із санітарної охорони курортів і родовищ мінеральних вод.

В селищі Східниця виявлені різні типи мінеральних вод, які відрізняються як за хімічним складом, так і за лікувальними властивостями, а також ступенем геологічної вивченості. Гідромінеральна база Східницького курорту представлена такими типами вод [1, 2].

1. Слабомінералізованими з підвищеним умістом органічних речовин в кількості 10-30 мг/дм$^3$ (типу "Нафтуся"), які становлять запаси Східницького родовища мінеральних вод і затверджені в ДКЗ СРСР за категоріями А+В у кількості 64,6 м$^3$/добу по чотирьох ділянках (табл. 1).

2. Вуглекислі мінеральні води гідрокарбонатного натрієвого складу з мінералізацією біля 6,0 г/ дм$^3$;

- розкриті свердловиною 2-с на ділянці Центральна, експлуатаційні запаси прийняті на НТР ДГП "Західукргеологія" в кількості 9,5 м$^3$/добу по категорії $C_1$.
- на цій же ділянці виводяться джерелом №118, орієнтовні запаси прийняті на НТР ПрАТ "ГТІ" в кількості 10,0 м$^3$/добу. Отже сумарні запаси вуглекислих гідрокарбонатних натрієвих вод (содових) становлять 19,5 м$^3$/добу.

Таблиця 1 – Запаси мінеральних вод типу "Нафтуся", м$^3$/добу

| Ділянка | Категорія запасів | | Водопункт |
|---|---|---|---|
| | А | В | |
| Карпати | 29,0 | - | Св. 1-с |
| Горби | - | 15,3 | Св. 18-с |
| Смерекова | 5,2 | - | Дж. 1 |
| Гуцулка | 6,9 | 8,2 | Дж. 10 (8,9) |
| Всього | 41,1 | 23,5 | |
| Разом | 64,6 | | |

3. Залізисті води джерел №13 і 15 з вмістом двовалентного заліза від 27 до 70 мг/дм$^3$; запаси їх оцінюються за результатами режимних спостережень по мінімальних забезпечених витратах в кількості 11,0 м$^3$/добу (запаси в ДКЗ не затверджені через відсутність медичних показів по застосуванню).

Крім цих основних ділянок і джерел, на курорті є багато недосліджених джерел, але які використовуються відпочивальниками з лікувальною метою: джерела №№ 3, 5, 6, 21, 13а, 25, 26 та інші. Вони виводять переважно воду типу Нафтуся, деякі – залізисту

В геологічній будові території беруть участь відклади олігоцену, які представлені менілітовою світою, яка складена перешаруванням темно-сірих та чорних аргілітів і темно-сірих тонкозернистих кварцових пісковиків, в підошві залягає горизонт коричневих сіліцитів. Підземні води приурочені до зон тріщинуватості вище названих порід і часто розвантажуються в долинах річок і ярів у вигляді численних джерел, деякі з них використовуються курортом. Головним джерелом формування природних ресурсів продуктивного водоносного горизонту є інфільтрація атмосферних опадів та перетоки по тектонічних порушеннях із водоносних горизонтів, які залягають нижче. В межах родовища виділено геоморфологічно відокремлені ділянки на яких створились необхідні умови для формування слабомінералізованих вод типу "Нафтуся", залізистих і содових. Ділянки гідравлічно не пов`язані між собою: вони мають свої області живлення і розвантаження, а також дещо відрізняються за хімічним складом вод.

Постановою Кабінету Міністрів України №259-Р від 28.04.76 р. Східниці було надано статус курортної місцевості, пізніше - статус курорту. Згідно з Постановою Кабміну від 11.12.96 р. №1499 Східницьке родовище віднесене до категорії лікувальних об`єктів.

Експлуатація родовища ведеться здавна, формально - з 1975 р., коли було створено підрозділ по перспективному розвитку санаторно-курортних установ. З 1976 р. родовище було передане для експлуатації Трускавецькій гідрогеологічній режимно-експлуатаційній станції. Розробка родовища здійснювалася згідно з технологічною схемою, затвердженою у 1989 р. З 2012 р. деяку діяльність проводить КП "Східницькі джерела", зокрема за їхні кошти проведено обстеження джерел, виготовленні паспорта на джерела №№5, 6, 21, 25, 26, проведена їх попередня бальнеологічна оцінка та отриманий дозвіл на СВК.

Мінеральні води Карпатського краю вимагають особливої охорони насамперед тому, що в окремих курортних місцевостях погіршується їх санітарно-екологічний стан через територіальне поєднання рекреаційних ресурсів з іншими корисними копалинами, розробка яких без шкоди для перших неможлива. Максимальне збереження розвіданих родовищ і ділянок, захист мінеральних вод від забруднення та виснаження забезпечується їх санітарною охороною.

Метою санітарної охорони курортів є збереження природних властивостей лікувальних ресурсів, запобігання забрудненню, пошкодженню та передчасному виснаженню цих ресурсів. Для цього, відповідно до Закону про курорти [5], встановлюється округ санітарної (гірничо-санітарної) охорони. Для курорту Східниця межі ЗСО та режим в них затверджені постановою Ради Міністрів УРСР №339 від 20 червня 1978 р. [4].

Встановлення і суворе дотримання вимог до зон санітарної охорони, контроль за їх станом, якістю видобутих вод, розробка і впровадження профілактичних заходів щодо збереження якості і ресурсної кількості дозволяють зберегти мінеральні води від забруднення і знищення. У проекті ЗСО був розроблений комплекс заходів, спрямованих на поліпшення санітарно-екологічного стану території курорту в цілому і ділянок "Нафтусі" зокрема, збудовані капітальні каптажні споруди, щоб убезпечити самі джерела та І пояс

ЗСО від нищення або забруднення, винесені в натуру межові знаки І-ї, ІІ-ї та ІІІ-ї зон і округу санітарної охорони.

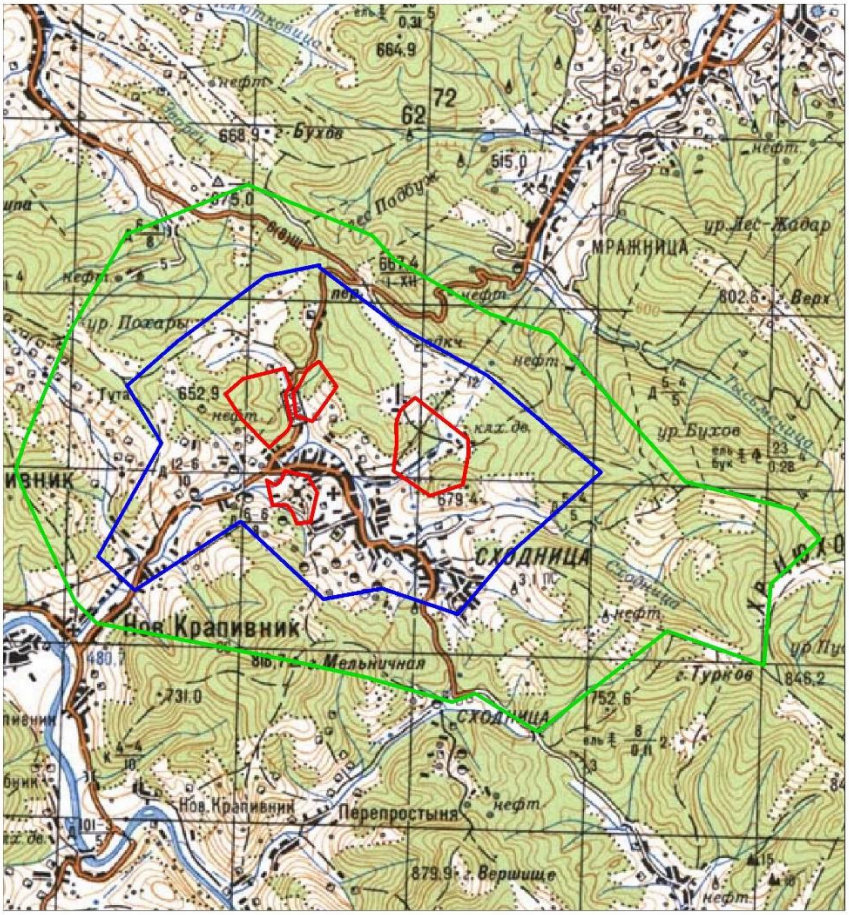
Ігнорування екологічного законодавства України суб'єктами підприємницької діяльності в містах-курортах за потурання влади веде до прямої загрози знищення мінеральних вод, на яких базується лікувальний процес курорту. Дотримання діючих норм національного законодавства та контроль над виконанням прийнятих раніше рішень є обов'язковим, адже постанова не скасована, новий Закон "Про курорти" не містить норм, відмінних від тих, за якими розроблявся "Проект ЗСО", а деякі вимоги до санітарного захисту в межах курортів навіть стали жорсткішими [5].

Східницьке родовище відноситься до типу інфільтраційних, тому контроль екологічного стану санітарних зон і прилеглих територій Східницького родовища набуває особливої ваги щодо захисту мінеральних вод від забруднення. Нехтування постановою № 339 "Про межі округу і ЗСО курортної місцевості Східниця" призвело до часткової забудови раніше вільних територій в межах 1-ої зони санітарної охорони. На ділянці "Гуцулка" не виконані вимоги постанови про знесення частини застарілих приміщень санаторіїв, а в межах ділянки "Карпати" навпаки, вільна територія 1-ї зони частково забудована, внаслідок чого зменшився дебіт фонтанування свердловини № 1с (1к) і джерела № 13. Тепер в межах І поясу ділянки Гуцулка збудовано місцевий парк з демонстрацією зразків давнього нафтопромислу Східниці, але це суперечить чинній постанові, адже ця територія є областю живлення мінеральної води джерела №10, каптажна споруда якого працює й до сьогодні та подає воду в напівзбережений бювет [6].

Варто відзначити, що з боку державних органів теж не було майже ніякої підтримки: Програма розвитку курорту Східниця виявилася декларативною, "створення умов для подальшого розвитку курорту Східниця як Всеукраїнської дитячої оздоровниці" так і не настало [3].

Бездіяльність приватного підприємства протягом 10 років, яке отримало в 2002 р. спеціальний дозвіл на користування Східницьким родовищем без проведення тендеру, і потурання контролюючих органів призвело до незворотних втрат. Санітарно-технічний стан джерел та свердловин, каптажних споруд, зон навколо них вкрай незадовільний, деякі межі самовільно змінені, огорожі та попереджувальні знаки зруйновані, дебіт водопунктів зменшився в рази. Фактично до закінчення терміну дії спецдозволу (2012 р.), ряд свердловин та джерел Східницького родовища опинилось на межі знищення. Сьогодні йдуть дебати в селищній раді, кому краще надати погодження на отримання спеціального дозволу, місцевому комунальному підприємству, яке власне створене для цього чи якійсь багатшій структурі? Нарешті й розпорядженням обласної адміністрації утворена спеціальна міжвідомча група з метою напрацювання узгоджених пропозицій щодо перспективного розвитку смт Східниця, після кількох засідань якої розпочали наводити лад в І поясі ЗСО та каптажних спорудах.

**Висновок.** Курорт Східниця має унікальні природні лікувальні ресурси і необхідну інфраструктуру для їх експлуатації та організації лікування хворих, тому для збереження і перспективного розвитку потрібно надання йому статусу курорту державного значення з встановленням округу й ЗСО курорту та затвердження їх Верховною Радою України відповідно до Закону України "Про курорти". В процесі підготовки цього законопроекту буде виконана об’єктивна оцінка санітарно-екологічного стану родовища і створені засади його подальшої раціональної експлуатації.




Межі зон гірничо-санітарної охорони

I поясу — II поясу — III поясу

Літературні джерела


1. *Катрич Н. Б. Геохімічна типізація мінеральних вод Східницького родовища. / Катрич Н. Б., Лебединець М. В., Сеньковський А.Ю. - // ВІСНИК ЛЬВІВ. УН-ТУ Серія геологічна. 2007. Вип. 21. С. 145–149*
2. *Лечебные минеральные воды типа "Нафтуся" Украинских Карпат и Подолья [Текст] : [монография] / [В. М. Шестопалов и др.].- К.; Черновцы: [Букрек], 2013. – 600 с.*
3. *Про затвердження Програми розвитку курорту Східниця: Постанова Кабінету Міністрів України від 4 лютого 1999 р. № 141 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:* http://portal.rada.gov.ua/
4. *Про межі округу і зон санітарної охорони курортної місцевості Східниця у Львівській області. Постанова Ради Міністрів УРСР від 20 червня 1978 р. N 339*
5. *України З. "Про курорти":[Електронний ресурс]/Постанова Верховної Ради України № 2026–III від 05.10. 2000 //Режим доступу до ресурсу:* http://www. uapravo. net/data/base48/ukr48822. htm.
6. *Шестопалов В.М Актуальні аспекти збереження і використання гідромінеральних ресурсів Львівської області. / В.М. Шестопалов, А.Ю. Моісеєв, Є.І Кондратюк. // Третя науково-практична конференція "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування". Україна, м. Трускавець, 4–7 жовтня 2016 р. с.*

# ВПЛИВ ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДИ НА КРОВ ЛЮДИНИ

***О.О. Мацієвська, Я.І. Дунаєвський***
*Національний університет "Львівська політехніка", Львів*

# INFLUENCE REDOX POTENTIAL WATER FOR HUMAN BLOOD

***O. Matsiyevska, Y. Dunaievskyi***
*Lviv Polytechnic National University*

*Distilled, tap and natural mineral medical-table water "Polyana Kvasova" are analyzed. The source water saturation with molecular hydrogen and activation in electric activator can reduce its redox potential for negative values. Change of the quality parameters for activated water (catholyte) indicates their non-compliance with drinking water indicators. Quality of hydrogen-saturated water hasn't changed. Water consumption with negative redox potential improves blood condition of the experimenter compared to the reference. Consumption of activated water (catholyte) has immunomodulatory effect. The powerful antioxidant effect of hydrogen-saturated water is indicated. Blood state close to ideal is observed after consumption of hydrogen-saturated water "Polyana Kvasova".*

Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує споживати воду з ОВП не більше 60 мВ. Окисно-відновний потенціал внутрішнього середовища організму людини в нормі завжди менше нуля і знаходиться у межах від –100 до –200 мВ. У роботі [3] автори припускають, що оптимальною для здоров'я людини є питна вода з від'ємним значенням ОВП. Проте, людина споживає воду з ОВП у межах 100–400 мВ. Для адаптації окисно-відновного потенціалу питної води та внутрішнього середовища людина додатково витрачає енергію.

В Україні в процесах водопідготовки не враховується цей фактор. Більше того, значення ОВП водопровідної, фасованої тощо води не нормується ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

***Мета дослідження*** – визначення впливу окисно-відновного потенціалу води різної якості на стан крові людини.

Під час проведення досліджень використано метод потенціометричного визначення показників якості вихідної та досліджуваної води. Окисно-відновний потенціал вимірювали портативним ОВП-метром марки ORP-2069, (Китай), загальний солевміст і температуру – портативним аналізатором якості води TDS-метр марки TDS-3 M (Китай), значення pH – портативним PH-метром марки PH-2011 ATC (Китай). Похибка вимірювання приладами відповідно – ± 5 мВ, ± 2 % та ± 0,01 одиниці pH.

Воду з від'ємним значенням ОВП отримували:

– активацією вихідної води за допомогою електричного активатора води марки ЭАВ-3 ("Ековод", Україна);

– насиченням вихідної води молекулярним воднем.

За допомогою електричного активатора води марки ЭАВ-3 вихідну воду об'ємом 2,75 дм$^3$ активували протягом 1 год 10 хв. Для експериментів використовували католіт об'ємом 1,0 дм$^3$.

В експериментах використовували водень, отриманий електролізом 30 %-ного водного розчину KOH за допомогою генератора чистого водню H2-13B2 ("Водород", Україна). Вихідну воду насичували молекулярним воднем за такою схемою. Пластикову пляшку об'ємом 1,5 дм$^3$ заповнювали вихідною водою

доверху. Отвір пляшки закривали кришкою. Після цього пляшку догори дном опускали в ванну з вихідною водою. Під водою кришку відкривали. Через трубку від електролізера в пляшку вводили водень об'ємом 0,5 дм$^3$. Будь-яке очищення водню не проводили.

Після введення необхідної кількості водню пляшку закривали кришкою під водою. Заповнену воднем пляшку витягували з ванни та витримували догори дном або на боці протягом 24 год.

Стан крові експериментатора визначали гемосканування (миттєве дослідження краплі капілярної крові під мікроскопом при збільшенні в 4,5 тис. разів) в оздоровчо-реабілітаційному центрі біологічної медицини "Сідус", м. Львів (ліцензія МОЗ України серія АГ №600865 від 04.07.2012 р.).

***Методика проведення досліджень*** – визначали показники якості вихідної води, після чого її активували або насичували воднем. За 1 год до відбору краплі крові експериментатор визначав показники якості досліджуваної води та випивав 1 дм$^3$ досліджуваної води. Стан крові досліджували гемосканування та порівнювали з еталонним станом крові. Проводили шість серій досліджень.

*Першу серію досліджень (еталонний стан крові)* проводили натще за звиклого споживанні їжі та води. *Другу серію досліджень* проводили після споживання відстояної протягом 24 год води з водопровідного крану, розташованого за адресою: Україна, м. Львів, вул. Кольберга, б. 6. *Третю серію досліджень* проводили після споживання католіту. Як вихідну використовували відстояну протягом 24 год воду з водопровідного крану, розташованого за адресою: Україна, м. Львів, вул. Кольберга, б. 6. *Четверту серію досліджень* проводили після споживання дистильованої води, насиченої воднем. *П'яту серію досліджень* проводили після споживання води, відібраної з водопровідного крану к. 105 ІІ-го навчального корпусу НУ "Львівська політехніка" (Україна, м. Львів, вул. Карпінського, б. 6), насиченої воднем. *Шосту серію досліджень* проводили після споживання мінеральної природної гідрокарбонатної натрієвої борної лікувально-столової води "Поляна Квасова", насиченої воднем.

***Результати дослідження*** показників якості вихідної та досліджуваної води наведені в табл. 1, 2.

Результатом дослідження зміни стану крові експериментатора після споживання води різної якості є мікрофото фрагментів зразків його крові (рис.).

*Таблиця 1*

**Показники якості вихідної води**

| Серія досліджень | Окисно-відновний потенціал, мВ | Загальний солевміст, мг/дм$^3$ | Температура, °С | pH |
|---|---|---|---|---|
| II | 205 | 204 | 19 | 7,63 |
| III | 149 | 206 | 17 | 7,68 |
| IV | 151 | 0,01 | 19 | 5,79 |
| V | 260 | 202 | 17 | 7,48 |
| VI | 60 | 2700 | 19 | 6,60 |

*Таблиця 2*

**Показники якості досліджуваної води**

| Серія досліджень | Окисно-відновний потенціал, мВ | Загальний солевміст, мг/дм$^3$ | Температура, °С | pH |
|---|---|---|---|---|
| III | -162 | 115 | 27 | 10,40 |
| IV | -168 | 0,01 | 19 | 5,85 |
| V | -210 | 208 | 21 | 7,40 |
| VI | -103 | 2680 | 22 | 6,84 |

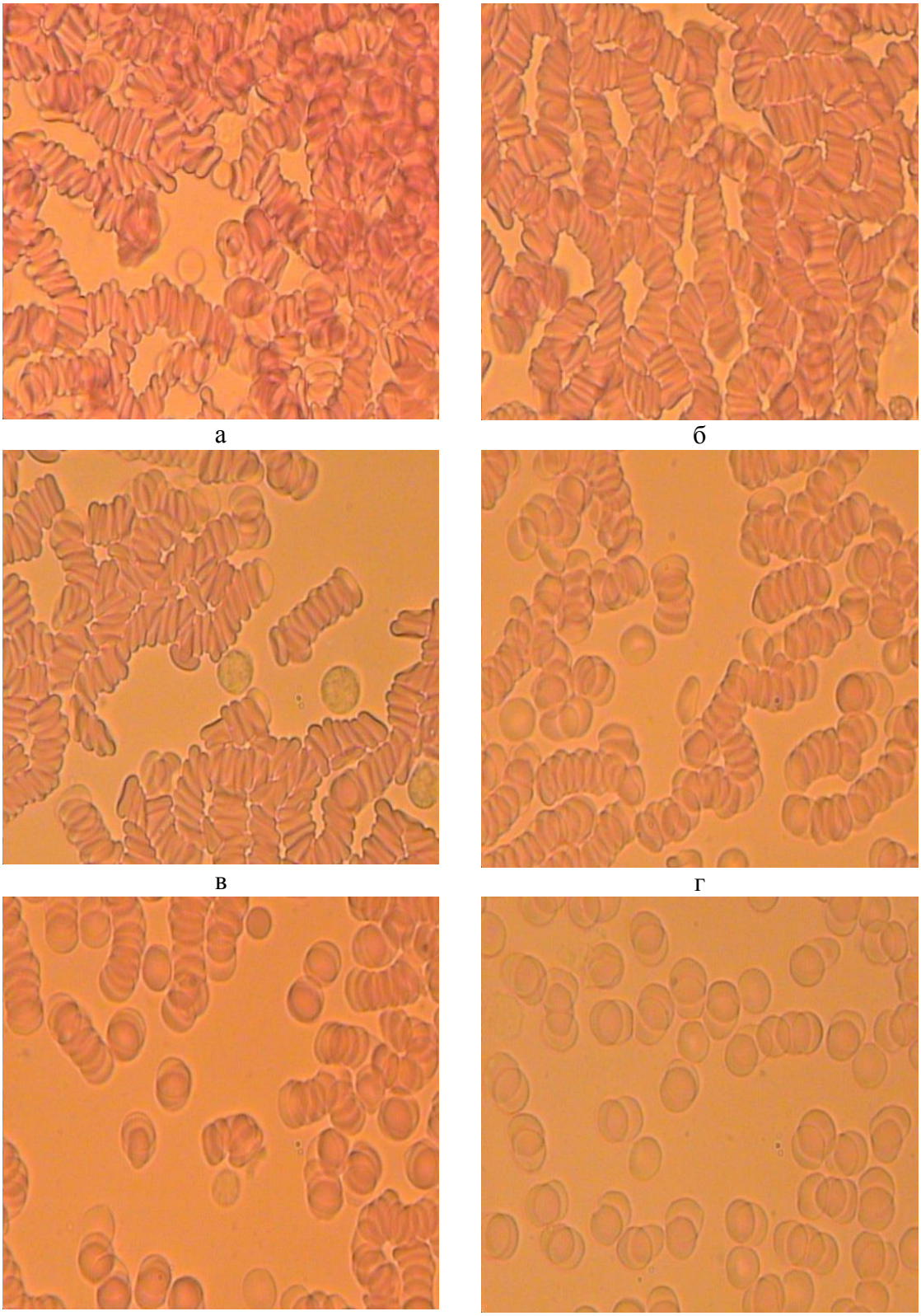



Рис. Мікрофото фрагмента зразка крові: а – взятої за еталон; після споживання експериментатором: б – водопровідної води; в – католіту; г – дистильованої води, насиченої воднем; – водопровідної води, насиченої воднем; д – мінеральної води "Поляна Квасова", насиченої воднем

Результати першої серії досліджень (еталонний стан крові) свідчать, що еритроцити та лейкоцити агреговані та щільно прилягають один до одного. В

крові виявлено обмежену кількість плазми та недостатньо кисню. Кров закиснена.

Результати другої серії досліджень (вода з міського водопроводу) свідчать про масову агрегацію еритроцитів та недостатню кількість плазми. Кров закислена. Стан крові майже не відрізняється від еталонного.

Результати третьої серії досліджень (католіт) показують, що у крові експериментатора еритроцити агрегувалися у стовпчики, лейкоцити правильної форми, плазма стала чистішою. Спостерігається скоріше імуномодулюючий ефект, ніж антиоксидантний.

Результати четвертої серії досліджень (дистильована вода, насичена воднем) показують, що стовпчики агрегованих еритроцитів розпадаються, кількість плазми наближується до норми, деякі лейкоцити набувають правильної форми.

Результати п'ятої серії досліджень констатують потужний антиоксидантний ефект водопровідної води, насиченої воднем. У крові спостерігаються поодинокі стовпчики агрегованих еритроцитів, багато лейкоцитів правильної форми, достатня кількість плазми.

Результати шостої серії досліджень (мінеральна вода "Поляна Квасова", насичена воднем) свідчать, що кров експериментатора збагатилась киснем, усі еритроцити і лейкоцити набули натуральної форми, відокремились та розпочали нормальне функціонування. Отже, можна констатувати стан крові, близький до ідеального.

**Висновки**

1. Як вихідну досліджували дистильовану, водопровідну (центральна частина м. Львів) та мінеральну природну лікувально-столову воду "Поляна Квасова". Дистильована вода непридатна до споживання як питна з причини відсутності розчинених солей. Значення загального солевмісту мінеральної води "Поляна Квасова" значно перевищує нормативне значення допустимого вмісту солей у питній воді. Водопровідна вода характеризується фізіологічною повноцінністю мінерального складу. За значенням pH усі проби води, крім дистильованої, відповідали показникам якості питної води. За значенням окисно-відновного потенціалу найсприятливішою для організму людини є мінеральна вода "Поляна Квасова".

2. Насичення вихідної води молекулярним воднем та активація в електроактиваторі дає змогу зменшити її окисно-відновний потенціал до від'ємних значень. Зміна показників якості активованої води (католіт) свідчить про їх невідповідність показникам питної води. Показники якості води, насиченої воднем, не змінилися.

3. Споживання води з від'ємним окисно-відновним потенціалом поліпшує стан крові експериментатора порівняно з еталонним. Якісно стан крові поліпшується зі збільшенням солевмісту води. Констатовано потужний антиоксидантний ефект водопровідної води, насиченої воднем. За споживання активованої водопровідної води (католіт) спостерігається скоріше імуномодулюючий ефект, ніж антиоксидантний. Стан крові, близький до ідеального, спостерігається після споживання мінеральної природної лікувально-столової води "Поляна Квасова", насиченої воднем.

4. Насичення водопровідної води воднем може розглядатися як метод поліпшення якості питної води, а отже здоров'я людини.

*Гончарук, В. В. Использование окислительно-восстановительного потенциала в процессах водоподготовки [Текст] / В. В. Гончарук, В. А. Багрий, Л. А. Мельник, Р. Д. Чеботарева, С. Ю. Баштан // Химия и технология воды. – 2010. – Т. 32, № 1. – С. 3–19.*

УДК 615.327:663.64.05

# ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

***А.Ю. Моісеєв, Н.П. Моісеєва, Г.В. Лесюк***

*Інститут геологічних наук НАН України, м Київ*

# FEATURES OF MINERAL WATER CHEMICAL CARPATHIAN REGION OF UKRAINE

***A.Yu.Moiseyev, N.P.Moiseyeva, H.V.Lesiuk***

*Institute of Geological Sciences of Ukraine, Kyiv*

*The report presents the results of studies of the mineral waters of the Carpathian region. New types of mineral waters were discovered. Investigated composition of balneologically active trace elements. Also studied questions of their formation and water structure.*

Різноманітний склад мінеральних вод Прикарпаття визначається особливостями місцевих геолого-структурних умов, які пов`язані зі складною тектонікою прогину. Поруч із всесвітньо відомими курортами, такими як Трускавець, Східниця, Немирів, Любень Великий та Черче в регіоні широко представлені хлоридно-гідрокарбонатні мінеральні води різноманітного катіонного складу і мінералізації.

На сучасному аналітичному рівні авторами проведено гідрохімічне та біологічне дослідження мінеральних вод Прикарпатського регіону.

Також були більш точно досліджені показники макрокомпонентного хімічного складу, що дозволило віднести мінеральні води до певного типу. Результати польових досліджень і аналіз макрокомпонентного складу, проведений безпосередньо на свердловинах, показав різноманітність типів вод, що досліджувались – від гідрокарбонатно-кальцієвих до хлоридно-натрієвих. Дослідження вмісту нітритів, нітратів, іонів амонію та низькі значення окиснюваності вказують на відсутність забруднень підземних вод даного регіону. Про це також свідчать низькі значення концентрацій токсичних мікроелементів – ртуті, свинцю, кадмію та інших. Ці показники не досягають навіть ПДК. Визначались вони за допомогою сучасних методів досліджень, які дозволяють визначати мікроелементи в мікрограмових концентраціях.

Результатом проведених досліджень є виявлення ряду мінеральних вод (як питних так і для зовнішнього застосування), які мають в своєму складі в біологічно-активних концентраціях різноманітні мікроелементи.

Враховуючи біологічну дію мікроелементів в складі мінеральних вод, ми робимо більш широким бальнеологічний спектр лікування та профілактики.

Авторами було виявлено цілий ряд мінеральних вод з підвищеним вмістом біологічно активних мікроелементів.

В Прикарпатті – це нікель у воді св. 11-Я (с. Кременець), марганець у воді св. 14-Н

(м. Трускавець), мідь та цинк у воді св.1 (сан. "Шкло"). Високо мінералізовані води св.1-Е (м.Сколе), св.2-К і св.3-К Нинівського родовища. Результати проведених досліджень дозволяють віднести ці води до класу поліметальних вод.

У мінеральних водах деяких свердловин віднайдено біологічно активні концентрації марганцю: св.1141-Р Солуцького родовища, св.. 24-Р Помирецького родовища, св.1-Е Підбужського, св..10, джерела 3, 13 і 21 – Східницького

родовища. Марганець у мінеральних водах позитивно діє на функцію утворення крові, на роботу печінки . Також ці води можливо використовувати для лікування захворювань, пов`язаних зі недостачею марганцю в організмі.

Вперше в Україні видатним вченим Моісеєвим Андрієм Юрійовичем були віднайдені селеністі мінеральні води, в яких селен знаходиться в бальнеологічній нормі (10 мкг/мм3) і вище.

Селен віднайдено у водах глибоких свердловин – св.7-А (глубина 675м, с.Верховина) та св. 1 (м. Косів) в кількості 12,5-15 та 20-22 мкг/дм$^3$) відповідно. Дані води хлорідні натрієві типу миргородська.

Бальнеологічно-активну концентрацію селену також виявлено у водах Львівської обл.: Криниця1 Східницьке родовище (10-18мкг/дм$^3$), св1-Є м. Сколе і св..2-К Нинівського родовища (47,7 і 437,1мкг/дм$^3$ відповідно). Ідентифікація даних вод, як селеністих значно підвищує їх бальнеологічну цінність та розширює діапазон використання.

Віднайдено ряд вод з підвищеним вмістом селену – 4,5-7 мкг/дм$^3$, приурочених як до сульфатовмісних порід так і до гіпсо-ангидритових покладів води, які вскриті свердловинами в районі м. Немірів Львівської обл. (св.3-РК) і в с. Солуки (св.11-41). Біологічні дослідження підтвердили їх позитивну дію, однак, визначення їх біологічної цінності як селеністих потребує подальших досліджень.

Визначена група вод, які можуть мати комплексне бальнеологічне застосування – джерело Лужки (с. Виженка) і джерело Березовське (с. Текуче). До їх складу входять різноманітні мікроелементи різної бальнеологічної дії – двохвалентне залізо в концентраціях вищих за біологічно-активних – 16,8 та 36 мг/дм$^3$ відповідно, а також марганець, цинк, нікель, алюміній, що дозволяє класифікувати їх як полі метальні.

Іншою особливістю даних вод є збагачення їх органічною речовиною, що утворюється під дією лужного середовища із менілітових сланців. Це дає підстави розглядати їх як нафтусеподібні.

Однак ідентифікація їх органічного складу не проведена, а низьке значення pH не дозволяє безпосередньо використовувати дані води. Крім хімічних та біологічних досліджень цих вод необхідна розвідка із бурінням свердловин, що б дало можливість віднайти води корисного складу із більш високим pH.

До цього ж типу вод слід віднести воду джерела 15 Східницького родовища, що в своєму складі має 17,5 мг/дм$^3$ двохвалентного заліза і 13,2 мг/дм$^3$ органічного вуглецю. При цьому pH води складає 8,5 і дозволяє використовувати її безпосередньо для внутрішнього вживання.

Цілий ряд вод різних родовищ («Шкло», «Анна», «Солуки» Львівської обл., «Фрага» Івано-Франківської обл.) , як це нами встановлено, мають підвищений вміст кремнію 30-40 мг/дм$^3$. Але ця кількість кремнію недостатня для того щоб віднести їх до кремнійвмістних вод (більше 50мг/дм$^3$). Однак і при таких концентраціях може відмічатися позитивний біологічний вплив на організм.

Залізиста вода Східницького джерела 13 також характеризується підвищеним вмістом кремнія, що може бути одним із факторів її бальнеологічної дії.

Крім відомих і досконально вивчених мінеральних вод Прикарпаття – Трускавецького, Східницького, Верхнесиньовидського родовищ вивчався ряд вод із підвищеним вмістом органічних речовин, склад яких потребує подальших хімічних і бальнеологічних досліджень.Це води джерела Лужки (с. Виженка), джерело Березовське (с. Текуче), св. 11-Я (Кремінець), св. 24-Р Помирецького родовища і Уричське джерело 2.

Слід звернути увагу на дуже рідкісну воду джерел з надзвичайно низькою

мінералізацією – 0,05-0,06 г/дм$^3$ – біля селещ Ямни і Ворохта. Їх біологічна дія обумовлена, можливо особливою структурою води, так як елементи, що входять до складу води знаходяться у вигляді іонів і не утворюють асоціатів. Існує думка, що іони в такому активному стані впливають на процеси метаболізму, та це потребує ще експериментального підтвердження.

Група мінеральних вод із підвищеним вмістом калію (50-100 мг/дм$^3$), належить розсолам св. 2-К і 3-К Нинівського родовища - 665 та 933 мг/дм$^3$. При визначеному розбавлені водою вони можуть бути рекомендовані для відновлення електролітичного балансу в організмі, а також при серцево-судинних захворюваннях.

Вперше виявлено миш`як в мінеральних водах Східницького родовища. Воду дж.21 (As – 1,864 мг/дм$^3$) можливо віднести до класу арсеністих мінеральних вод, що визначає ще одну бальнеологічну спрямованість курорту. При цьому необхідно з`ясувати походження миш`яку у воді.

До проявів залізистих мінеральних вод Прикарпаття слід віднести джерела 13 і 15 Східницького родовища. У воді залізо знаходиться у вигляді комплексів, можливо гідрокарбонатних, що сприяє його усвоєнню організмом. Присутність у складі залізистих вод і інших біологічно активних комплексів мікроелементів значно підвищує їх лікувальну цінність.

Вперше проведено визначення вмісту палладію (антиканцерогенного елемента ) у мінеральних водах. Підвищені його концентрації зафіксовано у водах св. 49 с. Розгірче, св. 1141-Р (с. Солуки), джерела 1 (с. Урич), джерело 248 (с. Гребенів), св.1-Е (г.Сколе) – біля 150 мкг/дм$^3$.

Вперше в мінеральних водах встановлено вміст рідкоземельних елементів – факт, який потребує розвернутого гідро геохімічного та біологічного дослідження. Данні біологічній ролі цих елементів фактично відсутні, але з врахуванням деяких відомостей об їх присутності в організмі людини та подібності їх електронної структури до елементів перехідного ряду, можливо припустити подібність їх біологічної дії як каталізаторів ферментативних процесів.

Таким чином, дослідження мікроелементів в мінеральних водах Прикарпаття розширило уявлення про їх різноманітність та спектр бальнеологічного застосування.

# ПРО ПЕРСПЕКТИВНІ ГІДРОТЕРМАЛЬНІ РЕСУРСИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

***А.В. Назаревич [1*], Л.Є. Назаревич [2]***

*[1]*Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів,*

*[2] Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, відділ сейсмічності Карпатського регіону, м. Львів*

# ON THE PERSPECTIVE HYDROTHERMAL RESOURCES OF CARPATHIAN REGION

***Nazarevych A.V.[1]*, Nazarevych L.Ye.[2]***

*[1]*Carpathian Branch of Subbotin name Institute of Geophysics of NASU, Lviv*

*[2]Subbotin name Institute of Geophysics of NASU, department of seismisity of Carpathian region, Lviv*

*Perspective hydrothermal resources of Carpathian region of Ukraine, in partiquliar of Transcarpathians are presented.We show the complex of geophysical data that proved the availability and characteristics of these resources.*

Вступ. Енергозабезпечення суспільних потреб є одним з визначальних індикаторів ступеня та перспектив розвитку суспільства. Враховуючи вичерпність та екологічну небезпеку традиційних енергоресурсів (нафти, газу, ядерного палива) завдання розвитку нетрадиційної енергетики є актуальним і в Україні, і у світі. Одними з перспективних, але ще практично майже не використовуваних у Карпатському регіоні України, і зокрема, у Закарпатті, є гідротермальні ресурси. За винятком використання цих ресурсів у кількох санаторіях і спеціальних басейнах Закарпаття для бальнеолікування (комплекси «Термальні води» у Косино, термальний басейн у Берегово, санаторій «Теплиця» біля Виноградова) більше вони практично не використовуються. У той же час, за нашими даними, у надрах Закарпаття на більших глибинах є значні запаси гідротермальних ресурсів, і ці ресурси могли б активніше використовуватись і в бальнеології, і для енергетики та теплофікації, і для добування цінних корисних копалин. Представити результати наших досліджень щодо цього і є метою даної роботи.

Методики та результати досліджень. Ми вийшли на проблему гідротермальних ресурсів у процесі багаторічних сейсмотектонічних досліджень у Карпатському регіоні України, і зокрема, у Закарпатті ([1-3] та ін.). Так, при дослідженні сейсмічності Закарпаття та її зв’язків з тектонікою літосфери регіону нами було розроблено методики уточнення координат і глибин вогнищ місцевих землетрусів [4] і далі просторова локалізація цих вогнищ зіставлялася з тектонічною будовою літосфери регіону з метою виялення сучасних геодинамічно активних і сейсмоактивних структур та розломних зон ([5] та ін). У процесі цих досліджень активно використовувались результати вивчення глибинної будови літосфери Закарпаття по регіональному профілю РП-17 (Чоп – В.Бичків) [6] (рис. 1).

З даних по цьому профілю відомо, що на території Чоп-Мукачівської западини – західно-центральної частини Закарпатського прогину (і частково також у Солотвинській западині) на глибинах 7-11 км (місцями до 12-14 км), у межах так званого «гранітного» шару наявна зона знижених швидкостей (показана на рис. 1 і 2 жовтим кольором), природа якої була неясна.

Рис. 1. Флюїдно-гідротермальна зона знижених швидкостей у межах «гранітного» шару за даними ГСЗ по регіональному профілю РП-17 Чоп – В.Бичків (показано також вогнища місцевих землетрусів)

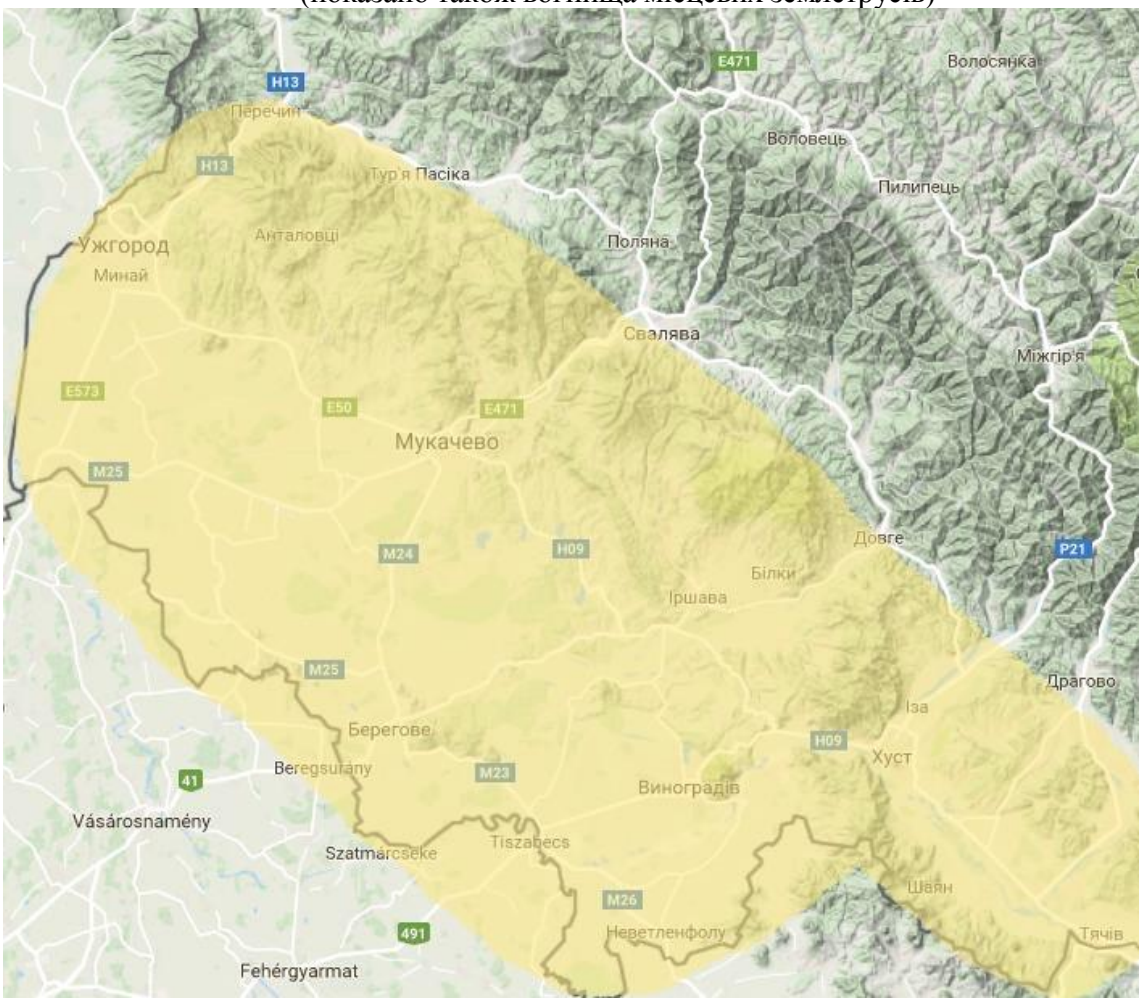



Рис. 2. Прогнозоване поширення гідротермальної зони на території Закарпаття

За результатами наших досліджень просторового розподілу місцевої сейсмічності, сценаріїв підготовки та механізмів характерних місцевих землетрусів, а також комплексу інших геолого-геофізичних даних нами було зроблено висновок ([1-3] та ін.), що дана зона є тріщинуватою флюїдонасиченою зоною з специфічною реологією, геомеханікою та флюїдним режимом, яка суттєво впливає на загальну геодинаміку літосфери регіону та місцевий сейсмотектонічний процес.

Додаткове підтвердження цьому отримано за результатами наших останніх спільних з чеським вченими досліджень щодо зіставлення просторового розподілу місцевої сейсмічності з локалізацією зон високої провідності в земній корі Карпатського регіону з врахуванням температурного режиму горизонтів

земної кори [5].

Висновки. Отже, за результатами усіх досліджень можна констатувати, що на території Закарпаття на глибинах 7-11-14 км є потужна (товщиною у 3-4 км і розмірами порядку 90÷120×30÷50 км (рис. 1 і 2)) тріщинувата флюїдонасичена гідротермальна зона з флюїдами температурою до 400-450 ºС [5], на користь чого свідчать і результати наших свердловинних геотермічних досліджень [7]. Ця зона є потужним джерелом геотермічної енергії, яку можна використовувати для теплофікації і для електроенергетики шляхом відкачування флюїдів прямо з таких порівняно великих глибин (зараз вони технічно доступні) або з пов'язаних із зоною розломів у корі чи місць значніших піднять покрівлі самої зони, тобто зі значно менших (3-5 км і менше) глибин.

Іншими перспективними ресурсами цієї зони є розчинені в тамтешніх глибинних флюїдах солі різних металів, у тому числі золота (враховуючи глибинне флюїдне гідротермальне походження відомих Берегово-Мужієвського і Беганського золотополіметалевих родовищ) [8].


1. *Назаревич А.В., Назаревич Л.Є., Ковалишин З.І. Природа підзони знижених швидкостей у «гранітах» кори Закарпаття та її перспективні ресурси // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол. – 2002. – Вип. 15. – С. 119-125.*
2. *Назаревич А.В., Назаревич Л.Є. Глибинні пастково-колекторські тектонічні структури в літосфері Карпатського регіону України: природа, походження і перспективні ресурси // Наук. вісник Ів.-Франк. нац. техн. ун-ту. нафти і газу. – 2002. – № 3(4). – С. 10-21.*
3. *Nazarevych L., Nazarevych A. Seismicity and geomechanics of Ukrainian Carpathians region lithosphere // Proceedings XYIII-th congress of the Carpathian-Balkan geological association. September 3-6, 2006, Belgrade, Serbia. – Belgrade. – 2006. – P. 402-403.*
4. *Назаревич Л.Є., Назаревич А.В. Методики уточнення параметрів гіпоцентрів Карпатських землетрусів // Геодинаміка.– 2004. – 1 (4). – С 53-62.*
5. *Kováčiková S., Logvinov I., Nazarevych A., Nazarevych L., Pek J., Tarasov V., Kalenda P. Seismic activity and deep conductivity structure of the Eastern Carpathians. – Stud. Geophys. Geod., 2016, 60, 280-296, DOI: 10.1007/s11200-014-0942-y.*
6. *Чекунов А.В., Ливанова Л.П., Гейко В.С. Глубинное строение и некоторые особенности тектоники Закарпатского прогиба. – Сов. геология. – 1969. – № 10. – С. 57-68.*
7. *Назаревич А.В., Микита А.Ю. Геотермічний метод у сейсмопрогностичних дослідженнях у Закарпатті // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Геологія. – 2012. – № 58. – С. 16-19.*
8. *Ковалишин З.И, Братусь М.Д. Флюидный режим гидротермальных процессов Закарпатья. – К.: Наук. думка, 1984. – 86 с.*

# ГЕОФІЗИЧНІ ПОШУКИ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ВИСОЧИНІ ОПІЛЛЯ

***А.В. Назаревич [1*], О.І. Романюк [1], В.В. Коляденко [1], Р.В. Кохалик [2]***
*[1]*Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Львів*
*[2]Бібрське ЛВУМГ УМГ "Львівтрансгаз", м. Бібрка*

# GEOPHYSICAL SEARCHING OF GROUNDWATER IN THE OPILLYA UPLAND

***Nazarevych A.V.[1]*, Romanyuk O.I.[1], Kolyadenko V.V.[1], Kokhalyk R.V.[2]***
*[1]*Carpathian Branch of Subbotin name Institute of Geophysics of NASU, Lviv*
*[2]Bibrka LPAMGP of AMGP "Lvivtranshaz", Bibrka*

*The use of geophysical methods for searching of groundwater horizons in central parth of Opillya upland is shown. The data of geology and geomorphology, engineering seismic and geoelectrical prospecting are presented.*

Вступ. Забезпечення суспільства водними ресурсами є одним з найактуальніших завдань у світі. Тому пошуки та моніторинг підземних водоносних горизонтів є однією важливих задач геології та геофізики. Завданням таких досліджень є як забезпечення водопостачання населених пунктів і промислових об'єктів, так і моніторинг екологічної безпеки на урбанізованих та промислово навантажених територіях. Прикладом робіт по першому напрямку можуть бути представлені у даному матеріалі геофізичні дослідження залягання горизонтів прісних підземних вод у центральній частині височини Опілля та такого ж спрямування дослідження на сусідніх територіях [Гарасимчук та ін., 2013]. Прикладом робіт по другому напрямку є геофізичні дослідження у Калуші, у Стебнику, в Солотвино [Дещиця та ін., 2014].

Зокрема, для Карпатського регіону важливим і складним завданням є забезпечення водою тих населених пунктів, що розташовані на підвищеннях, тобто часто далеко від основних водоносних горизонтів. Прикладом може бути розглянуте тут село Шпильчина Перемишлянського району Львівської обл. Воно розташоване на гребені гряди, нижче по розрізу наявні потужні шари проникних пісковиків і основний водоносний горизонт залягає на глибинах порядку 85 м, недоступних для колодязів і неглибоких свердловин. Водопостачання центральної частини села раніше здійснювалося кількома ручними криницями-помпами, пізніше – з глибокої свердловини і загального водопроводу. З виходом з ладу останнього проблема водозабезпечення жителів села знову загострилася.

Геолого-геоморфологічна та гідрогеологічна характеристика району досліджень. Досліджуваний район (околиці села Шпильчина) знаходиться за 30 км на південний схід від Львова, у центральній частині височини Опілля (рис. 1, а), яка є однією з найвищих і найбільш розчленованих частин Подільської височини. Район включає вододільну гряду (рис. 1, б) між субмеридіональними долинами лівих притоків Дністра – річок Давидівка (на заході) і Боберка (на сході), на плоскій вершині якої розташоване село.

Долина р. Боберка у межах району досліджень виповнена алювіальними четвертинними відкладами (із значною часткою глинистого матеріалу), які перекривають еродовану товщу маастрихтського ярусу верхньої крейди (міцні мергелі та вапняки). Вододільну гряду між долинами сформовано пісковиками та пісками опільської світи раннього бадену (рис. 1, в) [Гарасимчук та ін., 2013].

У зв'язку з розташуванням населеного пункту на плоскій вершині гряди тут існує означена вище проблема забезпечення водою як індивідуальних господарств, так і школи. Проблема зумовлена особливостями рельєфу і

геологічної будови вододільної гряди (див. рис. 1, в) – відбувається бокове дренування наявного тут на глибинах 10-30 м. горизонту пісковиків долинами річок. Тому основний водоносний горизонт знаходиться тут досить глибоко, у мергелях та вапняках, на кілька метрів глибше рівня підніжжя гряди, тобто на глибинах близько 80-90 м від її гребеня. Це зумовлює технічну складність та велику вартість облаштування свердловинних водозаборів з цього горизонту.

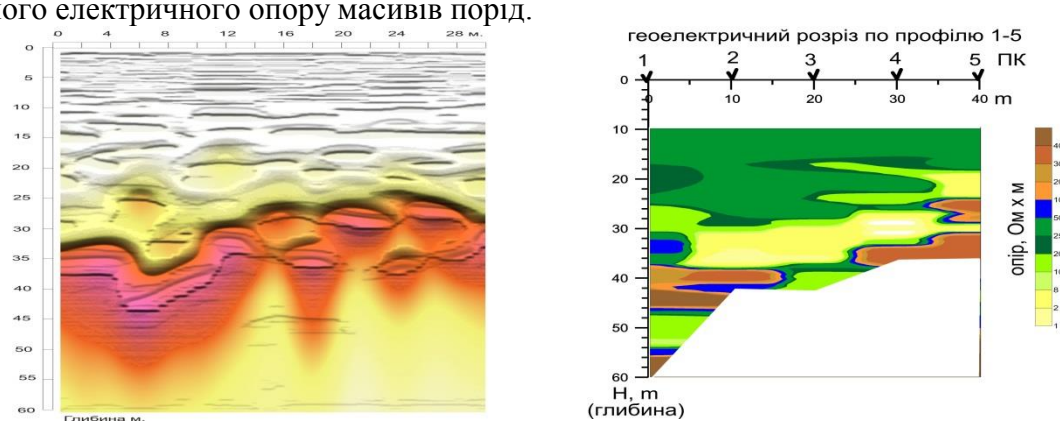
а) б) в)

Рис. 1. Рельєф району досліджень [Free..., 2016] (а), рельєф вододільної гряди (б) та її характерна геологічна будова (в)

Завданням наших досліджень було детально простежити геофізичними методами глибинну будову гряди на території центральної частини села з метою пошуку більш приповерхневих водоносних горизонтів, придатних для облаштування недорогих свердловинних водозаборів (хоча б для господарських потреб).

Методики досліджень. Для досліджень було використано такі методи: інженерно-сейсмічний (малоглибинна інженерна сейсморозвідка), геоелектромагнітне зондування методом становленння поля у ближній зоні (ЗСБ) [Дещиця та ін., 2014], геоелектромагнітноемісійний метод (дослідження апаратурою РХІНДС) [Дещиця та ін., 2014]. Для реконгсцирування (попереднього виявлення локальних геоактивних (часто обводнених) зон) було проведено дослідження методом лозошукання за допомогою спеціальної чутливої металевої рамки (Коляденко В.В.).

Результати досліджень. Результати досліджень на одній із локальних ділянок наведено на рис. 2. На рис. 2, а подано інженерно-сейсмічний розріз, який відображає локальну структуру горизонтів порід на дослідженій ділянці, на рис. 2, б – геоелектричний розріз, що показує глибинно-просторовий розподіл тут питомого електричного опору масивів порід.




а) б)

Рис. 2. Інженерно-сейсмічний (а) та геоелектричний (б) розрізи по профілю А-А`

За даними рис. 2, а простежено локальне заглиблення інтентивно відбиваючого горизонту на глибинах 35-36 м у районі пікетів 6-8 м. даного

профілю. Враховуючи велику інтенсивність відбиттів, цей горизонт, очевидно, є покрівлею шару порід високої щільності (ймовірно, водоупорного). За даними рис. 2, б у цьому ж місці спостерігається максимальне (до 37 м) заглиблення підошви горизонту високої провідності / низького опору (питомий опір 1-2 Ом·м), який простежений геоелектромагнітним методом у товщі порід над покрівлею виявленого сейсмікою щільного шару. Самому ж щільному шару відповідає зона високих (300-400 Ом·м) опорів, що також свідчить на користь його водонепроникності.

Як висновок – можна рекомендувати пробурити у зоні пікету 7 м сейсмічного профілю А-А` (рис. 2, а) свердловину глибиною 36 м з облаштуванням водозабору на глибинах від 36 до 30 м. Враховуючи низький питомий опір даного горизонту, це може бути мінералізована вода, придатна для технічного використання.

Загальний висновок – застосований комплекс геофізичних методів дає змогу оперативно та ефективно шукати і моніторити прісні та мінералізовані підземні води у складних геологічних умовах.


1. *Гарасимчук В., Паньків Р., Камінецька Б. Гідродинамічне моделювання та оцінка еколого-геохімічних характеристик грунтових вод сільської місцевості (на прикладі с. Новосілка Львівської області) // Геологія і геохімія горючих копалин. 2013. № 1–2. С. 78-87.*
2. *Дещиця С.А., Підвірний О.І., Романюк О.І., Савків Л.Г. Технологічний комплекс та результати електромагнітного моніторингу екологічно проблемних об'єктів Передкарпаття // Геодинаміка. 2014. № 1(16). С. 114-128.*
3. *Free Relief Layers for Google Maps (2016) http://www.maps-for-free.com/*

# РОЗРАХУНОК РІВНОВАЖНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД МЕТОДОМ МІНІМІЗАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ГІББСА. *

***Н.Б. Овчиннікова***

*Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ*

# CALCULATION OF EQUILIBRIUM COMPOSITION OF MINERAL WATERS BY METHOD OF MINIMIZATION OF GIBBS ENERGY

***N.B. Ovchinnikova***

*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv*

*The article summarizes the most general results of calculations using the method of minimizing Gibbs energy of the equilibrium chemical composition of two mineral waters.*

У звичайному хімічному аналізі мінеральної води визначають вміст основних (макро-) іонів – $Na^+$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $Cl^-$, $SO_4^{2-}$, $HCO_3^-$, і, також, додатково – вміст заліза ($Fe^{2+}$, $Fe^{3+}$), вміст мікрокомпонентів (Mn, $PO_4^{3-}$, $HBO_2^-$, $SiO_2$, $NO_3^-$, $NO_2^-$, $NH_4^+$, $H_2S$ тощо), обов'язково перевіряється вміст небажаних домішок (переважно Cd, Pb, Hg та ін.). Вода повинна бути чиста та нешкідлива для людини. Показників може бути багато і, тому здається, що нам відомий склад даної води практично повністю.

Однак, закони хімії свідчать про те, що насправді склад води ми уявляємо собі дещо спрощеним, не таким, яким він є насправді. Для живого організму є зовсім не байдужим, у формі якої речовини потрапляє до організму той чи інший елемент. Коли справа стосується здоров'я людини, точність є особливо важливою. Це бепосередньо стосується мінеральних вод.

Визначити склад води максимально наближений до «істинного» складу можна за допомогою методів рівноважної хімічної термодинаміки.

Для з'ясування цього «істинного», або «повного», або «справжнього», або – складу мінеральної води «на сучасному рівні», була використана програма розрахунку рівноважного стану води методом мінімізації енергії Гібса GEMS-Selector V3.2. [http://GEMs-Selector v3.2.web.psi.ch/].

Теоретичні засади моделювання хімічного складу води методом мінімізації енергії Гіббса [Крайнов и др., 1988] свідчать, що розрахунок рівноважного складу проби води, відокремленої від природного середовища, є обгрунтованим, і дає достатньо добре наближення до її справжнього складу. Індикатором контролю якості розрахунку, що забезпечує вірне відображення кислотно-лужних рівноваг у теоретичній моделі, слугує згода розрахованого pH з виміряним (pH) у межах ±0,1 од.pH.

Серед розрахованих проб мінеральних вод різних типів дві мінеральні води належать до Карпатського регіону. Це – мінеральні води «Надбужанська» (Балучинське родовище, Лівівська обл.) та Китроське джерело (Чернівецька обл.). Обидві мінеральні води відносяться до категорії «Мінеральні води без специфічних компонентів», умовно нами названі «води сульфатного типу».

За результатами розрахунків рівноважних станів мінеральних вод були отримані: Китроська – 89 хімічних параметрів складу, Надбужанська – 76 параметрів (табл.1). Одночасно у складі вод було проаналізовано 12 різних

---

* Робота виконана під керівництвом доктора геол.-мін. наук, академіка НАН України В.М. Шестопалова

Таблиця № 1 Рівноважні концентрації (моляльності) воднорозчинених іонів та комплексів, а також рівноважні кількості твердих фаз в системах, що за складом відповідають 1 дм$^3$ одноіменних мінеральних вод (програмний комплекс GEMS-Selector V3.2[http://GEMs-Selector v3.2.web.psi.ch/]). Температура розрахунку - +20$^0$ С. Дані сортовані у порядку зростання концентрацій.

| №№ з/п | Китроське джерело | | Балучинське родовище | | №№ з/п | Китроське джерело | | Балучинське родовище | | №№ з/п | Китроське джерело | | Балучинське родовище | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $Fe_2(OH)_2^{+4}$ | 2.62E-31 | $CN^-$ | 1.07E-30 | 31 | $HF_2^-$ | 2.05E-13 | $MgOH^+$ | 4.72E-08 | 61 | $Br^-$ | 3.00E-06 | $SiO2^0$ | 0.000144 |
| 2 | $FeCl_3^0$ | 3.45E-29 | $HCN^0$ | 2.74E-28 | 32 | $MnCl^+$ | 2.11E-13 | $MnHCO_3^+$ | 7.04E-08 | 62 | $SrHCO_3^+$ | 3.43E-06 | $B(OH)_3^0$ | 0.000145 |
| 3 | $FeHSO_4^+$ | 1.05E-27 | $Si_4O_{10}^{-4}$ | 1.89E-23 | 33 | $LiOH^0$ | 7.27E-13 | $NaCO_3^-$ | 7.52E-08 | 63 | $N_2^0$ | 5.30E-06 | $CaHCO_3^+$ | 0.000195 |
| 4 | $FeHSO_4^{+2}$ | 2.72E-26 | $SCN^-$ | 9.13E-19 | 34 | $CaSiO_3^0$ | 1.87E-12 | $N_2^0$ | 9.52E-08 | 64 | $CaCO_3^0$ | 5.33E-06 | $HS^-$ | 0.000196 |
| 5 | $FeCl_2^+$ | 2.67E-25 | $MnCl_3^-$ | 2.36E-17 | 35 | $KOH^0$ | 3.10E-12 | $HSO_4^-$ | 9.83E-08 | 65 | $KSO_4^-$ | 5.48E-06 | $H_2S^0$ | 0.000264 |
| 6 | $FeF^+$ | 3.17E-25 | $S^{-2}$ | 2.70E-16 | 36 | $MnCO_3^0$ | 3.90E-12 | Тугаріновит | 9.92E-08 | 66 | $NaHCO_3^0$ | 8.98E-06 | Целестит | 0.000363 |
| 7 | $FeOH^+$ | 2.50E-24 | $SiO_3^{-2}$ | 7.28E-14 | 37 | $SrOH^+$ | 5.91E-12 | $NaF^0$ | 1.33E-07 | 67 | $Li^+$ | 9.89E-06 | $Cl^-$ | 0.0007 |
| 8 | $Si_4O_{10}^{-4}$ | 3.46E-24 | $MnCl_2^0$ | 1.12E-13 | 38 | $MnSO_4^0$ | 1.54E-11 | $HSiO_3^-$ | 1.67E-07 | 68 | $SrSO_4^0$ | 1.51E-05 | $CO_2^0$ | 0.00106 |
| 9 | $FeCl^+$ | 3.91E-24 | $SO_3^{-2}$ | 3.48E-13 | 39 | $MgSiO_3^0$ | 1.62E-11 | $MnSO_4^0$ | 2.15E-07 | 69 | $F^-$ | 1.90E-05 | Кальцит | 0.001773 |
| 10 | $FeCO_3^0$ | 5.87E-23 | $HSO_3^-$ | 3.96E-13 | 40 | $MnHCO_3^+$ | 2.36E-11 | $I^-$ | 3.00E-07 | 70 | $NaSO_4^-$ | 4.02E-05 | $MgSO_4^0$ | 0.003312 |
| 11 | $FeCl^{+2}$ | 6.82E-23 | $LiOH^0$ | 2.49E-12 | 41 | $NaOH^0$ | 6.47E-11 | $Mn^{+2}$ | 5.01E-07 | 71 | Гетит | 5.00E-05 | $HCO_3^-$ | 0.003741 |
| 12 | $FeF_3^0$ | 4.11E-22 | $HF_2^-$ | 3.78E-12 | 42 | $Mn^{+2}$ | 6.84E-11 | $BO_2^-$ | 6.43E-07 | 72 | $Sr^{+2}$ | 6.15E-05 | $Na^+$ | 0.00397 |
| 13 | $FeSO_4^0$ | 7.69E-22 | $CaSiO_3^0$ | 4.74E-12 | 43 | $O_2^0$ | 4.50E-10 | $LiSO_4^-$ | 8.00E-07 | 73 | Кварц | 9.76E-05 | $CaSO_4^0$ | 0.005057 |
| 14 | $FeHCO_3^+$ | 1.37E-21 | $SrOH^+$ | 9.10E-12 | 44 | $CaOH^+$ | 1.56E-09 | $Br^-$ | 1.70E-06 | 74 | $B(OH)_3^0$ | 0.000114 | $Mg^{+2}$ | 0.005821 |
| 15 | $Fe(SO_4)_2^-$ | 1.52E-21 | $MnOH^+$ | 2.90E-11 | 45 | $HF^0$ | 3.90E-09 | $MgCO_3^0$ | 1.81E-06 | 75 | $MgHCO_3^+$ | 0.000142 | $Ca^{+2}$ | 0.010261 |
| 16 | $Fe^{+2}$ | 3.42E-21 | $MgSiO_3^0$ | 3.39E-11 | 46 | $CaHSiO_3^+$ | 4.95E-09 | $SrHCO_3^+$ | 2.08E-06 | 76 | $SiO2^0$ | 0.000144 | $SO_4^{-2}$ | 0.015903 |
| 17 | $Fe^{+3}$ | 3.94E-21 | $H_2^0$ | 4.02E-11 | 47 | $MgHSiO_3^+$ | 7.00E-09 | $CO_3^{-2}$ | 2.17E-06 | 77 | $CaHCO_3^+$ | 0.000226 | | |
| 18 | $FeF_2^+$ | 1.55E-20 | $NaOH^0$ | 9.76E-11 | 48 | $NaF^0$ | 2.33E-08 | $CaF^+$ | 3.22E-06 | 78 | $K^+$ | 0.000295 | | |
| 19 | $FeSO_4^+$ | 2.54E-20 | $CH_4^0$ | 1.11E-10 | 49 | $SrCO_3^0$ | 2.54E-08 | $NH_4^+$ | 4.80E-06 | 79 | $NO_3^-$ | 0.000299 | | |
| 20 | $FeF^{+2}$ | 3.66E-20 | $MnF^+$ | 1.26E-10 | 50 | $MgOH^+$ | 2.62E-08 | Флюорит | 4.90E-06 | 80 | $MgSO_4^0$ | 0.000994 | | |
| 21 | $MnCl_3^-$ | 6.10E-20 | $MnCl^+$ | 5.18E-10 | 51 | $HSO_4^-$ | 4.80E-08 | $CaCO_3^0$ | 5.32E-06 | 81 | $CaSO_4^0$ | 0.001253 | | |
| 22 | $FeHSiO_3^{+2}$ | 9.02E-19 | $MoO_4^{-2}$ | 8.28E-10 | 52 | $NaCO_3^-$ | 9.83E-08 | $NaHCO_3^0$ | 5.35E-06 | 82 | $Cl^-$ | 0.001673 | | |
| 23 | $FeOH^{+2}$ | 4.42E-17 | $CaOH^+$ | 3.41E-09 | 53 | $LiSO_4^-$ | 1.14E-07 | $MgF^+$ | 1.43E-05 | 83 | Кальцит | 0.002581 | | |
| 24 | $FeO_2^-$ | 7.06E-17 | $S_2O_3^{-2}$ | 8.27E-09 | 54 | $HSiO_3^-$ | 1.30E-07 | $Li^+$ | 2.92E-05 | 84 | $CO_2^0$ | 0.002684 | | |
| 25 | $MnCl_2^0$ | 1.21E-16 | $NH_3^0$ | 1.07E-08 | 55 | $CaF^+$ | 3.89E-07 | $SrSO_4^0$ | 4.28E-05 | 85 | $Na^+$ | 0.003051 | | |
| 26 | $MnOH^+$ | 3.85E-15 | $CaHSiO_3^+$ | 1.08E-08 | 56 | $BO_2^-$ | 3.95E-07 | Кварц | 4.77E-05 | 86 | $Mg^{+2}$ | 0.00332 | | |
| 27 | $MnF^+$ | 4.41E-15 | $MgHSiO_3^+$ | 1.26E-08 | 57 | Піролюзит | 1.50E-06 | $Sr^{+2}$ | 9.19E-05 | 87 | $Ca^{+2}$ | 0.004834 | | |
| 28 | $FeO_2H^0$ | 1.50E-14 | $MnCO_3^0$ | 1.35E-08 | 58 | $MgF^+$ | 2.09E-06 | $F^-$ | 9.25E-05 | 88 | $SO_4^{-2}$ | 0.005369 | | |
| 29 | $FeO^+$ | 3.73E-14 | $HF^0$ | 1.48E-08 | 59 | $MgCO_3^0$ | 2.19E-06 | $MgHCO_3^+$ | 0.000101 | 89 | $HCO_3^-$ | 0.007376 | | |
| 30 | $SiO_3^{-2}$ | 3.91E-14 | $SrCO_3^0$ | 1.79E-08 | 60 | $CO_3^{-2}$ | 2.95E-06 | $NaSO_4^-$ | 0.000124 | | | | | |

Мікрокомпонентів: 9 у мінеральній воді Китроського джерела та 10 у Надбужанській мінеральній воді. У Китроському джерелі такі мікрокомпоненти: $Fe_{сум}$, $NO_3^-$, $F^-$, Mn, Li, Sr, Br, $H_2SiO_3$, $HBO_2$ та у мінеральній воді Балучинського родовища - $NH_4^+$, $F^-$, Mn, Mo,Li, Sr, Br, I, $H_2SiO_3$, $HBO_2$.

В обох водах значна перевага у вмісті хімічних компонентів складу належить основним іонам (рис.1).

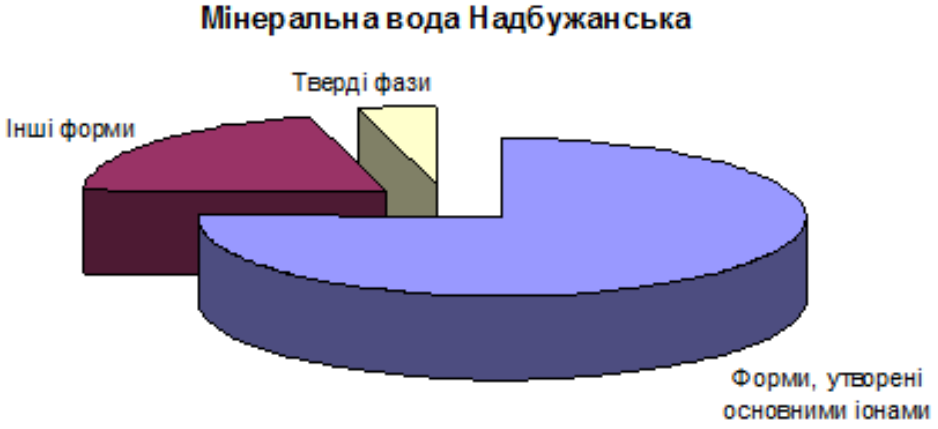
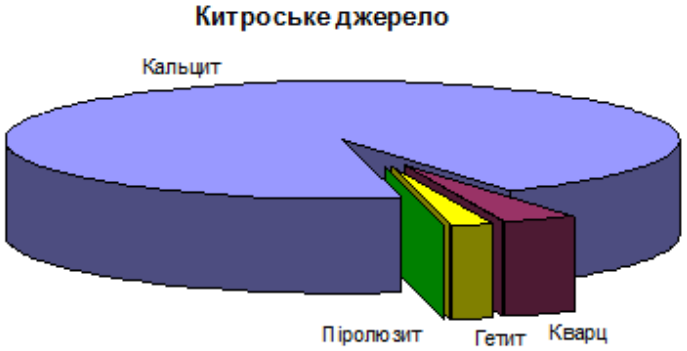



**Рис.1.** Розподіл хімічного складу мінеральної води Надбужанська на 3 групи: 1) Основні іони; 2) Тверді фази; 3) Інші форми – за кількісним вмістом складових.

У воді, нещодавно піднятій на поверхню, тверді фази не помітні оком. Мінерали, що їх складають, вірогідно, перебувають у формі мікрочастинок. Згодом, ці мікрочастинки коагулюють і утворюють осад. Склад твердих фаз розглядаємих мінеральних вод представлений графічно на рис. 2.



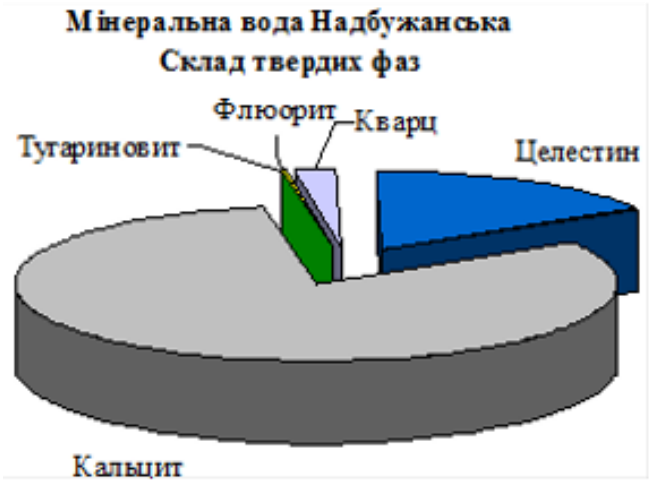




Рис. 2 Склад твердих фах мінеральних вод Китроське джерело та Надбужанська

Цікавим є факт, що переважна більшість твердих фаз утворилась за допомогою мікрокомпонентів. Тільки кальцит утворений основними іонами.

У групу «Інші форми» (рис.1) увійшли різноманітні сполуки, поділені для наочного представлення на такі групи: 1) іонні та молекулярні форми, утворені основними іонами; 2) мікрокомпоненти - іони та молекули, утворені мікрокомпонентами між собою, мікрокомпонентами та іонами води, та мікрокомпонентами у поєднанні з макрокомпонентами; 3) розчинені гази – вуглекислий, сірководень, азот, водень та кисень. Яким є розподіл між цими групами показано на рис.3, на прикладі Надбужанської мінеральної води.

**Рис. 3** Співвідношення між трьома групами складу «Інших форм» (див. рис.1) у сульфатній мінеральній воді Надбужанська.

На останньому малюнку показаний склад перших за концентраційним вмістом речовин на прикладі мінеральної води Балучинського родовища.

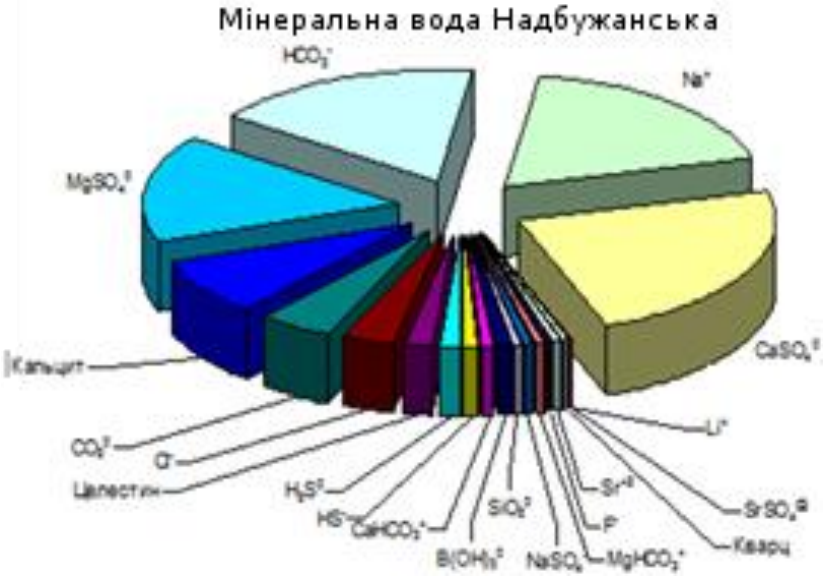



**Рис.4.** Перші двадцять речовин, починаючи з $CaSO_4$ (Надбужанська мінеральна вода), концентрація яких найбільша. Дані ранжирувані від більшого до меншого проти годинникової стрілки.

У сульфатній Надбужанській воді в концентрації, меншій ніж $CaSO_4^0$, опинились і два основних іони – $HCO_3^-$ та $Na^+$.

Як видно з рис. 4 до цих перших 20 речовин, які в основному представляють групу «Інші форми» (див. рис.1), увійшли і розчинені гази, і тверді фази, і мікрокомпонентні форми, і форми, утворені основними іонами. Причому, у мінеральній воді Надбужанська мікрокомпоненти $B(OH)_3$ та $SiO_2$ знаходяться у більшій концентрації, ніж форми основних іонів $NaSO_4^-$ та $MgHCO_3^+$. Також, у Балучинській воді представлена у значно більшій кількості, ніж декілька форм основних іонів, тверда фаза - целестин (стронцієвий мінерал).

З таких фактів, які характерні для усіх проаналізованих нами вод, можна зробити такий висновок – більшість комплексних форм, утворених основними іонами, орієнтуючись на їх концентраційний вміст у хімічному складі води, можна зарахувати до мікрокомпонентів – це з одного боку. З іншого – мікрокомпоненти у мінеральних водах без специфічних компонентів (які ми розглядаємо) займають важливе місце; їх можна порівняти за кількісним вмістом з формами, утвореними основними іонами.

В цілому, очевидно з представлених матеріалів, що для мінеральних вод категорії «Без специфічних компонентів» характерний широкий спектр різноманітних мікрокомпонентів, вплив яких на здоров’я до останього часу враховувався недостатньо.

***Література***

1. *Крайнов С.Р.*, Шваров Ю.В., Гричук Д.В. и др. Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии. Москва.: Недра, 1988. – 254с.

# ПЕСТИЦИДИ В ГІДРОМІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСАХ ПРИКАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

***Н.П. Осокіна***
*Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ*

# PESTICIDES CONTENT IN HYDROMINERAL RESOURCES OF THE PRECARPATHEAN REGION

***N.P. Osokina***
*Institute of Geological Science NAS of Ukraine*

*Using gas chromatography method it was established that in sujects environmental Precarpathian region for the content of strong organochloric pesticides: DDT and its metabolites, HCCH and its izomers, aldrin, heptachlor; organophosphoric pesticides: methaphos, carbophos and fluorine-containing pesticide trephlane. It was established that simultaneously in the same sample there could be present up to 4-8 substances and their metabolites derivatives of chemical compounds of different groups, in the concentrations lower than MPC for potable water, however the total effect of their influence on human body is not studied yet.*

Нами газохроматографічним методом обстежені гідромінеральні ресурси курортів Прикарпатського регіону (смт. Моршин, м.Немирів, санаторій "Черче", м. Великий Любень, санаторій "Любень Великий", санаторій "Горинь", смт. Сходница, м.Трускавець, с.Помярки) - дев'ять родовищ на вміст стійких хлорорганічних пестицидів ДДТ і його метаболітів: п,п'-ДДТ, п,п'-ДДЕ, о,п' - ДДД; ГХЦГ і його ізомерів - α-ГХЦГ, - β-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, альдрин, гептахлор, дилор, фосфорорганічних пестицидів - метафос, карбофос, похідних симм-триазинів – симазин, атразин, фторорганічних пестицидів – трефлан.

Проведені також дослідження [3,4,5] об’єктів навколишнього середовища курорту м.Трускавець. Встановлено, що в мінеральній воді рівні вмісту зазначених пестицидів коливаються в межах $10^{-7}$ - $10^{-4}$ мг/л, а в лікувальних грязях санаторіїв "Черче" і "Любень Великий" складають $10^{-7}$ - $10^{-2}$ мг/кг (табл. 1, 2, 3).

Вода джерела «Нафтуся» №1, розташованого на території курорту «Трускавець» [1,2], і джерела №2 у с.Помярки (3 км від курорту) слабомінералізована, гідрокарбонатно-кальцієво-магнієва. До складу води «Нафтуся» входять летучі сірчаністі вуглеводні, важкі жирні кислоти нафтового походження, що у сполученні зі слабкою радіоактивністю (0.125-0.224 кюрі/л) і іншими, ще точно не встановленими властивостями створюють неповторні лікувальні якості цієї воістину унікальної води.

Використовувана в лікувальних цілях мінеральна вода типу «Нафтуся» по хімічному складу являє собою прісну гідрокарбонатну кальцієво-магнієву воду з загальною мінералізацією 0.6-0.8 г/л. По вмісту основних компонентів і мінералізації вода джерела «Нафтуся» не відрізняється від прісних вод інших джерел, експлуатованих курортом, і лише присутність у ній органічних речовин типу бітумів і гуминів, а також невеликих кількостей сірководню (до 1.5 мг/л) додають їй специфічний запах і присмак.

Органічні речовини у воді «Нафтуся» представлені бітумами (до 25 мг/л), жирними кислотами, фенолами, нафтеновими кислотами, гуминовими речовинами; з мікрокомпонентів у ній виявлені марганець, свинець, стронцій.

Розчинений у воді газ, представлений переважно азотом (64%) і вуглекислотою (до 20%); газонасиченість вод складає 45-53 мг/л.

Таблиця 1- Вміст пестицидів у гідромінеральних ресурсах Прикарпатського регіону, 1989 р. (мг/л, мг/кг)

| № П/п | Місце відбору | Об'єкт | Σ ДДТ | Σ ГХЦГ | Дилор | Мета-фос | Карбо-фос | Кількість пестицидів і їх метаболітів |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Смт.Моршин Сверд.17 | Вода | $1.7x10^{-6}$ | $4.6x10^{-6}$ | $3.5x10^{-6}$ | Н.вияв. | Н.вияв. | 6 |
| 2 | Смт.Моршин Джерело 6 | Вода | $3x10^{-7}$ | $1.5x10^{-6}$ | $5.2x10^{-6}$ | $6.6x10^{-6}$ | Н.вияв. | 7 |
| 3 | Смт.Моршин Джерело 6 з бювета | Вода | $1.6x10^{-6}$ | $1.7x10^{-7}$ | $2.2x10^{-5}$ | Н. вияв. | Н.вияв. | 4 |
| 4 | Смт.Моршин Джерело 4 | Вода | $2x10^{-6}$ | $1x10^{-7}$ | $1.4x10^{-5}$ | Н. вияв. | $5x10^{-6}$ | 4 |
| 5 | М. Немирів, сверд.20 | Вода | $2x10^{-7}$ | $2.2x10^{-4}$ | $1.2x10^{-3}$ | Н. вияв. | Н.вияв. | 4 |
| 6 | Санаторій «Горинь», Джерело 2 | Вода | $5.1x10^{-5}$ | $6.6x10^{-5}$ | $1x10^{-7}$ | $4.3x10^{-6}$ | $1x10^{-7}$ | 6 |
| 7 | Санаторій «Горинь», Джерело 3 | Вода | $3x10^{-7}$ | $2.5x10^{-4}$ | $2.4x10^{-3}$ | Н. вияв. | Н.вияв. | 5 |
| 8 | Санаторій «Черче», Джерело 2 | Вода | $1x10^{-7}$ | $1x10^{-7}$ | $4.8x10^{-4}$ | Н.вияв. | $1x10^{-7}$ | 4 |
| 9 | М.Великий Любень | Вода | $2x10^{-7}$ | $6.3x10^{-5}$ | $4.1x10^{-4}$ | Н. вияв. | $1x10^{-7}$ | 5 |
| 10 | Санаторій «Любень Великий» | Лік.-грязь | $3x10^{-7}$ | $2x10^{-7}$ | $2.1x10^{-2}$ | $3.1x10^{-2}$ | $1x10^{-7}$ | 8 |
| 11 | Санаторій «Черче» | Лік.-грязь | $3x10^{-7}$ | $4.7x10^{-2}$ | $1x10^{-7}$ | $1x10^{-7}$ | $1x10^{-7}$ | 8 |
| 12 | Р. Стрий | Вода | $4.8x10^{-5}$ | $2.4x10^{-5}$ | $1.7x10^{-5}$ | $2.4x10^{-6}$ | Н.вияв. | 6 |

Таблиця 2 -Пестициди в мінеральній воді курорту Трускавець,1989 р. (мг/дм$^3$)

| № п/п | Місце відбору Тип води | № сверд. | ΣДДТ | ΣГХЦГ | Метафос | Симазин+атразин | Д* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | м.Трускавець, «Нафтуся» | 5к | $6x10^{-7}$ | $2.2x10^{-7}$ | $1x10^{-7}$ | Н. вияв. | $9.2x10^{-7}$ |
| 2 | «-» | 22-н | $1.1x10^{-6}$ | $6x10^{-7}$ | Н. вияв. | «-» | $1.7x10^{-6}$ |
| 3 | «-» | 16-но | $7x10^{-7}$ | $5x10^{-7}$ | «-» | «-» | $1.2x10^{-6}$ |
| 4 | «-» | 1-но | $7x10^{-7}$ | $4x10^{-7}$ | «-» | «-» | $1.1x10^{-6}$ |
| 5 | «-» | 8-но | $3x10^{-7}$ | $4x10^{-7}$ | «-» | «-» | $7x10^{-7}$ |
| 6 | «-» | 9-н | $3.5x10^{-7}$ | $8x10^{-7}$ | «-» | $1x10^{-8}$ | $1.15x10^{-6}$ |
| 7 | «-» | 21-н | $4.5x10^{-7}$ | $6x10^{-7}$ | «-» | Н. вияв. | $1.05x10^{-6}$ |
| 8 | «-» | 2-рг | $1.5x10^{-7}$ | $4x10^{-7}$ | «-» | «-» | $5.5x10^{-7}$ |
| 9 | «-» | 35-рг | $7x10^{-7}$ | $6x10^{-7}$ | $1x10^{-7}$ | «-» | $1.3x10^{-6}$ |
| 10 | с. Помярки | 121-рг | $3.5x10^{-7}$ | $1.6x10^{-6}$ | Н. вияв. | $5x10^{-8}$ | $1.95x10^{-6}$ |
| 11 | «Нафтуся» | 133-рг | $9x10^{-7}$ | $7x10^{-7}$ | $1x10^{-7}$ | $2x10^{-7}$ | $1.9x10^{-6}$ |
| 12 | | 120-рг | $1x10^{-7}$ | $3x10^{-7}$ | Н. вияв. | Н. вияв. | $4x10^{-7}$ |
| 13 | | 122-рг | $2x10^{-7}$ | $6x10^{-7}$ | «-» | «-» | $8x10^{-7}$ |
| 14 | Смт. Східниця «Нафтуся» | 10 | $1.5x10^{-7}$ | $6x10^{-7}$ | $1x10^{-7}$ | «-» | $8.5x10^{-7}$ |

Д*- сумарна концентрація пестицидів

Таблиця 3 - Пестициди в об'єктах навколишнього середовища курорту «Трускавець», 1999 р. (мг/дм$^3$, мг/кг)

| № п/п | Місце відбору | Об'єкт | Σ ДДТ | Σ ГХЦГ | Альдрин | Гептахлор | Трефлан | Д* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Бювет мінеральних вод, вул.Тарасевича | Вода «Нафтуся» | $3.9x10^{-4}$ | $6.2x10^{-6}$ | Н. вияв. | Н. вияв. | $6x10^{-8}$ | $3.9x10-^{4}$ |
| 2 | «-» | Вода «Марія | $1.7x10^{-4}$ | Н. вияв. | Н. вияв. | Н.вияв. | $3x10^{-8}$ | $1.7x10^{-4}$ |
| 3 | Санаторій «Каштан», корпус №7, вул. В.Біласа | Вода Питна | $2.1x10^{-4}$ | $4.2x10^{-6}$ | Н. вияв. | Н. вияв. | $3x10^{-8}$ | $2.1x10^{-4}$ |
| 4 | «-» | Рослинність | $2x10^{-3}$ | $3.5x10^{-4}$ | $1.8x10^{-4}$ | Н. вияв. | $3.9x10^{-6}$ | $2.5x10^{-3}$ |
| 5 | Бальнеоозокеритолічебниця, вул Шевчека,2 | Озокерит | $1.5x10^{-4}$ | $2x10^{-4}$ | Н. вияв. | Н. вияв. | $1.3x10^{-6}$ | $1.5x10^{-4}$ |
| 6. | Біля бювету, вул.Тарасевича | Ґрунт | $1.3x10-^{2}$ | Н. вияв. | Н. вияв. | Н. вияв. | Н.вияв. | $1.3x10-^{2}$ |

Д*- сумарна концентрація пестицидів

Н. вияв. – не виявлено

Формування мінеральних вод типу «Нафтуся» відбувається завдяки збагаченню прісних підземних вод летучими з'єднаннями нафти й озокериту, що рясно розсіяні в гірських породах району, а в окремих місцях утворять великі скупчення [6].

Нами була обстежена вода «Нафтуся» свердловин 5к, 22-н, 16-но, 1-но, 8-но, 9-н, 21-н, 2-рг, 35-рг м.Трускавець, свердловини 121-рг, 133-рг, 122-рг с.Помярки, ист.10 смт. Сходниця (табл. 2).

Проведені дослідження мінеральної води, озокериту, водопровідної води, ґрунту курорту «Трускавець» (табл. 3). Установлено, що у воді «Нафтуся» з бювета мінеральних вод (вул. Тарасевича) містяться ΣДДТ, ΣГХЦГ, трефлан) у концентрації, мг/дм$^3$ відповідно ($3.9 \cdot 10^{-4}$, $6.2 \cdot 10^{-6}$, $6 \cdot 10^{-8}$).

У воді «Марія» (ΣДДТ, трефлан) знаходяться в концентрації, мг/дм$^3$ відповідно ($1.7 \cdot 10^{-4}$, $3 \cdot 10^{-8}$).

У питній воді (вул. В. Біласа, санаторій «Каштан», корпус №7) (ΣДДТ, ΣГХЦГ, трефлан) присутні в концентрації, мг/дм$^3$ відповідно

($2.1 \cdot 10^{-4}$, $4.2 \cdot 10^{-6}$, $3 \cdot 10^{-8}$).

Озокерит (Бальнеоозокеритолічебниця, вул. Шевченка, 2 (ΣДДТ, ΣГХЦГ, трефлан) знаходяться відповідно, мг/кг ($1.5 \cdot 10^{-4}$, $2 \cdot 10^{-4}$, $1.3 \cdot 10^{-6}$).

Ґрунт у бювета (вул. Тарасевича) містить ΣДДТ на рівні $1.3 \times 10^{-2}$ мг/кг.

Рослинність (вул. В. Біласа) (ΣДДТ, ΣГХЦГ, альдрин, трефлан) знаходяться в концентрації, мг/кг відповідно ($2 \cdot 10^{-3}$, $3.5 \cdot 10^{-4}$, $1.8 \cdot 10^{-4}$, $3.9 \cdot 10^{-6}$).

Рівні вмісту зазначених пестицидів ΣДДТ і метаболітів, ΣГХЦГ і його ізомерів коливаються в межах від $10^{-4}$ до $10^{-6}$ мг/л, що на 1-2 порядки нижче ГДК. Повторне обстеження показало, що ретроспективне забруднення (ДДТ, ГХЦГ зберігається, очевидно, це пов'язано з підвищеним вмістом органічної речовини в мінеральних водах типу «Нафтуся». Зіставляючи отримані результати з існуючими гігієнічними нормативами шкідливих речовин водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування, відзначаємо відсутність перевищення ГДК. Однак, одночасна наявність у пробах води декількох пестицидів насторожує, тому що сумарний ефект їхньої дії на організм

людини практично не вивчений.

У мінеральній воді типу "Нафтуся", що містить підвищені кількості

органічної речовини, спостерігається деяка тенденція до збільшення вмісту Σ ГХЦГ і Σ ДДТ у порівнянні з мінеральною водою інших різновидів.

З огляду на те, що пестициди відносяться до числа найбільш небезпечних забруднюючих речовин навколишнього середовища (дані ВООЗ і ін. міжнародних організацій), необхідно віднести їх до одного з важливих факторів, що впливають на якість гідромінеральних ресурсів.

На нашу думку, пестициди потенціюють дію антропогенних забруднювачей (радіонуклідів, важких металів), що у комплексі можуть руйнувати генетичну й імунну системи людини.

**Висновки**

Аналіз ситуації на родовищах мінеральних вод курортів Прикарпатського регіону свідчить про початкові стадії зміни якості мінеральних вод і лікувальних грязей у результаті антропогенної діяльності людини, що надалі при безконтрольному відношенні може викликати необоротні негативні наслідки.

Для повноцінного лікування громадян на курортах Прикарпатського регіону необхідно виключити застосування пестицидів в округах санітарної охорони гідромінеральної бази курортів, а також поблизу їхніх границь. Систематично проводити контроль за вмістом пестицидів у мінеральних водах і лікувальних грязях.

*Література*

*1.Лікувальні мінеральні води типу “Нафтуся”/.Бабинец А. Е. , Шестопалов В.М., Моисеева Н.П. і ін. –ДО.: Наук. Думка, 1986.-192С.*

*2.Бабинец А.Е., Гордиенко Е.Е. , Денисова В.Р. Лікувальні мінеральні води і курорти України.-К.: Академія наук УРСР, 1963.-165С.*

*3.Шестопалов В.М., Осокина Н.П. Вміст сільськогосподарських загрязнителей у гідромінеральних ресурсах Прикарпатського регіону// Вісник УБЕНТЗ №4-ДО.,1998.-С.19-20.*

*4.Моложанова Е.Г., Шестопалов В.М., Осокина Н.П. і ін. Вміст пестицидів у гідромінеральних ресурсах// Щорічник вмісту залишкових кількостей пестицидів в обьектах природного середовища Радянського союзу.-Обнинск.: Госкомгидромет, 1989. Ч.6.Книга 2.-С.111-114.*

*5.Осокина Н.П., Шестопалов В.М. Вміст стійких хлорорганічних пестицидів у мінеральних водах курорту «Трускавець» // Матеріали Міжнародної науково-практичний конф. «Вода і здоров'я»-О.:Астропринт, 2001.- С.163-166.*

*6.В.М. Шестопалов, Н.П. Моисеева Питання формування мінеральних вод типу “Нафтуся”// Проблеми мінеральних вод. Збірник наукових праць. – К.: “Карбон ЛТД”, 2002.-180С.*

# ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ДНІСТЕР

***Р. П. Паньків, М. В. Кость, І. І. Сахнюк, О. В. Телегуз, В. Ю. Гарасимчук, О. М. Майкут, О. Б. Мандзя, І. П. Навроцька, Р. П. Козак***
*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів*

# ECOLOGO-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SURFACE WATERS OF THE RIVER OF DNISTER BASIN

***R. P. Pankiv, M. V. Kost', I. I. Sakhnyuk, O. V. Teleguz, V. Ju. Harasymchuk, O. M. Maykut, O. B. Mandzya, I. P. Navrotska, R. P. Kozak***
*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv*

*It is established ecological-geochemical characteristics of surface waters of the river of Dniester basin within the Lviv region. Found to exceed the permissible norms of biological oxygen consumption for 5 days (1.10 of the maximum permissible concentration), permanganate oxidizability (1.20–2.28), Mn (1.5–1.62), Fe (1.07–2.07) and Si (1.11–1.14) for surface waters of the basin.*

*Актуальність.* Питанню кількісної оцінки впливу різних антропогенних чинників на гідрохімічний режим річок України присвячені роботи В. Хільчевського, С. Сніжка, М. Забокрицької та ін., на стік води і наносів – М. Клименка, В. Вишневського, на трансформацію структури річкових систем – І. Ковальчука, А. Михновича, М. Хвесика, на руслові процеси – Ю. Ющенка, Б. Сидорука та ін. Незважаючи на значний об'єм проведених робіт, питання з вивчення еколого-геохімічних особливостей басейнів річок залишаються недостатньо висвітленими, що і обумовлює актуальність наступних досліджень.

*Мета роботи* – встановити еколого-геохімічні характеристики поверхневих вод басейну річки Дністер в межах Львівської області.

Методика досліджень полягала в інтерпретації результатів еколого-гідрогеохімічних досліджень проведених авторами у 2013 і 2016 роках та даних Львівського управління облводресурсів (2011–2015 рр.). Аналітичні визначення показників складу вод річок проведено в атестованій лабораторії спектральних і хімічних методів аналізу ІГГГК НАН України.

*Об'єкти* досліджень – поверхневі води ріки Дністер з її притоками: Стрв'яж, Стрий, Тисмениця, Бистриця, Верещиця, Свіча, Луг, Щирка, Зубра.

*Результати досліджень.* Дністер – одна з найбільших рік України й основна водна артерія заходу країни. Її витік розташований біля села Вовче Турківського району Львівської області. У верхній частині – це типова гірська річка з вузькою й глибокою долиною. На рівнину виходить нижче міста Старого Самбора. Звідти й до гирла Дністер має рівнинний характер. Довжина річки понад 1350 км а площа водозбору 72100 км$^2$. Середня річна витрата води в гирлі – 300 м$^3$/с, річний стік – близько 10 км$^3$. Середній похил річки 0,56 м/км. Живлення ріки мішане: у весняний період основним джерелом є талі снігові води; з травня по жовтень – дощове живлення, потім домінуюче значення мають підземні води [1].

Одним із об'єктів, який впливає на якість водних ресурсів басейну Дністер є МКП "Миколаївводоканал". Забруднення в р. Дністер вносяться і річкою Тисмениця, в яку скидає стоки КП "Дрогобичводоканал" і річками Луг та Бережниця зі стоками ДП "Водоканал" м. Ходорів та ПЖКГ Моршинської міської ради відповідно [2].

На основі власних еколого-геохімічних досліджень та результатів, які здійснює Львівське управління облводресурсів [2], нами встановлено, що води р.

Дністер характеризуються мінералізацією від 0,25 до 0,53 г/дм$^3$, загальною твердістю 2,7–5,60 мг-екв/дм$^3$, *pH* – 7,74–8,60 од. Їх макрокомпонентний склад впродовж 2011–2016 рр. змінюється від гідрокарбонатного магній-кальцієвого (с. Тершів) до гідрокарбонатного кальцієвого (с. Заліски). Кількість гідрокарбонатів у воді річки коливається в межах 257,3–476,70 мг/дм$^3$, а хлоридів та сульфатів – 5,139–69,06 та 28,60–68,08 мг/дм$^3$ відповідно. Спостерігається тенденція до зростання величини мінералізації та концентрацій сульфатів, Кальцію, Натрію та хлоридів за течією річки. Винятком є вода із р. Дністер у с. Колодруби, яка характеризується найвищими кількостями Натрію та хлоридів і за складом є хлоридно-гідрокарбонатна натрієво-кальцієва. На зміну хімічного складу води у цьому місці Дністра, очевидно, впливає р. Тисмениця, води якої мають високу мінералізацію і підвищені концентрації Натрію, Калію та хлоридів.

Води приток р. Дністер характеризуються мінералізацією від 0,21 до 0,78 г/дм$^3$, загальною твердістю 2,35–10,50 мг-екв/дм$^3$, *pH* – 7,12–8,29. За складом води річок Стрв'яж і Стрий гідрокарбонатні кальцієві (магнієво-кальцієві), Тисмениця, Свіча гідрокарбонатно-хлоридні натрієво-кальцієві чи хлоридно-гідрокарбонатні натрієво-кальцієві, Верещиця, Щирка, Зубра і Луг – сульфатно-гідрокарбонатні кальцієві (гідрокарбонатно-сульфатні магнієво-кальцієві). Розподіл показників складу вод басейну Дністер наведено на рис. 1–4.

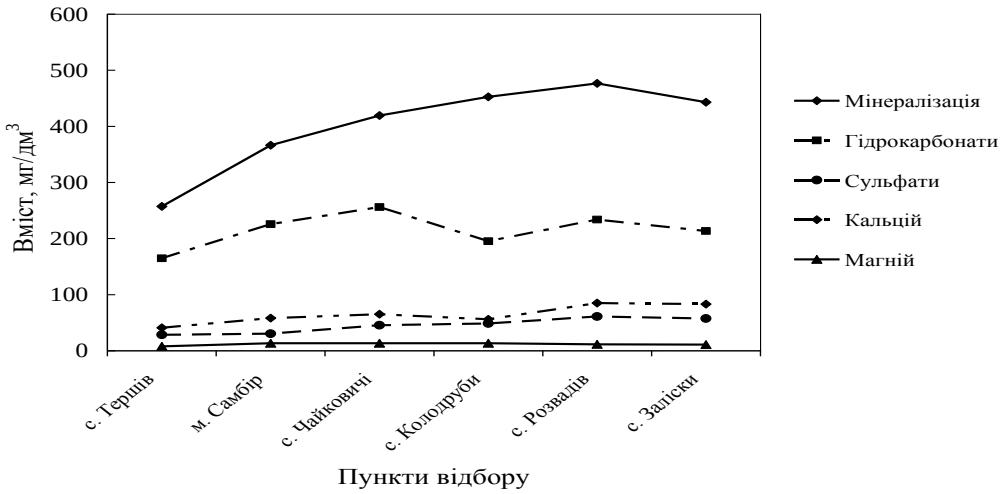



Рисунок 1 – Розподіл мінералізації, гідрокарбонатів, сульфатів, Кальцію та Магнію у воді річки Дністер

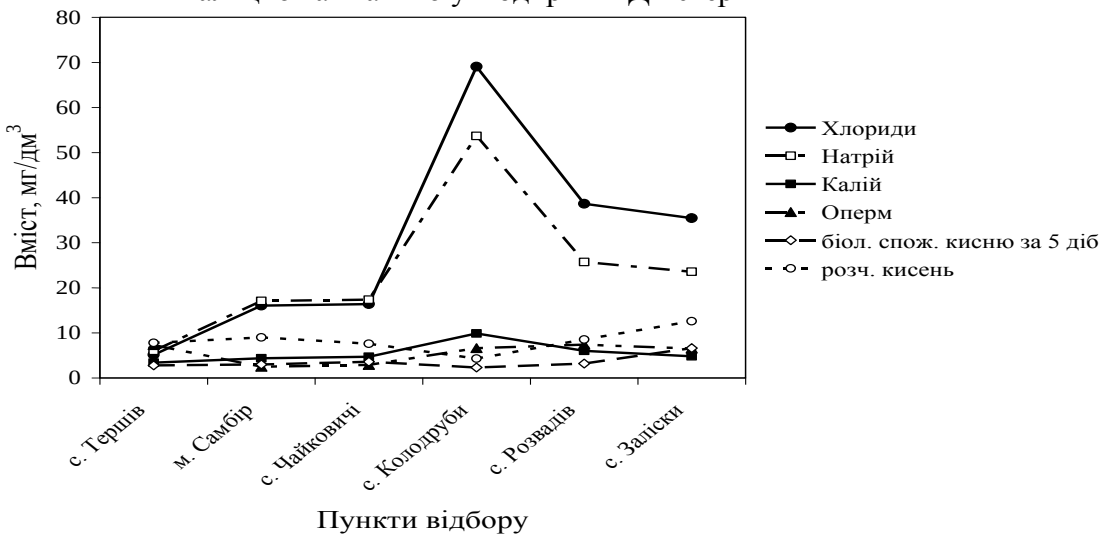



Рисунок 2 – Розподіл хлоридів, Калію, Натрію, окиснюваності перманганатної, розчиненого кисню та БСК$_5$ у воді річки Дністер

Завислі речовини в річці Луг, Свіча становили 0–4,18 мг/дм3, р. Зубра – 11,3–17,06, р. Щирка – 50,6, в р. Дністер – 10,12–42,96 мг/дм3.

Амоній-іон у водах приток Тисмениця, Верещиця, Стрв'яж, Лининка коливається в межах 0,1–0,29 мг/дм3; в інших річках його не виявлено. Вміст нітритів у водах річок становив 0–0,18 мг/дм3, нітратів 0–15,83 мг/дм3. Фосфати були наявними в кількостях від 0,041 до 0,996 мг/дм3.

Кількість розчиненого кисню в поверхневих водах басейну Дністра знаходиться в межах від 4,3 до 12,6 мг О2/дм3. Його найменший вміст зафіксований у воді р. Щирка, що, ймовірно, зумовлено надходженням господарсько-побутових стічних вод. Найбільші концентрації показника встановлено в р. Дністер (с. Заліски) та р. Стрий, де інтенсивно відбуваються процеси самоочищення і відновлення природних вод. Значення перманганатної окиснюваності коливалися від 2,5 до 11,4 мг О/дм3. Показник біохімічного споживання кисню за 5 діб у водах річок становив 1,20–6,6 мг $O_2$/дм$^3$.

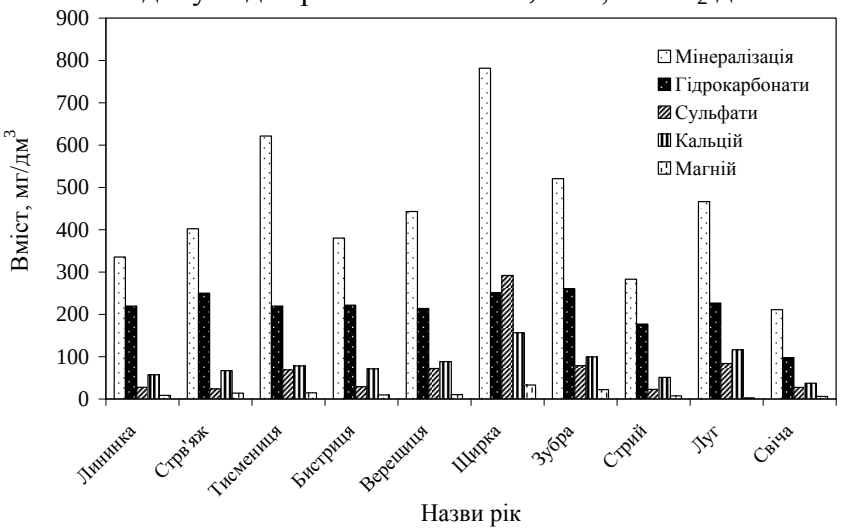



Рисунок 3 – Розподіл мінералізації, гідрокарбонатів, сульфатів, Кальцію та Магнію у воді приток річки Дністер

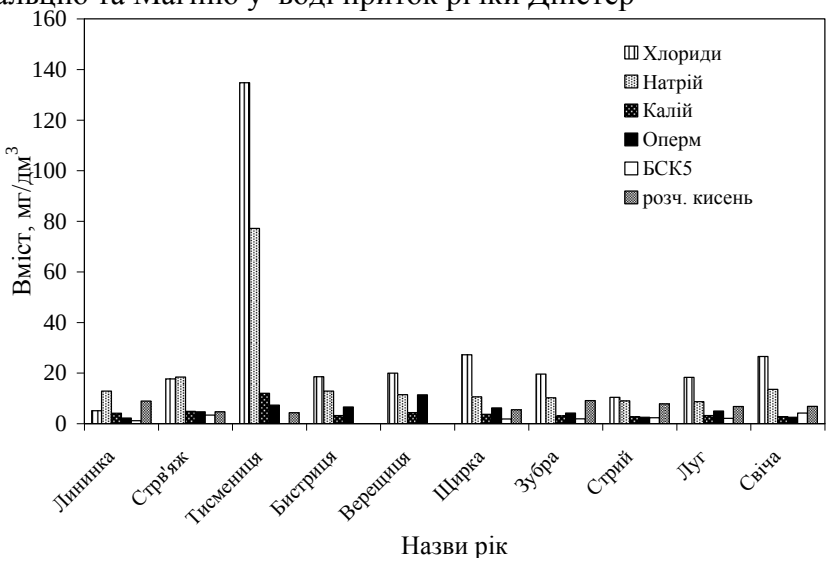



Рисунок 4 – Розподіл хлоридів, Калію, Натрію, окиснюваності перманганатної, розчиненого кисню та БСК$_5$ у воді приток річки Дністер

Концентрація елементів (мг/дм$^3$) у водах басейну річки Дністер коливається в наступних межах: Sr – 0,36–3,56; Fe – 0,06–0,35; Mn – 0,02–0,10; Zn – 0,009–0,063; Li – 0,004–0,012; Cu – ≤ 0,005; Cr – < 0,05; Pb – <0,01; Ni – <0,01;

Co – <0,01; Cd – <0,002.

Середні дані хімічного складу вод та перевищення допустимих норм по окремих показниках наведено у таблиці. Завдяки здатності значної кількості досліджуваних річок до самоочищення кількості окремих макрокомпонентів в їхніх водах не перевищують ГДКк-п.

Таблиця – Середні дані хімічного складу та перевищення допустимих норм по окремих показниках для басейну р. Дністер (Львівська область) [2–3]

| Назва річки | Хімічна формула складу вод | Показники (кратність перевищення ГДКк-п) |
|---|---|---|
| *Дністер* | $M_{0,43}\frac{HCO_3 62(SO_4 17\ Cl 14 CO_3 6\ NO_3 1)}{Ca 68(Mg 15\ Na 15\ K 2)}\ pH 8,22$ | $БСК_5$ (1,10)<br>$О_{перм}$ (1,20–1,48) |
| *Дністер (с. Коло-друби)* | $M_{0,53}\frac{HCO_3 48\ Cl 36(SO_4 14\ NO_3 2)}{Ca 52 Na 32(Mg 12 K 4)}\ pH 8,10$ | $О_{перм}$ (1,20) |
| *Стрв'яж* | $M_{0,40}\frac{HCO_3 79\ Cl 10(SO_4 9\ NO_3 2)}{Ca 62\ Mg 21(Na 15\ K 2)}\ pH 7,75$ | – |
| *Верещиця* | $M_{0,44}\frac{HCO_3 64 SO_4 25(Cl 9\ NO_3 1)}{Ca 75(Mg 15\ Na 8\ K 2)}\ pH 7,60$ | $О_{перм}$ (2,28)<br>$Mn^{2+}$ (1,50) |
| *Тисмени-ця* | $M_{0,62}\frac{Cl 42\ HCO_3 40(SO_4 16\ NO_3 2)}{Ca 45 Na 38(Mg 14\ K 3)}\ pH 7,60$ | $О_{перм}$ (1,46)<br>$Fe_{заг}$ (1,06–1,61)<br>$Mn^{2+}$ (1,62) |
| *Бистриця* | $M_{0,38}\frac{HCO_3 70(SO_4 12\ Cl 10\ CO_3 7\ NO_3 1)}{Ca 71(Mg 16\ Na 11\ K 2)}\ pH 7,75$ | – |
| *Щирка* | $M_{0,78}\frac{SO_4 55 HCO_3 37(Cl 17\ CO_3 2\ NO_3 1)}{Ca 71 Mg 24(Na 4\ K 1)}\ pH 7,70$ | $О_{перм}$ (1,24) |
| *Зубра* | $M_{0,59}\frac{HCO_3 63 SO_4 24(Cl 7\ CO_3 5\ NO_3 1)}{Ca 70 Mg 23(Na 6 K 1)}\ pH 7,97$ | $Fe_{заг}$ (1,07–1,58)<br>Si (1,11–1,14) |
| *Стрий* | $M_{0,28}\frac{HCO_3 78(SO_4 13\ Cl 8\ NO_3 1)}{Ca 70(Mg 17\ Na 11\ K 2)}\ pH 8,05$ | – |
| *Луг* | $M_{0,47}\frac{HCO_3 60 SO_4 28(Cl 8\ CO_3 3\ NO_3 1)}{Ca 90(Na 6\ Mg 3\ K 1)}\ pH 7,88$ | – |
| *Свіча* | $M_{0,21}\frac{HCO_3 55 Cl 26(SO_4 19)}{Ca 61 Na 20(Mg 17\ K 2)}\ pH 7,12$ | $Fe_{заг}$ (1,9–2,07) |

Через те, що ліві притоки Дністра дренують вапнисті та гіпсоангідритові товщі Волино-Поділля, вони відзначаються вищими у порівнянні з правими притоками кількостями іонів Кальцію і Магнію, гідрокарбонатів та сульфатів. Надходження сульфатів у поверхневі води пов'язане з процесами розчинення сірковмісних мінералів (гіпс, ангідрит). Значні кількості надходять у річкові води в процесі відмирання живих рослинних і тваринних організмів та зі стічними водами. Разом з тим у правих притоках (Тисмениця) спостерігаються підвищені

вмісти іонів Натрію, Калію та хлору, що зумовлено як вилуговуванням цих елементів із глинисто-соленосних товщ карпатських покривів, так і з діяльністю промислових підприємств, які чинять значний антропогенний вплив на води скидами стічних вод [3]. Слід зазначити, що у правих притоках р. Дністер відбуваються значно потужніші процеси самоочищення.Зокрема, в них значно вища витрата води і, відповідно, вища інтенсивність розчинення. Крім цього, процесам самоочищення правих допливів сприяє їх гірський режим, незначна глибина водотоків та інтенсивне перемішування.

*1. Природа Львівської області / За ред. К. І. Геренчука. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1972. – 152 с*

*2. Звіт про результати моніторингу природного довкілля Львівщини за 2015 р. – Львів, 2016. – 137 с. – Режим доступу : http://www.ekologia.lviv.ua*

*3. Геохімічні особливості поверхневих вод басейну річки Дністер у межах України / Р. Паньків, М. Кость, В. Гарасимчук та ін. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2015. – № 1–2 (166–167). – С. 135–144.*

# МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ ПОЛЬСЬКИХ ЗАХІДНИХ КАРПАТ

***Йозеф Хованєц***
*Державний геологічний інститут, Карпатське відділення, Краків, Польща*

# WODY MINERALNE POLSKICH KARPAT ZACHODNICH

***Józef Chowaniec***
*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Karpacki*

## WSTĘP

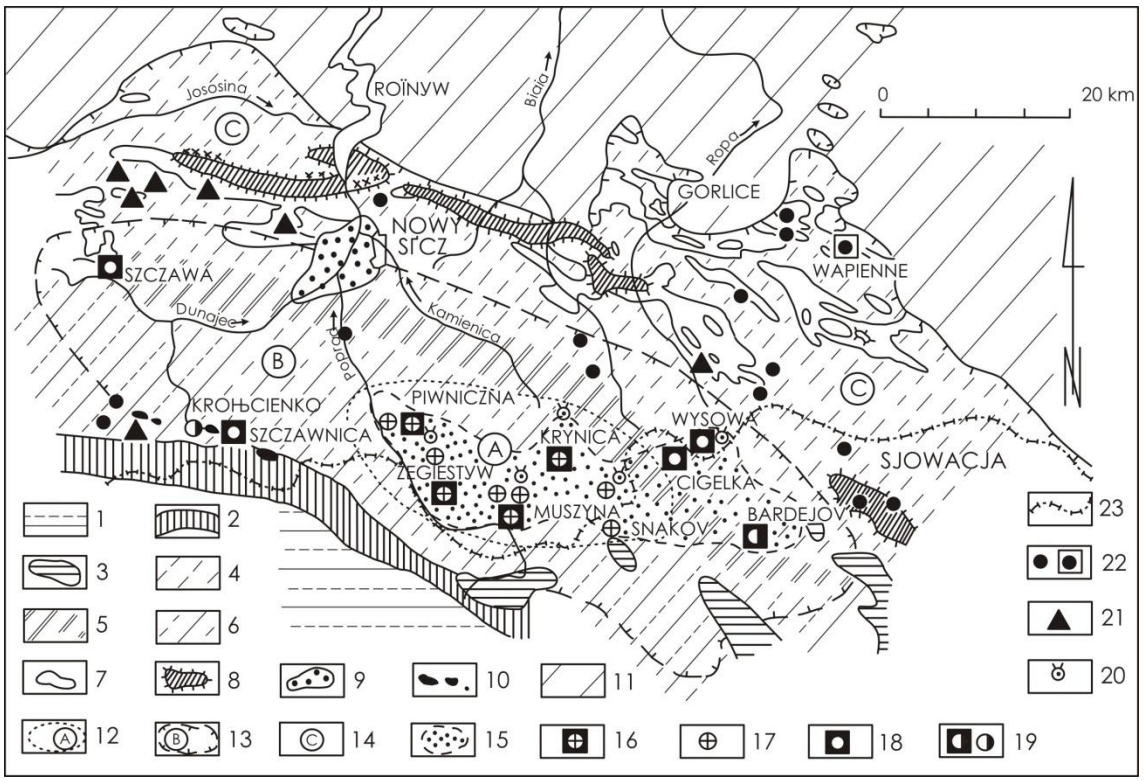
W Polsce granica między wodami zwykłymi i mineralnymi została przyjęta dla mineralizacji 1 g/dm$^3$. Występowanie wód mineralnych w opracowaniach kartograficznych przedstawiane jest w różny sposób. Najczęściej stosowany sposób przestrzennego występowania wód mineralnych na obszarze Polski opiera się na regionalnym podziale na jednostki geologiczne i typy hydrochemiczne wód [1, 2, 3, 4]. Nieco bardziej szczegółowy podział zaproponował Węcławik [5] dla części regionu karpackiego, obejmującego tylko część wschodnią omawianego obszaru (rys. 1), gdzie mapa typów chemicznych wód zawiera wydzielone strefy A, B i C. Strefa centralna (A) to głównie liczne przypowierzchniowe występowania szczaw zwykłych (tzn. pozbawionych podwyższonych stężeń chlorków, bromków i jodków).

Strefa przejściowa (B) to przypowierzchniowe występowania na obszarze Polski szczaw chlorkowych (tzn. szczaw posiadających podwyższone stężenia chlorków, bromków i jodków, wskazujące na obecność wody pochodzenia nieinfiltracyjnego). Strefa zewnętrzna (C) to głównie wody słone i solanki występujące w głębokich otworach i przypowierzchniowe wody siarczkowe. Można w przybliżeniu przyjąć, że strefa zewnętrzna rozciąga się także na pozostały obszar rozpatrywany w niniejszym artykule.

Pomijając strefę wód słodkich, tzn. wód o mineralizacji do 1g/dm$^3$, głębokościowe występowanie wód mineralnych dzieli się zazwyczaj na trzy strefy hydrogeochemiczne: górną, środkową i dolną [6]. Strefa górna charakteryzuje się wodami młodymi w sensie geologicznym, o intensywnej wymianie wód pochodzenia infiltracyjnego, gdzie mineralizacja powstaje głównie wskutek rozpuszczania skał. Strefa środkowa zawiera wody infiltracyjne o bardzo powolnej wymianie oraz wody kopalne zarówno infiltracyjne jak i sedymentacyjne. Strefa dolna to wody sedymentacyjne i kopalne infiltracyjne całkowicie odseparowane od wód infiltracyjnych aktywnej cyrkulacji.

Wody mineralne występują na całym opisywanym obszarze z wyjątkiem Tatr, gdzie wskutek szybkich przepływów i braku występowania $CO_2$ pochodzenia wgłębnego, nie zachodzi szybki wzrost mineralizacji wód. Niektóre wody termalne niecki podhalańskiej wchodzą w zakres definicji wód mineralnych, ale ze względu na sposób ich wykorzystywania nie zostały tutaj omówione.

Szczególnie obfite i zróżnicowane występowania wód mineralnych obserwuje się na całym obszarze Karpat zewnętrznych. W podłożu fliszu są to solanki występujące w piaskach pylastych i piaskowcach badenu i w skrasowiałych wapieniach dewonu. Na większych głębokościach, w kompleksach piaskowcowo-łupkowych fliszu, występują wody słone i solanki, które wykorzystując strefy uskokowe mogą ascensyjnie dopływać do powierzchni, gdzie na skutek mieszania się z wodami infiltracyjnymi ulegają rozcieńczeniu. Liczne strefy uskokowe, będące rezultatem fałdowania i wypiętrzania Karpat fliszowych, stwarzają także warunki dla tworzenia się szczaw w kompleksach piaskowcowo-łupkowych w przypadkach dopływu wgłębnego $CO_2$.




**Rys. 1. Wody mineralne płaszczowiny magurskiej Karpat polskich i częściowo słowackich na tle budowy geologicznej [5]**

1 – paleogen Karpat wewnętrznych, 2 – pas skałkowy, 3 – seria rychwałdzka (formacja malcowska) – osady płaszczowiny magurskiej leżące ponad formacją magurską, 4-6 strefy facjalno- tektoniczne płaszczowiny magurskiej (4 – gorlicka-raczańska łącznie z innymi, 5 – sądecka-bystrzycka, 6 – krynicka), 7 – warstwy ropianieckie (inoceramowe i starsze, wydzielone tylko w strefie gorlickiej), 8 – ważniejsze okna tektoniczne, 9 – miocen Kotliny Sądeckiej, 10 – andezyty rejonu Czorsztyn-Szczawnica, 11 – przedpole płaszczowiny magurskiej, 12-14 – strefy hydrochemiczne wód wydzielonych w płaszczowinie magurskiej (12 – strefa centralna, 13 – strefa przejściowa, 14 – strefa brzeżna), 15 – zwarty obszar z zagęszczonymi przejawami wolnego dwutlenku węgla (po stronie polskiej i słowackiej), 16 – uzdrowiska eksploatujące szczawy chłodne, o niskiej mineralizacji (wyższe są w wierceniach rejonu Krynicy i Złockiego), typu HCO3-Ca (Mg), 17 – szczawy chłodne o niskiej mineralizacji, nie wykorzystywane w uzdrowiskach, 18 – szczawy chłodne, typu HCO3-CI-Na z siarkowodorem, eksploatowane w uzdrowiskach (Szczawnica, Wysowa) lub poza nimi (Szczawa, Cigelka), 19 – szczawy chłodne typu HCO3-CI-Na, bez H2S (a – eksploatowane w uzdrowisku Bardejov, b – w Krościenku), 20 – ekshalacje dwutlenku węgla, 21 – ekshalacje metanu, 22 – źródła siarczkowe (a – większe źródła „dzikie”, b – swoiste wody siarczkowe eksploatowane w uzdrowisku Wapienne), 23 – granica państwa.

Obecnie dostępne nowoczesne metody analityczne pozwalają na dokładniejsze rozpoznanie poszczególnych stref wymiany wody, poprzez określanie ich genezy w oparciu o analizy składu izotopowego tlenu i wodoru oraz wyznaczanie wieku przy pomocy różnych znaczników środowiskowych. Szczegółowe omówienie metod znacznikowych zawarte jest w pracy Zubera i in. [7].

**SZCZAWY ZWYKŁE**

Szczawy na obszarze Karpat przyjęto powszechnie za Świdzińskim [8] dzielić na zwykłe i chlorkowe. Powierzchniowe przejawy obu typów szczaw występują jedynie na obszarach z obfitym dopływem $CO_2$ pochodzenia wgłębnego. Strefy uskokowe niewątpliwie stanowiły szczególnie sprzyjające warunki dla wietrzenia skał i utworzenia się niektórych dolin rzecznych, takich jak dolina Popradu i niektórych jego dopływów, na przykład w rejonie Krynicy, Złockiego i Tylicza.

W przeszłości istniały różne poglądy na genezę obfitych występowań $CO_2$, biorącego udział w tworzeniu się szczaw. W drugiej połowie ubiegłego wieku ogólnie przyjęty był pogląd Świdzińskiego [8] o wulkanicznym pochodzeniu tego gazu, tzn. z płaszcza Ziemi. Ten pogląd był też częściowo uzasadniony wczesnymi badaniami izotopowymi, sugerującymi magmowe pochodzenie $CO_2$ w rejonie szczawnickich andezytów. Jednak bardziej szczegółowe badania składu izotopowego węgla w $CO_2$ wykazały jego metamorficzne pochodzenie, zwłaszcza nie ulegające wątpliwości w rejonie Krynicy [9]. Z badań izotopowych wynika więc, że szczawy polskich Karpat formowane są na obszarach metamorfizmu skał węglanowych, zachodzącego w głębokim podłożu fliszu, a powstający $CO_2$ wędruje do powierzchni dzięki strefom uskokowym. Przypowierzchniowe przejawy występowania zwykłych szczaw znane są w wielu miejscowościach usytuowanych wzdłuż doliny Popradu i jego dopływów a zwłaszcza w Krynicy, Tyliczu, Muszynie, Złockiem, Żegiestowie, Łomnicy, Głębokim i Piwnicznej. Liczne wiercenia wykonane w ostatnich latach wykazały także występowania szczaw w wielu innych miejscowościach (np. Leluchów, Powroźnik, Jastrzębik, Milik, Andrzejówka, Wierchomla i Zubrzyk).

Wyniki badań wykazują różnorodność typów chemicznych szczaw zwykłych, którą można przypisać czasowi przebywania wody (wiekowi) w systemie wodonośnym, zróżnicowanej litologii oraz obfitemu dopływowi $CO_2$ z większych głębokości. Najdokładniejsze dotychczas opublikowane badania znacznikowe [7], dotyczą wód mineralnych Krynicy, gdzie wody o najkrótszych wiekach trytowych, wynoszących od kilku do kilkudziesięciu lat są wodami typu $HCO_3$-Ca i mineralizacjach od niecałe 0,7 g/dm$^3$ (np. szczawa w ujęciu Jan) do około 2,3 g/dm$^3$ (Zdrój Główny). W starszych wodach, wskutek oddziaływania woda-skała zachodzi zarówno wzrost mineralizacji jak i zmiana typu chemicznego, ponieważ wzrasta procentowy udział jonów sodu lub magnezu lub obu tych jonów (tab. 1).

**Tabela 1. Ważniejsze szczawy zwykłe i chlorkowe w regionie Karpat zewnętrznych [3]**

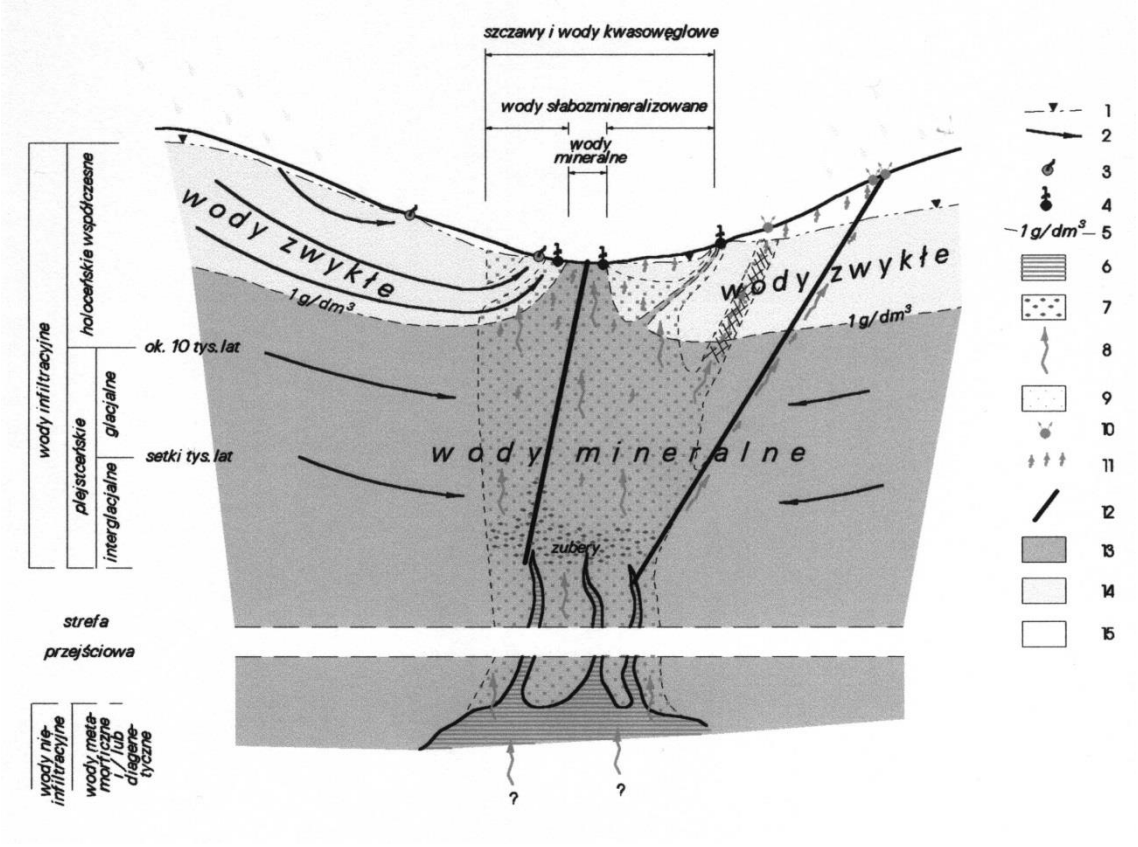
| Miejscowość | Liczba | | Zasoby | $CO_2$ | M | Typ wody |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | odwiertów | Źródeł | m$^3$/h | g/dm$^3$ | | |
| szczawy zwykłe | | | | | | |
| Głębokie | - | 2 | 0,5 | 2,4-3,1 | 2,2-3,6 | $HCO_3$-Na-Ca-(Mg), $CO_2$, B |
| Piwniczna Zdrój | 11 | - | 24,95 | 0,6-3,0 | 1,7-8,2 | $HCO_3$-(Ca)-(Mg)-(Na), $CO_2$, (Fe), (B) |
| Łomnica Zdrój | 7 | | 20,47 | 0,9-2,2 | 1,5-3,5 | $HCO_3$-Ca-(Mg)-(Na), $CO_2$, (Fe), (B) |
| Żegiestów Zdrój | 3 | 1 | 4,90 | 1,3-3,0 | 2,6-14,4 | $HCO_3$-(Ca)-(Mg)-(Na), $CO_2$, (Fe), (B), |
| Milik | 2 | - | 3,08 | 2,0-3,0 | 6,6-7,1 | $HCO_3$-Mg-Ca, $CO_2$, Fe |
| Muszyna | 42 | 1 | 89,09 | 0,6-3,5 | 0,6-8,8 | $HCO_3$-(Ca)-(Mg)-(Na), $CO_2$, (Fe),(Br), (I), (B) |
| Krynica Zdrój | 14 | 4 | 32,06 | 0,5-3,4 | 0,6-10,1 | $HCO_3$-(Ca)-(Mg)-(Na), $CO_2$, (Fe) |
| Tylicz | 5 | 1 | 18,2 | 0,2-2,8 | 0,8-6,8 | $HCO_3$-(Ca)-(Mg)-(Na), $CO_2$, (Fe) |
| szczawy chlorkowe | | | | | | |
| Szczawa | 5 | | 2,53 | 0,5-3,1 | 3,3-27,7 | $HCO_3$-Cl-Na, $CO_2$, Br, I, B |
| Krościenko n/Dunajcem | | 2 | 0,07 | 1,0-1,9 | 3,3-7,3 | $HCO_3$-Cl-Na, $CO_2$, Br, I |

Na podstawie składu izotopowego, najstarsza szczawa zwykła rejonu Krynicy o

mineralizacji około 10 g/dm$^3$ występuje w otworze K-10, pochodząc przypuszczalnie z końca ostatniego zlodowacenia. Najgłębiej występujące w Krynicy wody typu zuber stanowią specjalny typ szczaw chlorkowych.

**SZCZAWY CHLORKOWE**

Przypowierzchniowe występowania szczaw chlorkowych znane są od wielu lat w Szczawie, Szczawnicy i Krościenku. W niektórych głębokich (kilkaset metrów) otworach Krynicy i Złockiego stwierdzono występowanie specyficznych szczaw chlorkowych zwanych zuberami. Przypowierzchniowe występowania szczaw chlorkowych związane są z obszarami płytkiej penetracji wód infiltracyjnych, wynikającej z niskiej przepuszczalności utworów fliszowych i ascensyjnego dopływu wód nieinfiltracyjnych (rys. 2).




**Rys. 2. Model koncepcyjny powstawania zgazowanych wód dehydratacyjnych i infiltracyjnych wód w Krynicy Zdroju [10]**

1 – zwierciadło wód podziemnych; 2 – kierunki przepływu wód podziemnych; 3 – źródła wód zwykłych; 4 – źródła szczaw; 5 – granica występowania wód zwykłych i mineralnych; 6 – strefa formowania się wód metamorficznych; 7 – strefa formowania się szczaw chlorkowych - zuberów; 8 – dopływ dwutlenku węgla z głębi; 9 – przestrzeń występowania wód nasyconych dwutlenkiem węgla; 10 – suche ekshalacje dwutlenku węgla; 11 – dwutlenek węgla w powietrzu glebowym; 12 – uskoki; 13 – strefa wód mineralnych; 14 – strefa wód zwykłych; 15 – strefa aeracji.

W przypadku szczaw chlorkowych Szczawnicy i Krościenka, ich geneza była zazwyczaj wiązana z intruzjami andezytowymi istniejącymi w tym rejonie. Jednak skład chemiczny tych szczaw nie wskazuje na ich formowanie się w warunkach istotnego oddziaływania wody z andezytami [9]. Przejawy szczaw chlorkowych w Krościenku to jedynie kilka źródeł o bardzo małej wydajności i stosunkowo niskiej mineralizacji.

Przypowierzchniowe występowania szczaw chlorkowych związane są z ascensyjnym dopływem wód nieinfiltracyjnych, mieszających się blisko powierzchni

terenu z wodami infiltracyjnymi (rys. 2; tab. 1). Wydatki dopływów ascensyjnych z dużych głębokości są zazwyczaj bardzo ograniczone (około 1 $dm^3$/min.), co oznacza, że w rejonach ich przypowierzchniowego występowania nie należy oczekiwać pozyskania znaczących zasobów wód mineralnych poprzez głębokie wiercenia.

Wczesne poglądy wiązały pochodzenie chlorków w szczawach chlorkowych z reliktowymi wodami sedymentacyjnymi mórz fliszowych. Szczegółowe badania izotopowe wód mineralnych Wysowej oraz rekonesansowe analizy wód z innych miejscowości wykluczyły jednak proste mieszanie się wody infiltracyjnej z sedymentacyjną wodą pochodzenia morskiego.

Pochodzenie wysokiego zasolenia w szczawach chlorkowych i niektórych solankach Karpat fliszowych najprawdopodobniej można wiązać z nakładaniem się procesów dehydratacji i ultrafiltracji zachodzących w różnym stopniu przy diagenezie kompakcyjnej
[3, 7]. Według tych autorów, proces ultrafiltracji (odwróconej osmozy) zachodzi przy wymuszonym przez wysokie ciśnienie przepływie wody przez pakiety minerałów ilastych. Wtedy cząsteczki wody przedostają się łatwiej przez te membrany niż obarczone ładunkiem elektrycznym jony, co prowadzi do coraz to większego stężenia składników chemicznych zarówno w rezydualnej jak i w przefiltrowanej wodzie.

Wody typu zuber stanowią znikomy udział w zasobach wód mineralnych, ale są interesujące pod względem genetycznym. Model koncepcyjny powstawania zgazowanych wód dehydratacynych i infiltracyjnych w Krynicy pokazano na rys. 2 [10].

**WODY SIARCZKOWE**

W Karpatach fliszowych występują liczne źródła wód siarczkowych, które były badane i opisywane przez wielu autorów od lat 50. XX wieku. W najnowszym studium,

Rajchel [11] opisała kilkadziesiąt źródeł siarczkowych w całych polskich Karpatach fliszowych. Większość autorów wiąże genezę $H_2S$ w tych źródłach z powszechną obecnością rozproszonych pirytów i sporadycznie gipsów w połączeniu z działalnością bakterii związanych z bituminami, występującymi licznie zwłaszcza w serii podmagurskiej.

Wody siarczkowe w polskich Karpatach fliszowych nie mają większego znaczenia praktycznego, ale problem ich genezy ma istotnego znaczenie poznawcze. Zwłaszcza interesujące są źródła charakteryzujące się stężeniami $H_2S$ powyżej 10 mg/$dm^3$. Według powszechnie przyjętego poglądu, obecność siarkowodoru należy wiązać z powstawaniem siarczanów w infiltrujących wodach opadowych wskutek utleniania się pirytów, które następnie ulegają redukcji na większych głębokościach.

Temperatury wody źródeł siarczkowych są o kilka stopni wyższe od średnich rocznych temperatur powietrza rejonu ich wypływu, co razem ze stałymi wydatkami źródeł wyraźnie sugeruje stosunkowo głęboką infiltrację wody, do głębokości około kilkudziesięciu lub więcej metrów, gdzie panuje strefa redukcyjna. W takich przypadkach, jony $SO_4^{2-}$ podlegają częściowej redukcji do siarkowodoru, który pojawia się w wypływach.

**WODY ZASOLONE I SOLANKI UTWORÓW FLISZOWYCH I PODŁOŻA**

Wody zasolone i solanki na obszarze Karpat występują w utworach fliszowych a także w utworach podłoża Karpat. Przypowierzchniowe występowania takich wód związanych z utworami fliszu znane są z Soli, Rabki, Sidziny, Bieśnika i Słonej oraz z kilku innych miejscowości, a głębsze występowania znane są z wielu otworów usytuowanych w różnych rejonach omawianego obszaru. Istniejące dane wskazują, że niektóre ujęcia solanek fliszowych charakteryzują się samowypływami, co je wyraźnie odróżnia od solanek podłoża (tab. 2).

**Tabela 2. Solanki Karpat fliszowych i podłoża [3]**

| Miejscowość | Liczba | | Zasoby | M | Typ wody |
|---|---|---|---|---|---|
| | odwiertów | źródeł | $m^3/h$ | $g/dm^3$ | |
| Rabka Zdrój | 7 | - | 6,44 | 6,2-26,4 | Cl-Na, Br, I, (B), (Fe) |
| Sól | 3 | 2 | b.d. | 9,4-44,3 | Cl-Na, Br, I, B |
| Jaworze Dolne | 2 | - | 4,9 | 99,4-145,9 | Cl-Na-Ca, Br, I, B, Fe, (T) |
| Ustroń | 2 | - | 2,2 | 103,1-126,1 | Cl-Na-Ca, Br, I, B, Fe, (T) |

Solanki podłoża Karpat, mające znaczenie balneologiczne, związane są z sedymentami morskimi badenu w rejonie Dębowca oraz serią węglanową karbonu dolnego, dewonu górnego i środkowego między Cieszynem a Bielsko-Białą. Solanki w rejonie Dębowca występują

w soczewkach piasków pylastych zawartych pośród utworów ilastych. Natomiast serię węglanową budują dolomity i wapienie z wkładkami margli i piaskowców o miąższości dochodzącej do około 1 000 m. Strop tej serii zalega najpłycej w okolicach Bielska-Białej, na głębokości około 800 m. Seria węglanowa stanowi zasobny poziom wodonośny pomimo procesów kompakcji, diagenezy, rekrystalizacji i cementacji, prowadzących do zmniejszenia i częściowego wypełnienia szczelin i pustek krasowych i tym samym do zmniejszenia przepuszczalności górotworu. Solanki stwierdzono między innymi również w Ustroniu Śląskim (uznawane za lecznicze), Jaworzu, Kozach i Kętach.

Podstawowe dane chemiczne zasolonych wód utworów fliszu i jego podłoża na omawianym obszarze wskazują, że solanki utworów fliszowych, charakteryzują się stosunkiem $rNa^+/rCl^-$ wyraźnie przekraczającym 1, co jest charakterystyczne dla wód diagenetycznych. Posługując się tym wskaźnikiem, można uważać, że geneza rozpatrywanych solanek fliszu jest zazwyczaj taka sama jak omówionych wyżej szczaw chlorkowych, ale bez udziału $CO_2$, który w przypadku tworzenia się szczaw prowadzi do znacznie efektywniejszego oddziaływania woda-skała i jeszcze wyższego stosunku $rNa^+/rCl^-$. Zarówno dane chemiczne, jak i nieliczne dostępne dane izotopowe, wykluczają obecność niezmienionej chemicznie i izotopowo sedymentacyjnej wody morza fliszowego. Można zatem uważać, że podobnie do składowej nieinfiltracyjnej szczaw chlorkowych, wody zasolone i solanki utworów fliszowych zawierają wodę diagenetyczną, a jedynie ich zasolenie jest pozostałością wody sedymentacyjnej. Podobnie do szczaw chlorkowych, wody te mogą w niektórych rejonach wędrować do lub w pobliże powierzchni, tworząc wody mieszane.

Geneza solanek podłoża pozostaje w wielu przypadkach nierozpoznana, gdyż brak jest danych izotopowych. Wyjątek stanowią solanki Dębowca i Łapczycy eksploatowane
z utworów badenu przykrytych fliszem oraz solanka utworów dewonu w Ustroniu.

## LITERATURA


[1] PACZYŃSKI B., PŁOCHNIEWSKI Z., 1996 – Wody mineralne i lecznicze Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

[2] DOWGIAŁŁO J., PACZYŃSKI B., 2002 – Podział regionalny wód leczniczych Polski. *W*: *Ocena zasobów dyspozycyjnych wód potencjalnie leczniczych – Poradnik metodyczny* (red. B. Paczyński). PIG, Warszawa, 16-24.

[3] CHOWANIEC J., ZUBER A., CIĘŻKOWSKI W., 2007 – Prowincja karpacka. *W*: *Hydrogeologia regionalna Polski, t. II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane* (red. B. Paczyński i A. Sadurski). PIG, Warszawa, 78-96.

[4] CHOWANIEC J., 2009. Studium hydrogeologii zachodniej części Karpat

polskich. Biul. PIG 434.

[5] WĘCŁAWIK S., 1991 – Kompleksowa metodyka badań ochrony surowców balneologicznych przed oddziaływaniem przemysłu. *Studia i Rozprawy*, **11**. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków.

[6] PAZDRO Z., B. KOZERSKI, 1990 – Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol., Warszawa.

[7] ZUBER A., RÓŻAŃSKI K., CIĘŻKOWSKI W., (red.) 2007 – Metody znacznikowe
w badaniach wód podziemnych – poradnik metodyczny. Wyd. Politechn. Wrocł., Wrocław.

[8] ŚWIDZIŃSKI H., 1972 – Geologia i wody mineralne Krynicy. Wyd. Geol., Warszawa.

[9] LEŚNIAK P.M., 1998 – Origin of carbon dioxide and evolution of $CO_2$-rich waters in the West Carpathians, Poland. *Acta Geol. Pol.* **48**, 3: 342-366.

[10] CIĘŻKOWSKI W., JÓZEFKO I., SCHMALZ A., WITCZAK S., 1999 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód leczniczych i dwutlenku węgla (jako kopaliny towarzyszącej) ze złoża w uzdrowisku Krynica oraz ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (zwykłych oraz leczniczych i o właściwościach leczniczych) w zlewni Kryniczanki. Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej.

[11] RAJCHEL, L., 2000 – Źródła wód siarczkowych w Karpatach polskich. *Geologia, Zeszyty Naukowe AGH* **26**: 309-373.

# ДЕРИВАЦІЙНІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

***В. В. Чернюк[1,2], О. Г. Гвоздецький[1]***
*[1]Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів;*
*[2]Люблінський Католицький Університет Яна Павла II (Польща)*

# DERIVATIONAL HYDROELECTRIC POWER STATIONS

***V. V. Cherniuk[1,2], O. H. Hvozdetskyi[1]***
*[1]Lviv Polytechnic National University, Lviv*
*[2]Catholics University of Lublin named after John Paul II, Republic of Poland*

*Principles of operation and examples of derivational hydroelectric power plants are pre-sented. The expedience of applications of small derivational hydroelectric power plants in Carpathian hills is advocated. Keywords: derivational hydroelectric power stations*

Дериваційні ГЕС (від лат. *derevatio* - відведення) будують у тих місцях, де є великі ухили річищ рік. У випадку безнапірних дериваційних ГЕС необхідний напір створюється за допомогою деривації - відведення води з ріки та подачі її на турбіни ГЕС по напірному трубопроводу, прокладеному з великим подовжнім ухилом. Якщо для збільшення робочого напору на початку деривації, - на річці, - створюють греблю з водосховищем (рис. 1), то постає напірна дериваційна ГЕС.

Теребле-Ріцька дериваційна ГЕС з напірною деривацією, що розташована в Закарпатті, поєднує води двох різних рік (див. рис. 1). Річки Теребля та Ріка протікають паралельно з різних боків вузького вододілу - Бовцарського хребта, - але на різних рівнях. Теребля пливе в долині, що у висотному відношенні розміщена на 210 метрів вище, ніж долина ріки Ріка. У місці максимального зближення відстань між Тереблею та Рікою становить лише 4 *км*.

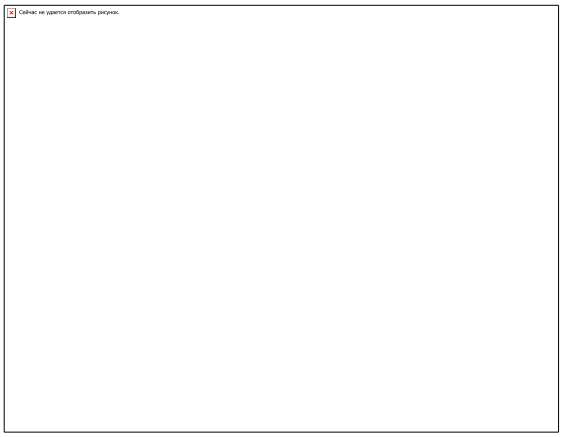


*Рис. 1. Теребле-Ріцька ГЕС (Україна):*
*а – принципова схема; б – вид на будівлю ГЕС і дериваційний трубопровід*

Ще 1923 року чеський інженер Кріжка запропонував використати природний перепад висот між рівнями води в цих ріках, збудувавши на річці Теребля греблю з подачею води по напірному трубопроводу на турбіни ГЕС, розташованої на Ріці. Після закінчення Другої світової війни проект інженера Кріжки було реалізовано. У ті часи за законами репарації фіни були змушені будувати промислові об'єкти для СРСР. Зокрема, вони працювали й над спорудженням Теребле-Ріцької ГЕС і представили труби для напірного водоводу. Будівництво закінчили у 1955 році.

Залізобетонна водозливна гребля на річці Теребля має довжину 153 *м* і висоту 45,8 *м*. Вона утворює Ольшанське водосховище з площею 1,6 $км^2$. Від

водосховища вода плине 3700 *м* в дериваційному тунелі, далі 350 *м* - по напірному металевому водоводу з діаметром 2,2 *м* до машинної зали ГЕС (див. рис. 1,*а*) на р. Ріка. Пробурений в скельній породі тунель, закладено під невеликим нахилом. Напірний трубопровід прокладено уздовж схилу гори під кутом $37^o$ до обрію. Пропускна здатність дериваційної системи 18 $м^3/с$. Робочий напір на Теребле-Ріцькій ГЕС рівний 215 *м*. На станції встановлено три струминно-ковшові турбіни Пелтона (Pelton) потужністю по 9 *МВт* кожна (http://klymenko.data-tec.net).

Інгурська гребле-дериваційна ГЕС (з напірною дериваціею) є найбільшою на Кавказі (рис. 2). Арочна бетонна гребля на річці Інгурі має висоту 271,5 *м* і довжину 728 *м* по гребеню. За висотою вона займає четверте місце у світі, а на території колишнього СРСР є другою за висотою, після кам'яно-накидної греблі Нурекської ГЕС. Частина стоку річки Інгурі перекидається крізь дериваційний тунель в басейн річки Ерісцкалі. Загальний напір на ГЕС рівний 410 *м*. Зокрема 226 *м* створюється греблею, а 184 *м* - напірною дериваціею.

*Рис. 2. Гребля Інгурської ГЕС (Грузія): а - вид з нижнього б'єфу (світлина Кахи Кіхідзе); б - вид з лівого берега*

Глибинний водоприймач тунельного типу на Інгурській ГЕС спрямовує потік води в напірний дериваційний тунель, який має діаметр 9,5 *м* і довжину понад 15 *км*. Напір на вході в тунель становить 101 *м*, в кінці тунелю – 165 *м*. Потужність ГЕС становить 1300 *Мвт*, середньорічне вироблення енергії 4430 *млн кВт·год*. ГЕС оснащена п'ятьма гідроагрегатами з вертикальними радіально-осьовими турбінами. Найбільша витрата води крізь кожну з турбін 90 $м^3/с$. Турбіни приводять в дію гідрогенератори з потужністю по 260 *Мвт*. Гребля Інгурської ГЕС утворює Джаварське (Інгурське) водосховище, котре має повну ємкість 1110 *млн* $м^3$ (1,1 $км^3$) і корисний об'єм 676 *млн* $м^3$ (0,676 $км^3$) води. Побудована Інгурська ГЕС у 1978 році.

Типова для гірських районів Китаю мала дериваційна ГЕС Хоуцзибао збудована в провінції Хубей. Напірний трубопровід прокладено уздовж крутого схилу гори від вихідного порталу дериваційного тунелю до будівлі ГЕС (рис. 3). Кінцеву ділянку напірного трубопроводу прокладено під землею (його видима частина спрямована до триповерхової будівлі ГЕС, яка зліва від житлових будинків). Дериваційна ГЕС Хоуцзибао отримує воду з верхньої водойми.

*Рис. 3. Мала дериваційна ГЕС Хоуцзибао в Китаї (світлину взято з сайту https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9505142)*

Рішення № 310 від 04 листопада 2011 р. Закарпатської обласної ради "Про затвердження локальних та обласної схем розташування малих гідроелектростанцій" передбачає будівництво до 330 малих ГЕС на території Закарпатської області, встановлює місця їх розташування, регулює відносини між органами влади та майбутніми інвесторами й активно пропагується керівництвом області. Органам виконавчої влади та місцевого самоврядування рекомендовано внести локальні схеми розташування малих ГЕС до схем районного планування територій.

У відповідь на наміри масштабного гідробудівництва у Карпатах громадські природоохоронні організації започаткували всеукраїнську кампанію на "захист карпатської природи від масового спорудження малих ГЕС". Вони посилаються на те, що: *а)* не було проведено обговорення проекту протягом 30 днів до прийняття згаданого рішення № 310; *б)* не зроблено "аналізу регуляторного впливу"; *в)* прийняте рішення не надруковане в засобах масової інформації; *г)* в апараті Закарпатської обласної ради є зловживання депутатським становищем та особистими зв'язками [3]. Політикани поширюють серед горян страхи, що "гірські річки занурять в іржаві труби, а десятки потужних водосховищ, розташованих в горах вище сіл є смертельною загрозою життю кожному з тих, хто дасть згоду на будівництво ГЕС" (рис. 4) [2].

*Рис. 4. Фрагмент схеми можливого розміщення малих ГЕС у Закарпатті [2]*

Політикани, які живуть сьогоднішнім днем і піартехнологіями, призупинили добру справу Закарпатської обласної ради. Однак, будівництво малих ГЕС потрібне в першу чергу мешканцям Карпатського регіону (Закарпатська, Чернівецька, Івано-Франківська, та Львівська області). Нестача енергії спричинить додаткове вирубування лісів Карпат. Безнапірні дериваційні ГЕС не потребують створення водосховищ. Тому не загрожують безпеці населення. Однак потребують вкладення коштів у будівництво. Зауважимо, що тривала експлуатація напірних дериваційних ГЕС, з водосховищами та високими греблями, зокрема Теребле-Ріцької в Карпатах - 62 роки поспіль й Інгурської на Кавказі - упродовж 39 років, не скомпрометована аваріями. Мала дериваційна ГЕС Хоуцзибао в Китаї продукує електричну енергю рядом з житловими будинками (див. рис. 3). Вважаємо, що для досягнення позитивних результатів політичні піартехнології потрібно відкинути, а рішення справи будівництва малих дериваційних ГЕС в Карпатах - доручити спеціалістам.

*1. Чернюк В. В. Гідротехнічні споруди: навчальний посібник / В. В. Чернюк, О. Г. Гвоздецький, А. В. Мусієнко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 208 с.*

*2. Олексій Василюк, заступник голови Національного екологічного центру України, для "Української Правди", 15 лютого 2012р. (http://zakarpattya.net.ua/News/92989-Budivnytstvo-HES-stane-smertelnoiu-zahrozoiu-dlia-zhyteliv-zakarpatskykh-sil-).*

.

# Розділ 4
# ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРИРОДИ

# Chapter 4
# ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND NATURE PROTECTION

# ВИКОРИСТАННЯ ШАХТНИХ ВОД У ГЕОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ПРИ ПІДЗЕМНІЙ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ

***Д.В. Брик, О.В. Гвоздевич, С.Д. Кальмук, Л.З. Кульчицька-Жигайло***
*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів*

# MINE WATERS UTILIZATION IN GEOTECHNOLOGICAL PROCESSES OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION

***D.V. Bryk, O.V. Gvozdevych, S.D. Kalmuk, L.Z. Kulchytska-Zyhaylo***
*Isntitute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine, Lviv*

*The method of mine water utilization in process underground coal cazification are discussed.*

Середньорічні загальношахтні припливи води в шахти Львівсько-Волинського вугільного басепйну становлять за літературними даними від 20 до 150 м3 /год. Вони негативно впливають на довкілля, насамперед на еколого-гідрохімічний стан поверхневих і підземних вод. Наявність високих концентрацій деяких компонентів у шахтних водах – це потенційно небезпечний чинник впливу на геологічне середовище [1]. Шахтні води з гірничих виробок через систему шахтного водовідливу збираються в ставках-накопичувачах, які відіграють роль відстійників, і під час повеней частково потрапляють у р. Західний Буг [2]. Найбільш серйозною та складною екологічною проблемою є значні обсяги скидання шахтних вод, що подаються з шахт на поверхню. Тому питанням очистки шахтних вод та їх використанню придається належна увага. Одним з таких способів залучення шахних вод до технологічних потреб (без проведення їхньої вартісної очистки) є використання шахнтних вод у процусі підземної газифікації вугілля (ПГВ).

Технологічна схема пропонованого процесу ПГВ для отримання генераторних газів показана на рис. 1. Процес ПГВ проводять наступним чином. На вибої видобувної свердловини 5 запалюють вугільном пласт 1 і повітрям утворюють зону горіння 3, при цьому відводять продукти згорання через пласт у нагнітальну свердловину 6. Після досягнення в зоні горіння температури близько 1100 $^0$С подачу дуття припиняють. При проходженні через зону пласта 2 продукти згорання прогрівають її до температури піролізу.

Далі, у другому півперіоді, з нагнітальної свердловини 6 подають газифікуючий реагент – шахтну воду (у напрямку, протилежному пересуванню зони горіння), де протікає реакція утворення синтез-газу за схемою

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 + 131{,}3 \text{ кДж /моль } H_2O$$

Гарячий синтезований газ подається на вибій свердловини 5. Шахтну воду або водяну пару, як реагент, подають до моменту вичерпання запасів тепла у зоні газифікації пласта, котре необхідне для протікання реакції. Запропонована геотехнологічна схема забезпечує максимально можливий вміст в генераторному газі оксиду вуглецю і водню і утилізацію фізичного тепла димгазів. Безперервне отримання газу можна здійснити шляхом організації роботи двох і більше ділянок з двома свердловинами в кожній, що працюють у протилежних фазах.

Для енергетичних потреб пропонується варіант виробництва висококалорійнішого газу (основний горючий компонентом в продуктах реакції є метан) за низькотемпературною стехіометричною схемою синтезу

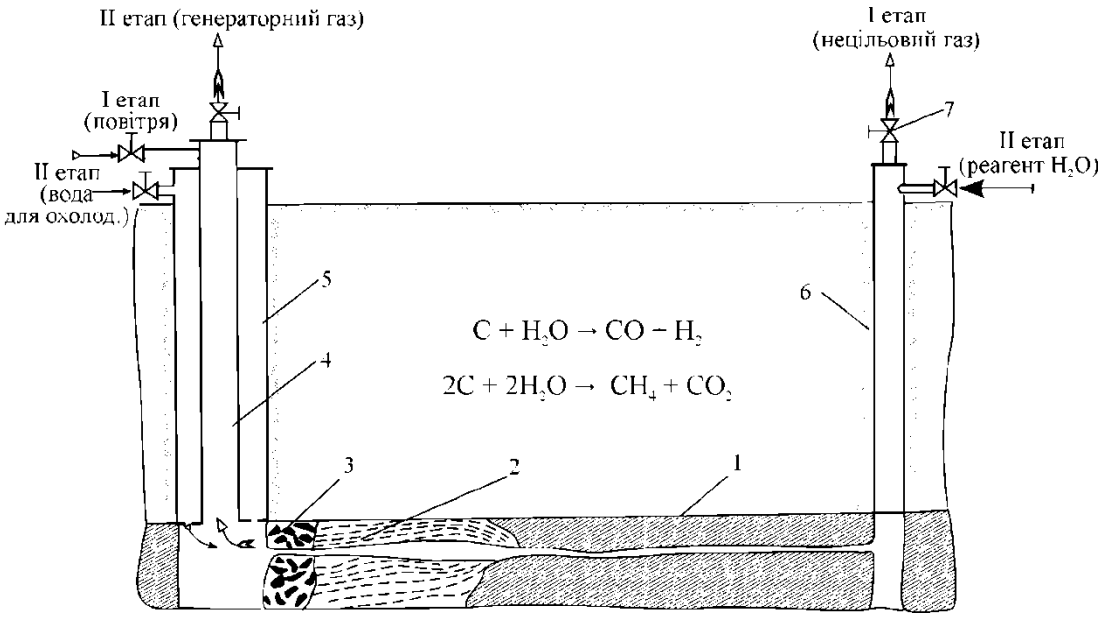



Рис. 1. Технологічна схема процесу підземної газифікації
1 – вугільний пласт; 2 – зони прогріву пласта; 3 – зона горіння; 4 – теплоізольована труба; 5 – свердловина видобувна; 6 – свердловина нагнітання води (пари); 7 – вентиль.

$$2C + 2H_2O \rightarrow CH_4 + CO_2 + 15{,}5 \text{ кДж}$$

із значно меншим поглинанням тепла (≈ 17 разів), ніж за попередньою стехіометричною схемою для водяного газу.

Проведені як нами, так і іншими авторами термодинамічні показали, що у цьому випадку процес газифікації вугілля відбувається практично за рахунок власного пластового палива. На синтез одного моля метану теплотворністю 802 кДж/моль витрачається два молі вугецю із тепловорністю 786 кДж, біля 209 кДж тепла – на утворення водяної пари на поверхні та ≈180 кДж – на компенсацію тепловтрат всередині вугільного пласта. Всього витрачається близько 1,2 МДж тепла.

Зниження температури в зоні газифікації сприяє підвищенню калорійності енергетичного газу до 12–14 МДж після конденсації парів води, а після очистки від діоксиду вуглецю – до 25–27 МДж на один моль горючого залишку. Тому в запропонованому процесі підземної газифікації [3] необхідно підтримувати в пласті максимальний тиск на рівні гідростатичного та мінімальну температуру на рівні допустимої швидкості реакції, але не нижче 650 – 700 ºС.

Періодичний характер процесу ПГВ дозволяє відділяти низькокалорійну продукцію (димові гази) від висококалорійної (енергетичний газ) та отримати газ для споживача з теплотворністю близько 12–15 МДж/м$^3$ внаслідок очистки з його складу парів води (і вище при усуненні діоксиду вугдецю).

Робочий цикл синтезу метану закінчують, коди продуктивність свердловини по метану починає значно знижуватися. Для отримання 100 м$^3$ метану при такому способі витрачають майже 1000 м$^3$ повітря (на стадії розігріву пласта) та приблизно 150 кг води. При цьому газифікується близько 100 кг пластового вугілля.

*Стадія А газифікації.* У процесі ПГВ з метою отримання синтез-газу в першому півперіоді через свердловину 10 з двох свердловин, з'єднаних

гідророзривом, у попередньо запалений вугільний пласт нагнітається повітря і процес ведеться до повного спалювання вуглецю за реакцією:

$$C+(O_2+N_2) \rightarrow CO_2+N_2$$

з метою найбільшого акумулювання тепла у пласті. При цьому димові гази ($CO_2+N_2$) виводяться через свердловину (16) на поверхню.

Для спалювання однієї тонни вугілля, в якому органічна частина складає $\approx$700 кг, необхідно подати в пласт 1400 м$^3$ (1866,7 кг) кисню або 6629,4 м$^3$ (7967,8 кг) повітря. Кількість $CO_2$ у димових газах становить $m_{CO_2}$ = 2566,7 кг (1400 м$^3$), азоту $m_{N_2}$ = 6101,0 кг (5229,5 м$^3$). В розрахунках приймаємо, що один моль газу при тиску P=0,1 МПа і температурі 20º С має об'єм 0,024 м$^3$. Кількість спаленого вугілля $m_C$ в пласті визначається за об'ємом димгазів ($CO_2+N_2$) на гирлі свердловини (16) за формулою:

$$m_c=V_{заг}/9{,}455,$$

де $V_{заг}$ – сумарний об'єм димгазів ($CO_2+N_2$) на виході із свердловини.

Коефіцієнт в знаменнику формули визначений, виходячи з об'ємного вмісту $O_2$ і $N_2$ в повітрі: $V_{O_2}$ =20,95 %, $V_{N_2}$ =78,09 %.

Розрахункові геотехнологічні показники процесу спалювання наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

**Показники процесу спалювання вугілля за реакцією**

| Кількість спаленого вугілля, кг | Кількість повітря | | Кількість отриманого $CO_2$ | | Кількість $N_2$ | | Кількість акумульованого тепла, МДж |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | кг | м$^3$ | кг | м$^3$ | кг | м$^3$ | |
| 1000,0 | 7967,8 | 6629,4 | 2566,7 | 1400,0 | 6101,0 | 5229,5 | 5300,0 |

Кількість теплоти $Q_ô$ , що залишилася в пласті, буде дорівнювати тепловому ефекту реакції (4.10) за мінусом фізичного тепла, яке виносять димгази ($CO_2$ і $N_2$ ) на поверхню, а саме:

$$Q_ф=\Delta H_{CO_2}\cdot m_c-(C_{CO_2}\cdot m_{CO_2}+C_{N_2}\cdot m_{N_2})\cdot(t_П-t_В),$$

де $\Delta H_{CO_2}$ =8,95·10$^6$ Дж/кг·К – тепловий ефект утворення $CO_2$; $m_C$=700 кг – маса органічної частини в 1 т вугілля; $C_{CO_2}$ = 1,026·10$^3$ Дж/кг·К – теплоємність $CO_2$; $C_{N_2}$ =1,051·10$^3$ Дж/кг·К – теплоємність $N_2$; $m_{CO_2}$ =2566,7 кг – маса $CO_2$; $m_{N_2}$ =6101,1 кг – маса $N_2$; $t_П$=100º С – пластова температура $CO_2$ і $N_2$ після спалювання вугілля на вибої експлуатаційної свердловини; $t_В$=60 ºС – температура газів на виході з експлуатаційної свердловини.

У другому півперіоді процесу припиняється подача повітря у свердловину (10), а натомість у свердловину(16) подається вода (водяна пара) при потраплянні якої в пласт відбувається реакція утворення синтез-газу ($CO+H_2$) за схемою:

$$C+H_2O \rightarrow CO+H_2$$

Подача води через нагнітальну свердловину (16) зумовлена тим, що у цьому випадку шахтна вода (водяна пара) поступово нагрівається і в зону високих температур, де відбувається реакція, поступає у вигляді пари або підігрітою, що зменшує втрати тепла. Кількість шахтної води, що подається у розігрітий вугільний пласт, обмежується кількістю тепла, акумульованого в ньому за перший півперіод проведення процесу підземного спалювання вугілля. При цьому необхідно забезпечити повторне самозапалювання пласта наступною подачею повітря без використання газових чи рідинних пальників, бо цей процес довготривалий і дорогий. Оскільки температура самозапалювання вугілля $t_з \approx 330^o$ С, то пласт не можна охолоджувати нижче цієї температури (з запасом 350º С).

Отже, найважливішим в проведенні такого геотехнологічного процесу є момент переходу з півперіоду спалювання вугілля до півперіоду нагнітання шахтної води або водяної пари у пласт і навпаки.

Ендотермічна реакція потребує підводу тепла в зону реакції. Для розкладу парів води витрачається тепло в кількості 241,8 кДж/моль, а при синтезі СО виділяється 110,5 кДж/моль. В результаті процес потребує постійного підведення тепла у кількості 241,8-110,5=131,3 кДж/моль $H_2O$ або 65,7 кДж/моль синтез-газу.

У випадку подачі у пласт води замість водяної пари додаткові витрати тепла на випаровування цієї води складуть 44,0 кДж/моль $H_2O$ або 22,0 кДж/моль синтез-газу. Гранична теплота згорання такого газу – 11,1 МДж/м$^3$.

*Стадія Б газифікації.* Синтез за схемою зсувається вправо з підвищенням температури і задовільні результати мають місце вже при температурі 1000º С. З підвищенням тиску реакція вуглецю з водою зсувається в сторону утворення метану та діоксиду вуглецю за схемою:

$$2C+2H_2O \rightarrow CH_4+CO_2$$

Такий процес потребує підведення тепла в кількості 51,65 кДж/моль $H_2O$. Гранична теплота згорання газу складає 16,7 МДж/м$^3$.

Для реакції сумарна кількість теплоти, яка необхідна для погашення ендотермічного ефекту, дорівнює 175,3 кДж/моль $H_2O$ або 9738,9 кДж/кг води. Оскільки в пласті акумульовано 5300 МДж тепла, то кількість води, яка може прореагувати з вугіллям, буде $m_{H_2O}$=544,2 кг, що дозволить вступити в реакцію за схемою 362,8 кг органічної частини вугілля або 518,3 кг вугілля. При цьому буде отримано 846,5 кг (725,6 м$^3$) СО і 60,5 кг (725,6 м$^3$) $H_2$. Розрахункові геотехнологічні показники отримання синтез-газу наведені в табл.2.

*Таблиця 2*

**Показники отримання синтез-газу СО+$H_2$ за реакцією**

| Кількість газифікованого вугілля, кг | Кількість газифікованої органічної маси вугілля, кг | Кількість води, кг | СО | | $H_2$ | | Гранична теплота згорання газу, МДж/м$^3$ | Вихід газу на 1 кг вугілля, м$^3$/кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | кг | м$^3$ | кг | м$^3$ | | |
| 518,3 | 362,8 | 544,2 | 846,5 | 725,6 | 60,5 | 725,6 | 11,1 | 2,8 |

Реакція утворення енергетичного газу (метану) потребує додаткового підведення тепла в зону реакції в кількості 51,6 кДж/моль $H_2O$ або 5738,9 кДж/кг закачаної в пласт води. Приймаючи знову, що в пласті акумульовано 5300 МДж тепла, кількість води, яка буде реагувати з вугіллям за реакцією (4.15), становитиме 923,5 кг $H_2O$. Органічна маса вугілля, яка прореагує з цією кількістю

води, становить 615,7 кг, що еквівалентно 879,5 кг вугілля. Кількість отриманих газів буде 410,4 кг (615,7 $м^3$) $CH_4$ і 1128,7 кг (615,7 $м^3$) $CO_2$. Розрахункові геотехнологічні показники отримання енергетичного газу $CH_4$+ $CO_2$ наведені в табл. 3.

*Таблиця 3*

*Показники отримання енергетичного газу $CH_4$+ $CO_2$*

| Кількість газифікованого вугілля, кг | Кількість газифікованої органічної маси вугілля, кг | Кількість води, кг | $CH_4$ | | $CO_2$ | | Гранична теплота згорання газу, МДж/$м^3$ | Вихід газу на 1 кг вугілля, $м^3$/кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | кг | $м^3$ | кг | $м^3$ | | |
| 879,6 | 615,7 | 923,5 | 410,4 | 615,7 | 1128,7 | 615,7 | 16,7 | 1,4 |

Запропонований геотехнологічний спосіб газифікації некондиційних вугільних пластів дає змогу в залежності від якості вугілля, глибини залягання вугільного пласта та термодинамічних умовин проведення процесу підземної газифікації вугілля отримувати або синтез-газ ($CO+H_2$), або енергетичний газ ($CH_4$+$CO_2$) при одній суттєвій перевазі над існуючими способами газифікації, а саме: в продуктах реакцій (відсутній азот $N_2$, вміст якого може досягати 50–70% об'єму отриманих газів, бо, як відомо, присутність азоту у цільовому газі різко знижує теплофізичні характеристики енергетичного газу (теплота згорання за даними становить всього 4,0–4,2 МДж/$м^3$), а при отриманні синтез-газу процес очистки його від азоту є вартісним.

Недоліком запропонованої геотехнології ПГВ [4, 5, 6, 7]. можна вважати порівняно невисокий вихід синтез-газу (2,8 $м^3$) або енергетичного газу (1,4 $м^3$) на 1 кг вугілля. Для впровадження у виробництво геотехнологічного процесу із використанням шахтних вод необхідно в якості реагента рекомендується залучати до процесу некондиційні вугільні пласти (малопотужні, глибокозалягаючі, обводнені, з малим вмістом органічної речовини і т.п.), тобто такі пласти, для яких видобування вугілля шахтним способом є заздалегідь економічно невигідним.

Література:


*1. С. Войтович. Гідрогеохімічне районування Червоноградського гірничопромислового району. Львівський національний університет імені Івана Франка.*

*2. Struev M. I., Isakov V. I., Shpakova V. B. et al. Lvov-Volyn basin: geological and industrial essay. – Kyiv: Naukova dumka, 1984. – 273 p.*

*3. Брик Д.В. Геотехнологія отримання синтез-газу ($CO + H_2$) та енергетичного газу ($CH_4 + CO_2$) способом підземної газифікації вугілля / Д.В. Брик, Ю.В. Стефаник // Углехимический журнал. – 2007. – № 1–2. –С. 49–54.*

*4. Патент на корисну модель UA № 101723 МПК (2015.01), E21B 43/12 (2006.01), C10J 3/00. Спосіб підземної газифікації вугілля для почергового отримання метану та синтез-газу / М.І. Павлюк, Д.В. Брик, О.В.Гвоздевич,Ю.В. Хоха та ін. – и № 2015 03377; заявл. 10.04.2015; опубл. 25.09.2015, Бюл. №18.*

*5. Патент України № 4483 SU 1481409, A1 МПК$^4$ E 21 C 43/00, C 10 j 5/00. Спосіб метанізації обводнених покладів вугілля. Чекалюк Е.Б., Стефаник Ю.В., Брик Д.В., Гвоздевич О.В // Бюл. пром. власн. – 1994.– № 6 -1. Опубл. 27. 12.94.*

*6. Спосіб одержання рідких синтетичних речовин із вугільного пласта. Стефаник Ю.В., Павлюк М.І., Гвоздевич О.В., Подольський М.Р., Храмов В.М./ Патент України № 79893 МПК$^{51}$ 7 E21B43/295 – Опубл.25.07.2007р., Бюл. Пром. власн.-2007, №11.*

*7. Ю.В. Стефаник. Геотехнология некондиционных твердых топлив. - Киев: Наук. думка, 1990 – 268.*

# ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОНТОГЕНЕЗУ ТРАВ'ЯНИХ РОСЛИН ЗАСОБАМИ ПОТОКІВ НА МЕРЕЖІ

***В.Б. Гіссовський***
*Львівська філія КНУКіМ, м. Львів*

# PRESENTATION ONTOGENES OF HERBAL PLANTS WITH THE HELP OF STREAMS ON NETWORK

***V. Gissovsky***
*Lviv Branch of KNYKaA, Lviv*

*The paper proposed applied algorithms of Networks and Graphs to study populations of plants.*

Онтогенез – це сукупність послідовних морфологічних, фізіологічних та біохімічних перетворень, які відбуваються в організмі з моменту його зародження до смерті [1]. В першу чергу онтогенез вказує на віковий стан особин з відповідними їх властивостями та характеристиками. Такий підхід використовується при дослідженні організації популяцій трав'янистих рослин. Окрім інформації про віковий стан особин, структура онтогенезу відображає його мультиваріантність, стійкість та життєздатність популяції по відношенню до зміни екологічних умов. Вперше, дискретний опис онтогенезу рослин застосував Т.О.Роботнов [2]. В роботах Г.Г.Жиляєва, при дослідженні життєздатності популяції рослин було модифіковано періодизацію онтогенеза та введення поняття синонтогенезу як сукупність онтогенезів особин всіх послідовно змінюючих поколінь, перше з яких виникло з зиготи [3]. Наприклад, синонтогенез для популяцій Карпат Homogyna alpine має наступний вид ( рис. 1).

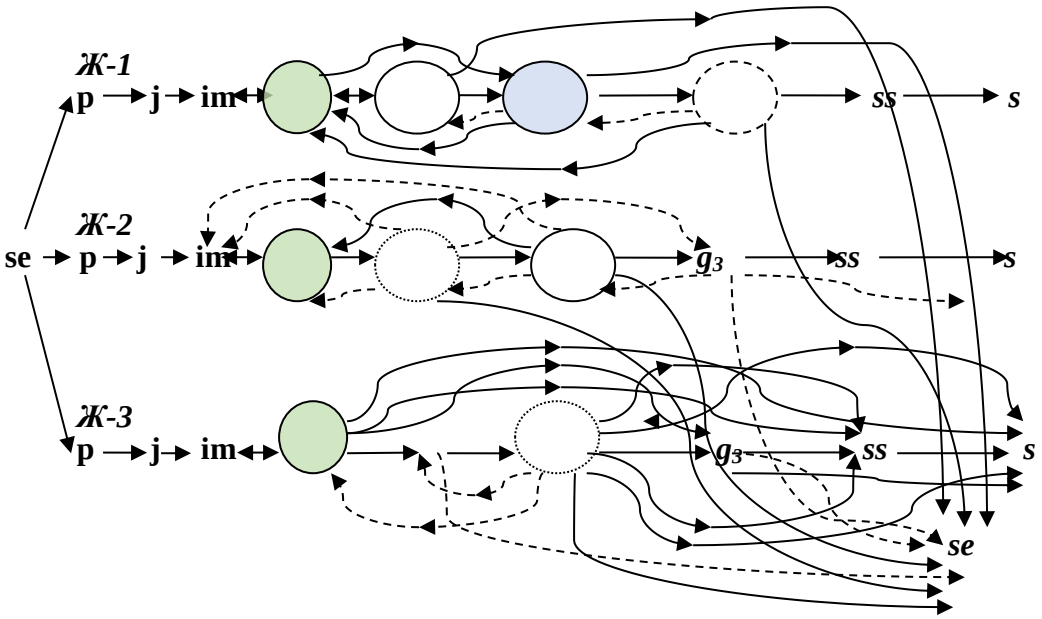



Рис. 1 Синонтогенез Homogyna alpine в популяціях Карпат

→ старіння, ← омолодження, —— постійні зв'язки, - - - - - епізодичні зв'язки, ⬭ вегетативне розмноження неомоложеними особинами, ⬭ ключові групи.

Дослідження синонтогенезу можна розпочати з представлення його у вигляді графа. Розглянемо вікові групи як множину вершин ***V***, а ***E = (a, b), a,b*** ***V***, множина пар, які вказують на вершини що вважаються з'єднаними між собою. Отже, граф можна представити як ***G = (V,E)*** [4]**.** Дослідивши яким властивостям

відповідає побудований граф, ми можемо визначити характеристики синонтогенезу. Наприклад, визначено *степінь* кожної вершини графа-синонтогенеза. Отримані результати для Homogyna alpine представимо а таблиці 1.

| № | v | $g_1$ | $g_2$ | $g_3$ | ∑ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *7* | 5 | *7* | 5 | *Ж-1*, *max* = 24 |
| 2 | *7* | 4 | 5 | 3 | *Ж-1*, *min* = 19 |
| 3 | 5 | *7* | *7* | 6 | *Ж-2*, *max* = 25 |
| 4 | *5* | 4 | 4 | 2 | *Ж-2*, *min* = 15 |
| 5 | *7* | 6 | *7* | 6 | *Ж-3*, *max* = 26 |
| 6 | *6* | 3 | 3 | 5 | *Ж-3*, *min* = 17 |

Таблиця 1. Результати підрахунку значень степені вершин графа

Розрахунки показують, що ключова група для групи життєвості ***Ж-1*** є вікова група ***v*** та $g_2$, для групи життєвості ***Ж-2*** – ***v*** та $g_1, g_2$, і для групи життєвості ***Ж-3*** – ***v*** та $g_2$. Отримані результати в принципі відповідають теоретичним популяційним дослідженням [3].

Для аналізу синонтогенезу доцільно застосувати і поняття потоків на мережі. Цей метод за означенням передбачає, що кожній дузі графа буде поставлено у відповідність додатково ще декілька числових характеристик. Кожній дузі $l_{ij}$ поставимо у відповідність додатне число $a_{ij}$, яке називається пропускною здатністю дуги, $x_{ij}$ – дуговий потік. Зрозуміло, що при цьому має виконуватися нерівність $0 \le x_{ij} \le a_{ij}$ [4]. Тоді представлення синонтогенезу (рис. 1) в значній мірі спроститься і, наприклад, для групи життєвості ***Ж-1*** для функціонуючих потоків значення $x_{ij} \approx a_{ij}$, для епізодичних - $0 \le x_{ij} \le a_{ij}$, а при незначних потоках або їх відсутності $x_{ij} \approx 0$.

Таким чином застосувавши даний підхід ми можемо отримати відповідь на важливі наступні три задачі.

1. Умова реалізованості мережі. Визначити умови при яких буде коректно функціонувати дана мережа.
2. Аналіз мережі. При обмеженій пропускній здатності визначити значення максимальних потоків.
3. Синтез мережі. Побудувати мережу в якій величини максимальних потоків між всіма парами вузлів задовольняють обмеженням знизу по пропускній здатності і загальна пропускна здатність всіх дуг буде максимальна.

**Література**


1. *Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В., Брайон А.П. Словарь-справочник по экологии. Киев: Наукова думка,1994. - 665 с.*
2. *Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. – 1950. – Сер. 3. Геоботаника, вып. 6. – С. 70 – 204.*
3. *Жиляев Г.Г. Жизнеспособность популяций растений.-Львов, ЛПМ НАНУ, 2005.-304с.*
4. *Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. – М, : Мир,1981.-323 с.*

# ВОДА ТА БІОПАЛИВО: ВЗАЄМОЗАЛЕЖНІСТЬ ТА ВПЛИВ

***Т.К. Кваша***

*Український інститут науково-технічної експертизи та інформації, м. Київ*

# THE WATER AND BIOFUELS: MUTUAL DEPENDENCE AND INFLUENCE

***T.K. Kvasha***

*Ukrainian institute of scientific and technical expertise and information*

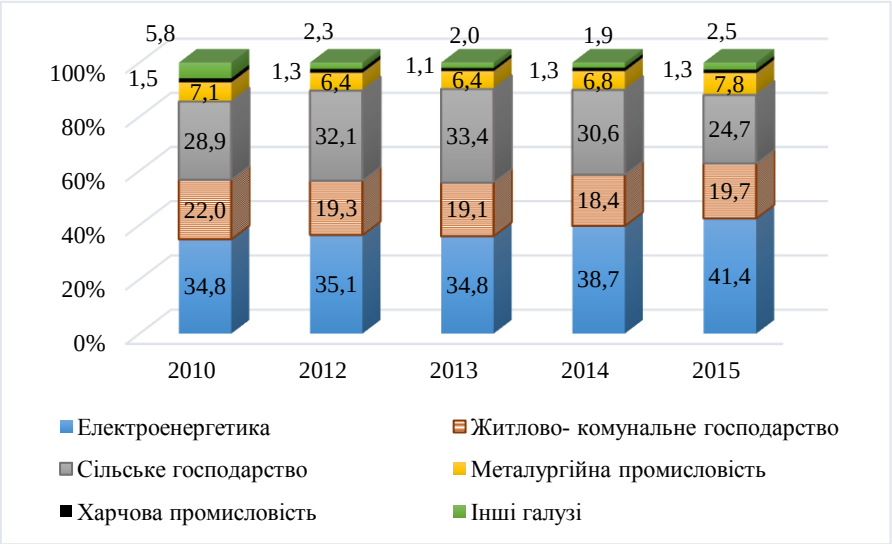
*Анотація. The world's energy and water are inextricably linked - significant amounts of water are needed in almost all energy generation processes and on the contrary: the water sector needs energy – mainly in the form of electricity – to extract, treat and transport water. The demand for energy and water will grow as the world's population is reaches 9 billion in the nearby future. In this paper the author analyzes the structure of water consumption in the economy of Ukraine including in the production of renewable and alternative energy, regulatory support of energy- and water efficient. It is shown there are no quantifying tradeoffs between biofuels production plans and water use in the Ukraine legal field. The proposals on possible steps to solve the complex problems of energy production from biofuels and water consumption are made.*

Енергетика і доступність води мають вирішальне значення для людського та економічного розвитку. Ці два ресурсу сьогодні більш ніж коли-небудь взаємопов'язані - значна кількість води необхідна практично у всіх процесах виробництва енергії. З іншого боку, водний сектор потребує енергії - в основному електричної - для видобутку, очищення і транспортування води. І енергія, і вода використовуються у сільськогосподарському секторі, у т.ч. для отримання енергії із біопалива [1]. Багато країн вже зараз відчувають дефіцит води в результаті дії як кліматичних, так і виробничих факторів, включаючи посухи, забруднення води з потенціалом швидкої її деградації. Зростання чисельності населення та економічний розвиток можуть привести до подальшого збільшення попиту на воду, у той же час зміни клімату ведуть до зниження доступності води та її якості, що призводить до конкуренції між різними користувачами.

Найбільші обсяги води у світі споживаються у сільському господарстві для зрошення, а значить – для виробництва продуктів харчування, та в енергетиці, де вода має найважливіше значення на всіх етапах виробництва енергії: на енергетичний сектор припадає 10% глобального водозабору, в основному для роботи електростанцій, а також для видобутку викопного палива і виробництва біопалива. Прогноз розвитку світової енергетики у різних сценаріях показує зростання потреб у воді протягом періоду до 2040 року, особливо щодо спожитої води (яку відібрали, але не повернули у природу), внаслідок росту попиту на біопаливо та більш широке розгортання атомної енергетики. В результаті, не дивлячись на зниження попиту на енергію, споживання води в 2040 році у низьковуглецевому сценарію міжнародного енергетичного агентства є вищим порівняно з основним сценарієм [2].

В науковій літературі багато праць присвячено водній та енергетичній продуктивності, їхній динаміці, нормативно-правовому забезпеченню тощо [напр., 3, 4]. Останніми роками з'явилися публікації із впливу виробництва біопалива на зростання споживання води [5, 6, 7, 8, 9 та ін.] і відповідних прогнозів, згідно з якими збільшення попиту на воду для виробництва продуктів харчування можна уникнути, але зростання споживання води в енергетичному секторі з'являється у значній кількості сценаріїв, що розглядаються.

В Україні найбільшими споживачами води є не тільки сільське господарство, енергетика, а й житлово-комунальний сектор (рис. 1), причому частка електроенергетики стабільно зростає (41,4% у 2015 р. проти 34,8% у 2010 р.) і вже зараз суттєво перевищує частку видів економічної діяльності із виробництва продуктів харчування. Частка біопалива та відходів у кінцевому споживанні енергії в Україні також стабільно зростає з 1,1% загального обсягу поставленої первинної енергії (ЗППЕ) у 2010 р. до 2,3% у 2015 році.




Джерело: Побудовано на основі даних: Довкілля України: Статистичний збірник, 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ukrstat.gov.ua/

Рис. 1. Розподіл використаної прісної води підприємствами галузей економіки України у 2010-2015 рр., % до загального обсягу використаної води

Угода про Асоціацію між Україною та Європейським Союзом та Порядок денний асоціації Україна - ЄС, ратифікація Україною Паризької угоди [10], резолюції Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний розвитку у галузі сталого розвитку на період до 2030 року орієнтують Україну на низьковуглецевий та енергоефективний розвиток.

Для досягнення цих завдань в Україні розроблено проекти нової Стратегії державної екологічної політики України до 2030 року [11], Енергетичної стратегії України на період до 2035 року [12], Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2030 року [13], затверджений розпорядженням КМУ від 01.10.2014 № 902-р Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року та ін.

В усіх цих документах ставляться задачі зменшити обсяги викидів парникових газів, у т.ч. шляхом зниження споживання викопного палива та переходу на відновлювальні джерела енергії (ВДЕ), серед яких значна увага приділяється біопаливу (табл. 1).

Відповідно до наведених у табл. 1 завдань передбачається подальше суттєве зростання частки біопалива у ЗППЕ, але питання про необхідні для цього обсяги води не підіймається. В проекті екологічної стратегії мова йде лише про управління водними ресурсами та зменшення їхнього забруднення.Заходи із боротьби зі зміною клімату в деяких випадках можуть загострити проблеми з дефіцитом води, або ж можуть бути самі обмежені доступністю водних ресурсів. Для деяких низьковуглецевих технологій, таких як вітрова та сонячна енергетика, потрібно дуже мало води; проте, чим більше процес декарбонізації покладається на біопаливо, технології концентрації сонячної енергії, уловлювання вуглецю або атомну енергетику, тим більше води він споживає [2].

Таблиця 1

Цілі та завдання проектів Стратегій подальшого розвитку України та затверджених нормативно-правих актів щодо використання біопалива та води в Україні

| **Нормативно-правовий акт** | **Головна мета / ціль** | **Завдання** |
|---|---|---|
| Проект Енергетичної стратегії України на період до 2035 року | Забезпечення енергетичної безпеки і перехід до енергоефективного та енергозаощадливого використання і споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій | Зростання частки ВДЕ до рівня більш ніж 11% у ЗППЕ до 2025 р. та до рівня більш ніж 20% до 2035р. (включаючи всі гідрогенеруючі потужності), у т.ч. біомаси, біопалива та відходів до 6% у 2025 р. та до 11% у 2035 р.<br>Збільшення використання біомаси у генерації електро- та теплоенергії, у т.ч. шляхом проведення інформаційних робіт щодо використання біомаси у якості палива в індивідуальному теплопостачанні (у твердопаливних (ТП) котлах). Очікується, що населення піде на заміну до 20% наявних індивідуальних газових котлів на ТП-котли. |
| Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року (проект) | Ціль 2. Забезпечення сталого розвитку та використання природно-ресурсного потенціалу України<br>Ціль 4. Досягнення стану довкілля, який забезпечить соціально прийнятні рівні ризиків для цілісності екосистем та здоров'я населення | Енергозбереження та підвищення енергоефективності, збільшення виробництва екологічно чистої енергії, впровадження найкращих наявних, низьковуглецевих технологій виробництва та використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії.<br>Забезпечення інтегрованого управління водними ресурсами на основі екосистемного підходу за басейновим принципом |
| Стратегія низьковугле-цевого розвитку | Стимулювання виробництва та споживання енергії з відновлювальних джерел | Спільне спалювання біопалива на нових та існуючих електростанціях, які працюють на викопному паливі<br>Екологічно стале виробництво та розширення використання біомаси (біопалива)<br>Виробництво біогазу та розширення його використання для виробництва теплової та електричної енергії<br>Виробництво рідкого/газоподібного біопалива для стаціонарного і мобільного використання |
| Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року | Стимулювання розвитку відновлюваної енергетики | Підвищення використання біомаси:<br>- для виробництва електроенергії: з 40 гвт·год у 2014 р. до 4220 гвт·год у 2020 р.<br>- для виробництва теплової енергії: з 2220 тис тне у 2014 р. до 5000 тис. тне у 2020 р.<br>- у транспортному секторі: з 220 тис тне у 2014 р. до 390 тис. тне у 2020р. |
| Середньострок овий план пріоритетних дій Уряду до 2020 року (Розпорядженн я Кабінету Міністрів України від 3 квітня 2017 р. № 275-р) | Збільшення частки енергоносіїв, вироблених з відновлюваних джерел енергії, у структурі загального кінцевого енергоспоживання України | Однією з основних сфер збільшення використання відновлюваних джерел енергії є централізоване теплопостачання, де є можливість використання місцевих джерел теплової енергії, таких як промислові відходи тепла та біомаса.<br>Збільшення частки енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, в кінцевому енергоспоживанні у 2017 році до рівня не менш як 8,3 відсотка та у 2020 році до рівня не менш як 11 відсотків. |

Джерело: розроблено автором на основі аналізу нормативно-правого поля України

Оскільки тиск на ці ресурси зростає, рішення проблеми їхнього дефіциту не може бути досягнутим тільки для одного ресурсу без впливу на інших. Тому важливою умовою успішної реалізації цілей у сферах розвитку та клімату є комплексний підхід до управління взаємозв'язками між енергією і водою, який може знизити навантаження на обидві системи.

Пропонуються такі подальші кроки:

проведення наукових досліджень із визначення видів біопалива, які потребують менше води для їхнього виробництва в умовах України, або інших можливих напрямів скорочення споживання води. Вивчення досвіду тих країн, що вирішили подібні проблеми;

виробництво енергетичних культур, які показують нижчі потреби в воді, але в даний час використовуються рідше;

стимулювання технологічного розвитку та впровадження новітніх технологій із скорочення споживання води і підвищення її якості, у т.ч. сектором біопалива;

комплексне планування розвитку виробництва енергії із використанням біопалива та споживання води і підвищення водоефективності економіки України.

### *Перелік посилань*


*1 Water Shortages Slow Energy Production Worldwide [Електронний ресурс]. – URL: http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2014/01/20/water-shortages-energy-production-worldwide*

*2 World Energy Outlook 2016. Summary [Електронний ресурс]. – URL: http://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2016SUM.pdf*

*3 Кваша Т.К. Вимірювання зеленого зростання в Україні: концепції, системи індикаторів, досвід формування та перспективи застосування: Монографія / Т.К. Кваша, Л.А. Мусіна. – К.: УкрІНТЕІ, 2015. – 280 с.*

*4 Мусіна Л. Доповідь про зелену трансформацію в Україні (на основі показників зеленого зростання ОЕСР) / Мусіна Л., Кваша Т. - К.: Міністерство економічного розвитку і торгівлі України? 2016. - 60 с. - URL: http://www.uintei.kiev.ua/viewpage.php?page_id=252*

*5 Ringler C. The nexus across water, energy, land and food (WELF): potential for improved resource use efficiency? / Ringler C., Bhaduri A., Lawford R. // Curr. Opin. Environ. Sustain. 2013. - № 5 (6). - pp. 617–624.*

*6 Fraiture C. Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy / C. Fraiture, De Giordano, M. Liao // Water Policy, 2008. - №10 (S1). - p. 67.*

*7 Hardy L. Evaluation of Spain's water-energy nexus / L. Hardy, A. Garrido, L. Juana // Int. J. Water Resour. Dev., 2012. - № 28 (1). - pp. 151–170.*

*8 Fingerman K. R.Accounting for the water impacts of ethanol production / K.R. Fingerman, et al. // Environ. Res. Lett., 2010. - № 5 (1). - p. 14-20.*

*9 Perrone Debra Water, food, and energy security: scrambling for resources or solutions? / Debra Perrone, George M. Hornberger // Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, January/February 2014. - Volume 1, Issue 1. - Pages: 49–68.*

*10 Закон України від 14.07.2016 № 1469-VIII Про ратифікацію Паризької угоди [Електронний ресурс]. – URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1469-19*

*11 Проект Закону України « Про внесення змін до Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [Електронний ресурс]. – URL: http://www.menr.gov.ua/index.php/ecopolit*

*12 Проект енергетичної стратегії України до 2035 року [Електронний ресурс]. – URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245165746&cat_id=245165726*

*13 Стратегія низьковуглецевого розвитку України [Електронний ресурс]. – URL: http://www.merp.org.ua/index.php?lang=uk&Itemid=988*

# МОБІЛЬНА РОБОТОТЕХНІЧНА СИСТЕМА З КРОКУЮЧИМИ РУШІЯМИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ В БОЛОТИСТІЙ МІСЦЕВОСТІ

***В.М. Корендій***

*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*

# MOBILE ROBOTIC SYSTEM WITH WALKING DRIVES FOR PERFORMING TECHNOLOGICAL PROCESSES ON MARSHLAND

***V.M. Korendiy***

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

*The expediency and areas of use of walking machines are substantiated. Structural and operational peculiarities of mobile robotic system with walking drives are considered. The design view of walking machine is presented.*

**Перспективи використання мобільних робототехнічних систем з крокуючими рушіями.** Переважна більшість наземних транспортних засобів мають колісний або гусеничний рушій. Необхідність їх застосування та подальшого удосконалення обґрунтовується відносною простотою конструкції та високою ефективністю роботи. Однак трапляються такі експлуатаційні ситуації, коли використання колісних чи гусеничних рушіїв є недоцільним, неефективним, а інколи навіть і неможливим. Тому постійно проводяться дослідження, які стосуються розроблення нових типів рушіїв, що відповідають вимогам високої профільної та ґрунтової прохідності, екологічності, маневреності тощо [1; 2]. До них, зокрема, відноситься крокуючий рушій.

Застосування крокуючого способу переміщення дозволяє якісно покращити цілу низку основних показників транспортних машин у порівнянні з колісними та гусеничними рушіями [1; 2]. Зокрема мають місце більші можливості адаптації до нерівностей опорної поверхні, вища профільна прохідність та маневреність, переміщення машини в довільному напрямку та повороти на місці, можливість роботи на ґрунтах із низькою несучою здатністю, керування опорними реакціями та стабілізація положення корпусу під час руху тощо [3].

Крокуючі машини розробляються у багатьох розвинутих країнах світу і на сьогодні уже відомі кілька експериментальних повномасштабних проекти [3]. Їх можна успішно використовувати для транспортування вантажів, в тому числі й негабаритних, в умовах бездоріжжя [3]. Також вони себе добре зарекомендували під час здійснення різних технологічних операцій у нафто- і газовидобувних галузях (в тайзі, пустелях, лісових масивах та інших важких умовах експлуатації). Перспективним також вважається використання машин із крокуючими рушіями при впровадженні нових ґрунтозберігаючих технологій у лісовому та сільському господарстві. Крокуючі машини завдяки дискретній (близькій до статичної) взаємодії з землею практично не руйнують екологічно вразливий ґрунтовий покрив. Особливо ефективними вони можуть бути у землеробстві для посіву, обробляння і поливання сільськогосподарських культур, а також для зрошування земель [3].

Передбачається використання крокуючих робототехнічних комплексів для аварійно-рятувальних робіт в екстремальних умовах та ліквідації наслідків природних і техногенних катастроф [3]. Як показує досвід, не можна повністю виключати можливості аварійного розливання нафти в результаті проривання нафтопроводів, пожеж у лісах, на торфовищах, руйнування будівель і споруд тощо. У таких випадках складність, а інколи й неможливість використання

колісної та гусеничної техніки обумовлені достатньо великим тиском рушіїв на ґрунт, відсутністю необхідної профільної прохідності для подолання завалів, траншей тощо, недостатньою маневреністю [3].

Мобільні робототехнічні системи з крокуючими рушіями можуть ефективно використовуватися у військових цілях. Наприклад, під час ліквідації наслідків військових дій, пошуку і знешкодження мін тощо [3]. Відомі розробки крокуючих машин для виконання ремонтно-відновлюваних робіт на очисних спорудах промислових підприємств, для дослідження поверхонь інших планет тощо [3].

**Конструктивні і функціональні особливості робототехнічної системи.** Принципова схема мобільної робототехнічної системи, побудованої на базі крокуючих рушіїв, подано на рис. 1 [3]. На кожному з бортів машини розміщено дві пари чотириланкових механізмів крокування, які приводяться в рух одним рушієм. У загальному випадку можна використати і більшу кількість пар механізмів крокування. Таке рішення може бути виправдане необхідністю забезпечення вищої вантажопідйомності, жорсткості і стійкості машини. Із позиції динаміки руху введення додаткових рушіїв з урахуванням кінематичних характеристик чотириланкових механізмів крокування може призвести до додаткових енергозатрат, пов’язаних із нерівномірністю швидкостей опорних точок рушіїв [3].

У якості опор механізму крокування використано «лижеподібні» стопи із плоскою опорною поверхнею, що дозволило забезпечити низький питомий тиск на ґрунт і задовільні тягово-зчіпні властивості порівняно з колісним рушієм. Також була забезпечена можливість використання «копитоподібних» стоп, які ще в більшій мірі могли б допомогти покращити тягово-зчіпні властивості, але спричиняли б більший тиск на опорну поверхню [3]. Змінні стопи з’єднувалися з опорною стійкою механізму крокування за допомогою циліндричного шарніра, що обумовило наявність додаткового некерованого ступеня вільності. В деякій мірі це сприяло появі адаптивних властивостей у рушія до нерівностей опорної поверхні.

Конструктивно крокуюча робототехнічна система виконана у вигляді рами 1, встановленої на крокуючих опорах (крокуючих модулях) 2 правого і лівого бортів (рис. 1) [3]. На рамі 1 розміщено модуль силового приводу 3, який включає у себе автономне джерело електричної енергії (наприклад, дизель-генератор), робоче місце оператора 4 із блоком системи керування. На рамі також може розміщуватися різне змінне технологічне обладнання.

Крокуючі опори 2 виконані у вигляді несучих балок 5, на кінцях яких попарно встановлені механізми крокування 6, згруповані в крокуючі рушії 7, до яких приєднуються стопи 13 [3]. На кожній несучій балці 5 передбачено бортовий силовий привід, який складається із тягового асинхронного електродвигуна 8, роздавального редуктора 9 і двох бортових редукторів 10, з’єднаних із редуктором 9 за допомогою карданних валів 11. Для забезпечення необоротності переміщення механізмів крокування 6 при непрацюючому силовому приводі бортові редуктори 10 включають у себе самогальмівну черв’ячну передачу.

Привід крокуючих опор правого і лівого бортів 2 – незалежний [3]. Тому для забезпечення статично стійкої ходи та чергування опорної фази і фази переносу стопи, крокуючі рушії 7 кожного борту жорстко кінематично пов’язані таким чином, що кривошипи 12 кожної пари крокуючих механізмів 6 встановлені у протифазі на спільній ведучій осі.

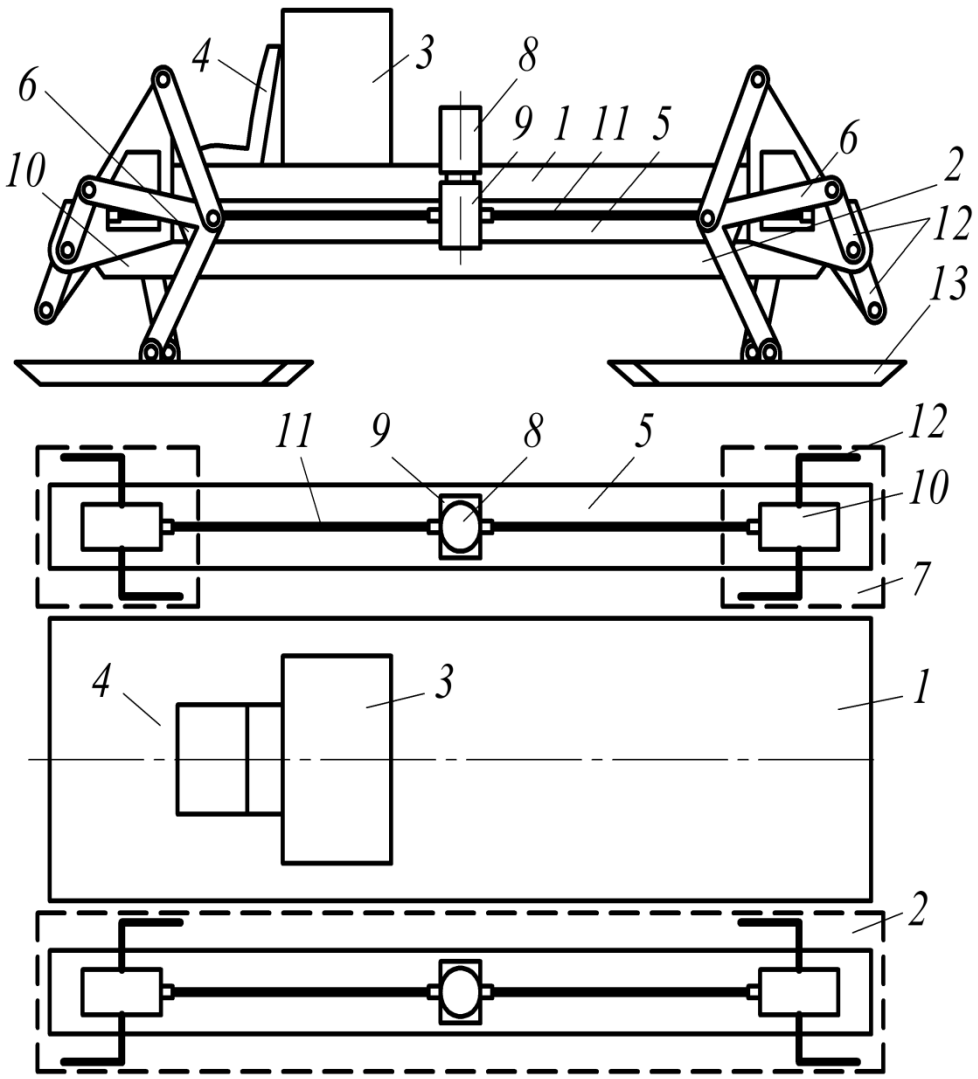


*Рис. 1. Принципова схема мобільної робототехнічної системи*

Загальний вигляд спроектованої згідно з [1] мобільної роботомеханічної системи подано на рис. 2 (модуль силового приводу, робоче місце оператора, привідний електродвигун, роздавальні редуктори і карданні вали не відображені). На рамі 1 можна розмістити довільне технологічне обладнання для виконання, наприклад, зрошувальних чи меліоративних робіт, буріння свердловин, підіймально-транспортних операцій тощо. У залежності від типу приводу (двигун внутрішнього згорання, електродвигун, пневмо- чи гідроприводи) на рамі також необхідно забезпечити наявність відповідних заправочних ємностей (паливних баків, ресиверів тощо) чи електроакумуляторів, а також можна встановити допоміжні альтернативні джерела живлення (сонячні колектори, вітрогенератори тощо).

Крокуючі модулі також можуть виготовлятися у якості окремого елементу з різною кількістю крокуючих механізмів. Основними складальними одиницями крокуючих модулів є рама 1, крокуючий рушій 2 і привідний механізм 3 (рис. 3).

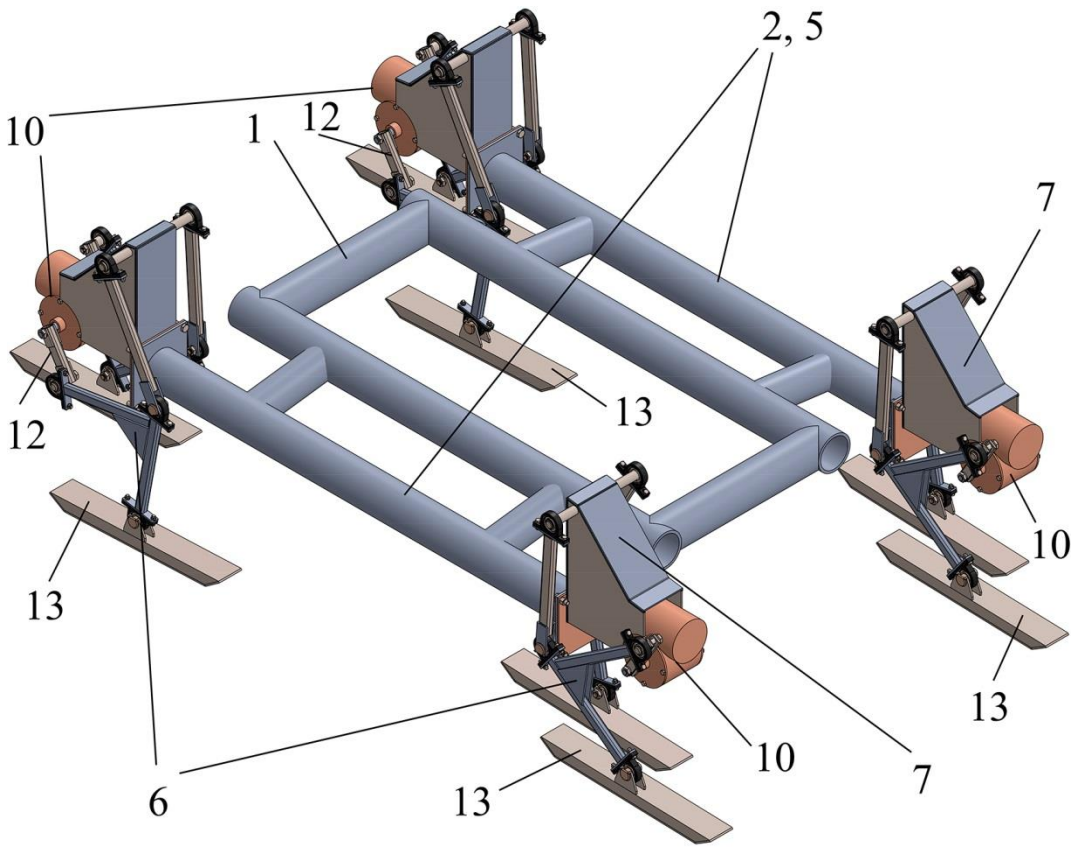



*Рис. 2. Загальний вигляд спроектованої мобільної робототехнічної системи із крокуючими рушіями*

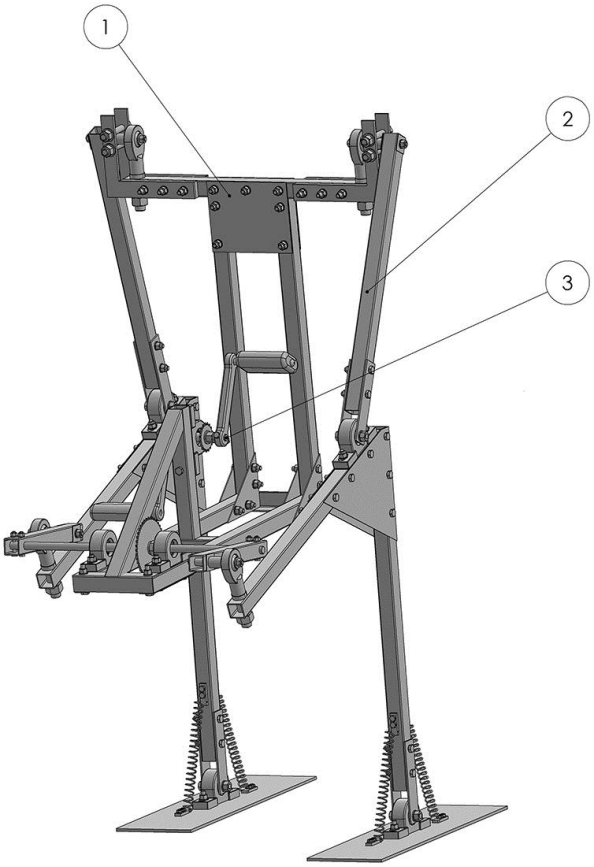



*Рис. 3. Модель крокуючого модуля на основі чотириланкового циклового рушія*

**Висновки.** Крокуючі машини є новим перспективним класом наземних транспортних засобів підвищеної прохідності і можуть знайти застосування при розв'язанні різних прикладних задач: при транспортуванні вантажів в умовах бездоріжжя, при виконанні відновлюваних чи аварійно-рятувальних робіт в зоні руйнувань (у результаті землетрусів, техногенних катастроф, військових дій тощо).

У роботі розглянуто мобільну робототехнічну систему з рушієм на основі циклових механізмів крокування, які працюють у протифазі. Використання циклових рушіїв дозволяє не турбуватися про збереження ходу і стійкості машини та виключає необхідність застосування керованої системи адаптації. У результаті цього машина має мінімальну кількість керованих ступенів вільності і стає набагато простішої порівняно із зарубіжними аналогами адаптивного типу. Висока прохідність та відмінні тягово-зчіпні властивості на м'яких (перезволожених, сипких, пісочних) ґрунтах, екологічність, простота і надійність конструкції, а також порівняно низька вартість, створюють сприятливі умови для створення й експлуатації крокуючих машин з цикловими рушіями.

*1. Корендій В.М. Аналіз можливостей оснащення крокуючого модуля на базі двох циклових рушіїв механізмами орієнтації та стабілізації вертикального положення / В.М. Корендій, О.С. Бушко, О.Ю. Качур, Р.Ю. Скрипник // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.8. – С. 277-285.*

*2. Корендій В.М. Розроблення крокуючого модуля на базі двох циклових рушіїв / В.М. Корендій, О.С. Бушко, О.Ю. Качур, Р.Ю. Скрипник // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні: Український міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2015. – № 49. – С. 26-35.*

*3. Брискин Е. С. Динамика и управление движением шагающих машин с цикловыми движителями / Е.С. Брискин, В.В. Жога, В.В. Чернышев, А.В. Малолетов. – М.: Машиностроение, 2009. – 191 с.*

# РОЗРОБЛЕННЯ ВІТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ СПОЖИВАЧІВ

***В.М. Корендій***
*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*

# DEVELOPMENT OF WIND TURBINE FOR WATER SUPPLY OF AUTONOMOUS CONSUMERS

***V.M. Korendiy***
*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

*The prospects of usage of wind turbines for water supply of autonomous consumers are substantiated. Structural and operational peculiarities of wind turbine for water pumping are considered. The design view of wind turbine is presented.*

**Перспективи використання вітроустановок.** На даний час питання альтернативних джерел енергії, збереження природних (традиційних) енергетичних ресурсів (нафти, природнього газу, вугілля тощо) та покращення екологічної ситуації стають щораз актуальнішими. Саме тому спостерігається постійний розвиток вітроенергетики, яка вважається однією з найперспективніших галузей альтернативної енергетики. Крім того, енергія повітряних потоків є одним із найбільш екологічно чистих джерел енергії та може використовуватись в місцях, де інші види енергії недоступні або їх використання є неможливим [1].

Вітроустановки здавна використовувалися у сільському господарстві для підйому води та зрошування угідь. На сучасному етапі розвитку індивідуальних фермерських господарств та приватних підприємств також існує нагальна потреба у забезпеченні надійного і дешевого енергопостачання регіонів, віддалених від централізованих електромереж. Одним із найдоцільніших засобів вирішення цієї проблеми з точки зору економії органічного палива та захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу теплової та атомної енергетики є застосування вітроенергетичних установок. Навіть враховуючи той факт, що швидкість повітряних потоків на більшості території України не перевищує 5 м/с, все ж використання її вітроенергетичного потенціалу є доцільним з огляду на постійне подорожчання та виснаження традиційних енергоресурсів [1]. Перспективним напрямком залучення вітроустановок у промисловість і сільське господарство є їх застосування в якості безпосередніх механічних приводів різноманітного обладнання (компресорів, насосів тощо). Тому питання подальшого вдосконалення конструкцій і технологій використання вітроенергетичних установок з метою підвищення їх ефективності і надійності набуває значної актуальності.

Із початку XX століття і до даного часу більшість зусиль вчених і дослідників у галузі вітроенергетики зосереджені на розробках установок перш за все для виробництва електроенергії. При цьому залишають поза увагою багато інших перспективних напрямків, таких як безпосередній механічний привід різноманітних машин, що вимагають відносно низької частоти обертання привідного валу та великих обертальних моментів. До таких машин можна віднести шнекові і транспортерні механізми, гідравлічні та пневматичні насоси, системи вентиляції приміщень, різання кормів тощо. [2] При цьому значно спрощується конструкція вітроустановок, зникає необхідність у дорогих і технічно складних редукторах, а завдяки низькій частоті обертання покращуються екологічні показники роботи (шумність, інфра-, ультразвуки, вібрації, небезпека для птахів тощо) та знижуються вимоги до технологічності виготовлення окремих

вузлів і агрегатів (лопатей, маточин тощо) [2].

**Конструктивні і функціональні особливості автономної вітроустановки для водопостачання.** Комбінована вітро-водопостачальна установка складається з п'яти жорстких профільованих лопатей 1, які кріпляться до маточини 2 (рис. 1). Остання встановлюється на валу 3, який за допомогою підшипникових опор 4 приєднується до плити 5 гондоли. Плита 5 жорстко кріпиться на вертикальному опорно-поворотному валу, що забезпечує орієнтування вітроустановки за напрямом вітру за допомогою хвостового стабілізатора 6. Від горизонтального вала 3 вітроколеса крутний момент передається за допомогою ланцюгової передачі 7 до привідного кривошипно-шатунного механізму 8 поршневого насоса 9. Останній через впускний 11 та випускний 10 шланги постачає воду у приймальний резервуар 12. Уся конструкція вітроустановки встановлюється на нерухомій опорі 13.

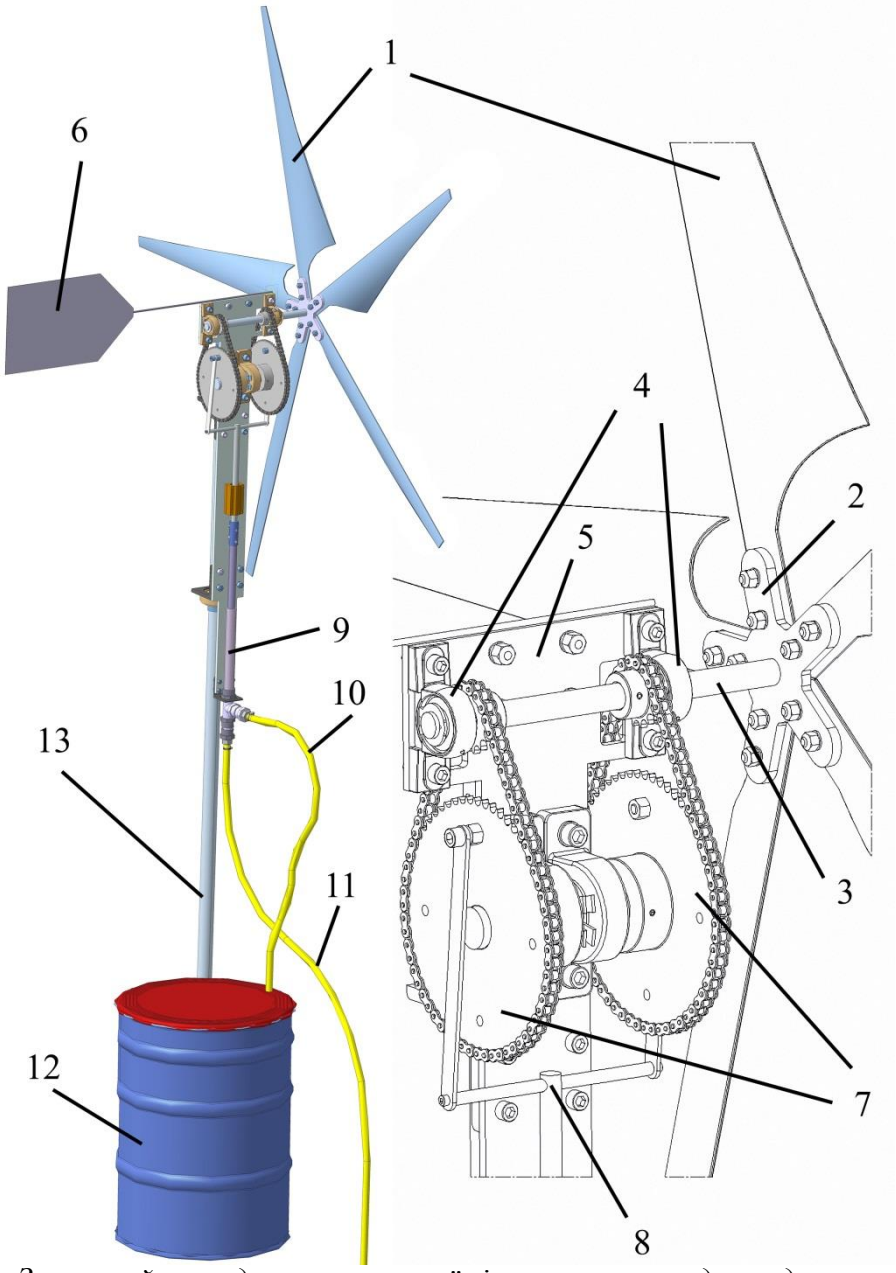
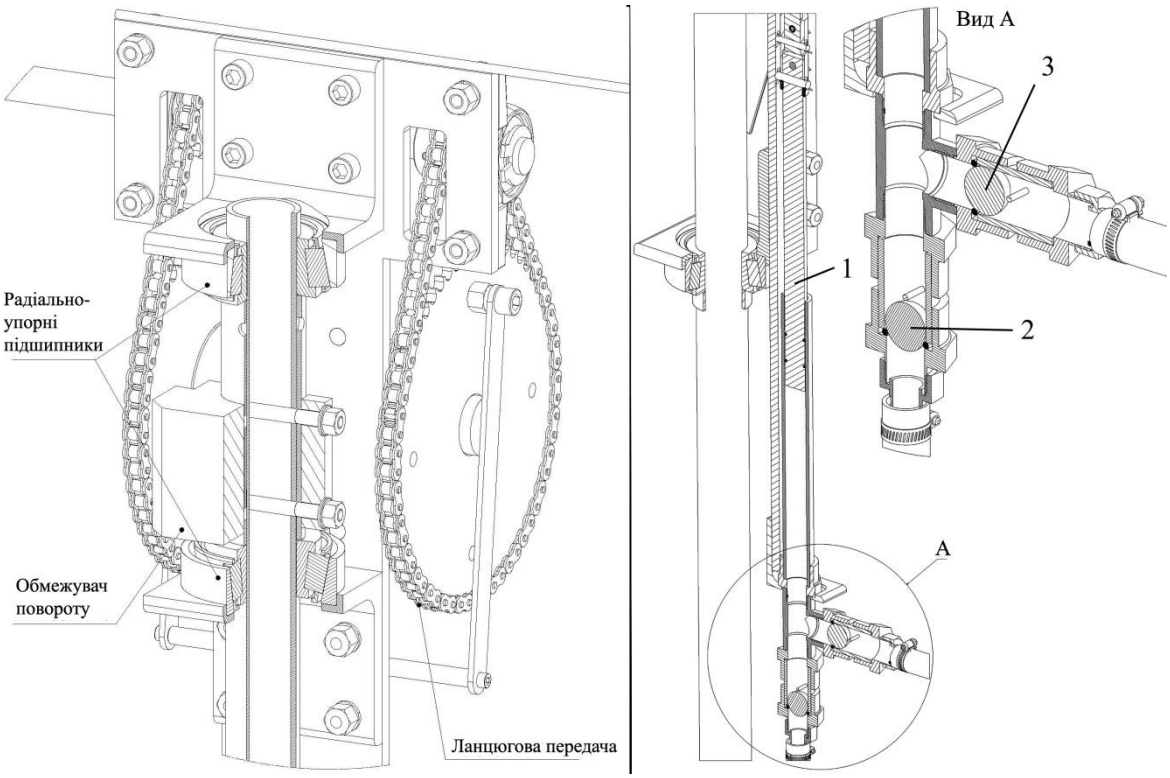



*Рис. 1. Загальний вигляд спроектованої вітроустановки для водопостачання*

Таким чином, у результаті взаємодії лопатей із повітряним потоком приводиться у рух горизонтальний вал вітроколеса, який передає крутний момент

за допомогою ланцюгової передачі і кривошипно-шатунного механізму до поршневого насоса. Поворот гондоли в процесі орієнтування за напрямком вітру обмежується спеціальними штифтами, встановленими у механізмі кріплення опорно-повротного вала (рис. 2, а). Таким чином, гондола має можливість обертатися не більше, ніж на 180°. Спрощений варіант гідросистеми постачання води із використанням поршневого насоса зображено на рис. 2, б. У процесі руху поршня 1 вгору має місце захоплення води в робочу камеру насоса через вертикально-розташований клапан 2 та, відповідно, коли поршень рухається вниз, вода подається у випускний шланг через горизонтально-розташований клапан 3.




*а)* *б)*

*Рис. 2. Опорно-поворотний вузол гондоли (а) та спрощений варіант гідросистеми установки (б)*

**Висновки.** Вітроустановки можуть ефективно використовуватися практично на всій території України не лише виробництва електроенергії, але й для безпосереднього механічного приводу машин і механізмів різного призначення: підйом води, зрошування угідь, порізка кормів, перемелювання зерна, заготівля деревини, вентилювання складських і підвальних приміщень тощо. Тому в даній роботі запропоновано одну з найпростіших схем відбору потужності з повітряних потоків та передачі її для приводу поршневого насоса з метою постачання водою автономних споживачів, віддалених від мереж централізованого електропостачання. Така конструкція не вимагає значних матеріальних затрат на виготовлення й експлуатацію та може бути з легкістю реалізована на практиці.

*1. Корендій В.М. Принципи побудови комбінованих вітро-вібраційних установок / В.М. Корендій, О.В. Ланець // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Машинобудування» . – 2012. – № 65. – С. 139-144.*

*2. Корендій В.М. Історія і сучасний стан використання тихохідних багатолопатевих вітроустановок у сільському господарстві / В.М. Корендій // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – 2012. – Вип. 11, т. 1 (65). – С. 332-338.*

# НАПРЯМИ ЕКОЛОГІЧОЇ ОСВІТИ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

***В.К.Маліцький***
*Екологічний коледж Львівського національного аграрного університету, м.Львів*

# DIRECTIONS OF ECOLOGICAL EDUCATION IN EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS

***V.K. Malitskiy***
*Ecological College of Lviv National Agrarian University, the city of Lviv*

*Training of specialists in environmental protection and natural resource management requires constant improvement and use of new technologies and teaching methods taking into account the current level of science, technology, technology. The article deals with the problems of environmental education in higher education and the main task of improving training.*

Початок двадцять першого століття характеризується загостренням економічної, продовольчої та екологічної кризи. Вплив суспільства на довкілля зростає , як в регіональних , так і в глобальних масштабах. Загострення взаємовідносин "суспільство—довкілля" є однією із ключових ланок, які впливають на стан економіки та умови проживання людини.

Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних ресурсів, зменшення запасів більшості корисних копалин приводить до суттєвих змін в природних екосистемах, збіднення генофонду, погіршення якості продуктів харчування рослинного і тваринного походження, а відтак змін в негативну сторону умов життя людини. Виникнення в останні десятиріччя нових невиліковних хвороб (СНІД, коров’ячий сказ, атипова пневмонія) деякі вченні пов’язують із значними часто незворотними змінами в довкіллі як глобальному так і в регіональному масштабах.

Україна – одна із країн світу , де антропогенний прес на навколишнє природне середовище надзвичайно відчутний. Тому однією із головних стратегічних завдань є створення сприятливих умов для життя людини. Виходячи із цього, актуальність підготовки спеціалістів для спостереження за навколишнім середовищем, змінами в ньому, за ресурсами природних вод, їх станом, для контролю за станом тваринного і рослинного світу, забрудненням біосфери, раціональним використанням природних ресурсів тощо, не викликає сумнівів. Зважаючи на складність і багатогранність проблеми, необхідно чітко з’ясувати, які спеціалісти природоохоронного профілю нам необхідні, відповідно розвивати наукову і навчальну базу.

Екологічна освіта на початку третього тисячоліття стала необхідною складовою гармонійного, екологічно безпечного розвитку. Підготовці спеціалістів з охорони навколишнього природного середовища і раціонального природокористування приділяється значна увага в Україні та за її межами. Значна кількість публікацій і конференцій з питань екологічної освіти та підготовки спеціалістів-екологів свідчить про складність і багатогранність проблеми [1; 2; 4; 5; 8].

Основними завданнями фахівців різних спеціальнос тей, крім галузевих знань, в сучасних умовах на нашу думку є:

- Знати основні закони розвитку природних екосистем та їх динаміку під впливом різноманітних факторів.

- Орієнтуватися в економічній ситуації регіону, як одного із основних чинників антропогенного пресу, та давати характеристику економіці та

екологічній ситуації району.

- Аналізувати екологічний стан навколишнього середовища.

- Знати основні технологічні процеси на підприємствах та описувати фактори антропогенного впливу : витрати сировини та енергоресурсів; давати характеристику джерел викидів та виділення; забруднення підприємством сфер середовища (атмосфери, літосфери, гідросфери); відходи підприємства.

- Вміти розраховувати: сплату збору за забруднення навколишнього природного середовища; плату за користування надрами для видобування корисних копалин; розмір шкоди заподіяної навколишньому середовищу; розмір збитків, які заподіяні навколишньому середовищу в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

- Розробляти заходи по зниженню забруднення навколишнього природного середовища і раціональному використанню природних ресурсів на підприємстві.

- Робити загальні висновки про стан навколишнього середовища на підприємстві (організації) та регіоні.

Виховання у молоді бережливого ставлення до природних ресурсів, довкілля в цілому повинно бути головним напрямом навчально-виховної роботи освітян всіх рівнів. Сучасна молодь потребує більшого "спілкування" з природою, так як тривале проведення часу перед монітором комп’ютера та екраном телевізора вимагає психологічного розвантаження. Екскурсії в гори, природні заповідники, національні природні парки, ботанічні сади та дендрологічні парки, інші об’єкти природи виховують любов до довкілля, бережливе ставлення до природних та енергетичних ресурсів, підвищують загальний рівень освіченості і культури.

Особливе значення при підготовці фахівців різних спеціальностей має всесвітня мережа Internet, яка стала невід'ємною частиною в житті людського суспільства. Україна входить до першої десятки країн Європи за кількістю інтернет-користувачів. Інтернетом користуються для скачування та перегляду фільмів і відео, замовлення квитків, пошуку інформації, прослуховування музики, радіостанцій, створення акаунтів і блогів, об'єднання в групи тощо. Виділяють чотири основні напрями використання Internet: електронна пошта – набула широкого використання в науці, техніці, бізнесі; передача файлів від одного комп’ютера до іншого – базується на протоколі передачі файлів, або FTP (File Transfer Protocol); віддалений доступ (Telnet) – надає можливість підключитися до віддаленого комп’ютера і працювати з ним в інтерактивному режимі; WWW (WORLD WIDE WEB або всесвітня павутина) – інформаційна система.

Значну частину часу відвідувачі Internet проводять в соціальних мережах, ( "В Контакте", "Facebook", "Twitter" та інші) та форумах, які можна використовувати для обміну інформацією, створення груп, акантів і блогів. Теми з екології і охорони навколишнього середовища поступово набувають все більшого значення, ними цікавиться все більше користувачів соціальних мереж. Вони обговорюють найбільш актуальні питання, поповнюють фото- і відеоматеріали з актуальних і проблемних питань.

Все більш ширшого використання набуває комп’ютерний контроль знань студентів. Використання програм тестового контролю знань, програм для прогнозування змін у навколишньому середовищі, статистичні обрахунки даних є невід'ємною частиною навчального процесу.

Накопичений досвід стверджує правильність принципів як теоретичної так і практичної освіти в Україні . На сучасному етапі екологічна освіта має цілий ряд проблем, до яких можна віднести: необхідність корекції діючих навчальних

програм; створення відповідного методичного забезпечення, зокрема підручниками, посібниками, лабораторними практикумами тощо; створення сучасних лабораторій; підвищення рівня практичного навчання; матеріальне забезпечення навчального процесу та ін. Особливо важливий і відповідальний етап навчального процесу – практичне навчання, зокрема написання курсових і дипломних робіт та проектів на основі розробки нових сучасних технологій.

В більшості навчальних закладів навчальні і наукові лабораторії з наявними в них приладами та іншим обладнанням мають цільове призначення для визначення фізико-хімічних властивостей ґрунтів, рослин, води тощо. Для підготовки фахівців-екологів необхідно розширювати дані лабораторії та створювати нові, які б відповідали сучасним вимогам. Це комплексні лабораторії для визначення фізико-хімічних властивостей та забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, лабораторії контролю за якістю води і т.п.

Значних вдосконалень потребує екологічна освіта при підготовці інженерів, механіків, агрономів, спеціалістів інших спеціальностей.

На даному етапі освіта, як ніколи, потребує підтримки на державному рівні. Тільки з допомогою держави можна вирішити значні освітянські труднощі, а відтак вирішення економічних, екологічних та соціальних проблем.

*1. Бахмат Н.В., Говдь Ю.М. Навчально-методичне забезпечення для вищих навчальних закладів // Матеріали IX Всеукраїнської науково-методичної конференції "Проблеми підготовки фахівців-аграріїв у навчальних закладах вищої та професійної освіти" 27-28 березня 2013р. – Камянець-Подільський, 2013. – с.14-19.*

*2. Концепція неперервної екологічної освіти та виховання в Україні //Інформаційний збірник міністерства освіти України, 1995, №14. – С.4-5.*

*3. Кучерявий В.П. Загальна екологія: підручник [Текст] / В.П.Кучерявий. – Львів: Світ, 2010. – 520с.*

*4. Маліцький В.К., Василова О.І. Значення і напрями вивчення екологічного моніторингу при підготовці екологів-аграрників // Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення (матеріали 4-ї наук.-практ. конференції 21-25 вересня 2009р.) -- АР Крим, Коктебель: НПЦ "Екологія, наука, техніка", 2009. – с. 99-100.*

*5. Маліцький В.К., Василова О.І. Напрями екологічної освіти в аграрних навчальних закладах // Матеріали IX Всеукраїнської науково-методичної конференції "Проблеми підготовки фахівців-аграріїв у навчальних закладах вищої та професійної освіти" 27-28 березня 2013р. – Камянець-Подільський, 2013. – с.123-125.*

*6. Одум Ю. Основы экологии (перевод с 3-го английского издания) [Текст] /Ю.Одум/ – М.: Мир, 1975. – 740с.*

*7. Прокопенко О.В. Екологічний маркетинг: навч. посіб. [Текст] / О.В.Прокопенко – К.:Знання, 2012. – 319с.*

*8. Скиба Ю.А. Екологічна освіта як складова частина стратегії сталого розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mama-86.org.ua/archive/ecodemocracy/skyba_u.htm (дата звернення 05.04.2016р.). – Назва з екрана.*

# ГІДРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕНАТУРАЛІЗАЦІЇ ОСУШЕНИХ ТОРФОВИХ БОЛІТ

***Андрій Михнович***
*Львівський Національний університет імені Івана Франка, Україна*

# HYDROLOGIC ASPECTS OF DRAINED PEATLAND RENATURALIZATION

***Andriy Mykhnovych***
*Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine*

*The peatland drainage is one of the main man-made factors of the landscape water circulation and peatland ecosystems degradation. To return former sustainable ecological state of peatland it is necessary to carry out the renaturalization. The essence of renaturalization is renewal of water regime with following renewal of the peatland ecosystem like it was before drainage. Change of water runoff regime is effective mechanism of the peatland renaturalization – so called active protection. To renaturalize the Zalyvky peatland in the Roztochia Natural Reserve it is necessary to keep high groundwater level which will cause renewal of peat forming, stop succession processes, growing up by untypical for peatland plant species, reduce the risk of peat burning. Based on the results of natural conditions and recent ecological state of the Zalyvky peatland analysis the general scheme of renaturalization and hydrologic regime renewal has been worked out. With this aim the series of measures are realized. They allow increasing the groundwater levels due to coming of water from the river streams and channels, making the runoff slower and renewing small water bodies. Small water bodies like ponds play not only water regulating role but also key ecological role for many bird species, ecological education, and tourist-recreation attractive. It is expected that keeping of higher ground water levels will be assisted by the beaver population with their natural dams.*

***Key words:*** *renaturalization, drainage melioration, peatland, water runoff regulating.*

**Вступ**

Довкілля Розточчя у 20 столітті зазнавало суттєвих антропогенних змін, особливо це стосується екологічно цінних заболочених земель і торфовищ. Зокрема:

- У 1960–1980 роках завдяки осушувальній меліорації більшість торфовищ були осушені і зайняті монокультурними луками і пасовищами.
- Густа мережа осушувальних каналів призвела до різкого пониження рівня ґрунтових вод і зміни поверхневого стоку води.
- Зникли натуральні озерця і розливи води.
- Змінилися гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні показники екосистем.
- Змінилася структура землекористування регіону.
- Зменшилася площа відкритих торфовищ, водойм, торфових боліт.

Провідним чинником формування водних ресурсів території і водно-болотних угідь є кількість атмосферних опадів, на яку людина не має ефективного впливу. Натомість людина може контролювати інший складник водного балансу — стік води.

Меліорація торфовищ, інших заболочених угідь вважається одним з головних антропогенних чинників змін обігу води у ландшафтах. Отже, зміни гідрологічного режиму, стоку води є ефективним механізмом повернення заболоченим угіддям їхнього природного стану. Це, так звана, активна охорона. Поширеним способом змін водного режиму території є регулювання стоку.

Для повернення колишнього збалансованого екологічного стану болотам необхідно застосовувати процес ренатуралізації, суть якої полягає у відновленні рівнів води, які знизилися після осушувальних робіт, а також водно-болотної екосистеми, яка існувала до спорудження осушувальних систем, у створенні необхідної кормової бази для водоплавних птахів, зменшенні рівня присутності людини і, як наслідок, покращенні умов для гніздування, розмноження та міграції водоплавних птахів та інших тварин, поверненні корінних видів рослин і тварин.

Актуальність досліджень і ренатуралізації колись осушених територій пояснюється високим рівнем антропогенного навантаження і, водночас, низьким рівнем, або відсутністю використання осушених земель з вторинним заболоченням, або заростями чагарників, представлених нехарактерними, або чужорідними видами рослин. Ефективна ренатуралізація малопродуктивних екологічно порушених територій потребує спеціального вивчення.

Об'єктом досліджень є заповідне болотне урочище Заливки, розташоване в межах природного заповідника Розточчя (Яворівський район Львівської області). Урочище розташоване на лівобережній заплаві річки Верещиця, з північного боку від Янівського Ставу і відмежоване від русла обвідного каналу Верещиці насипною земляною дамбою.

Природний екологічний стан Заливок був порушений внаслідок впливу осушувальної меліорації. Дослідження біологів та екологів дозволяють зробити висновок, що тут необхідно і можливо відновити природний рослинний покрив і здійснити реінтродукцію корінних видів рослин і тварин. Головними аргументами для початку процесу ренатуралізації Заливок є: невикористання у сільському господарстві, незадовільний технічний стан недоглянутої осушної системи, часті займання торфового шару у посушливі періоди літа, прояв процесів вторинного заболочення і заростання нетиповими для екосистеми чагарниками, низька продуктивність ґрунтів, значний рівень мінералізації торфу і його незначна потужність.

Метою роботи є обмеження і зменшення екологічно негативного впливу осушувальних меліоративних каналів шляхом раціонального управління гідрологічним режимом, яке сповільнить стік води з території, збільшить її обводненість і сприятиме ренатуралізації втраченої болотної екосистеми.

Досягнення мети реалізується шляхом: 1) обстеження осушених земель і технічного стану елементів осушної системи; 2) розробки загальної схеми ренатуралізації Заливок; 3) виконання гідрологічних і гідрогеологічних досліджень та обґрунтування; 4) розробки та обґрунтування комплексу заходів із відновлення рівнів води на території Заливок з врахуванням і дотриманням гідрологічного та гідрогеологічного режиму прилеглих територій; 5) оцінювання впливу проектованих заходів на довкіллях.

Дослідження реалізуються в рамках міжнародного проекту "Впровадження природоохоронних заходів для адаптації місцевої громади до зміни клімату на Розточчі (Яворівський р-н, Львівська обл.)", реалізованого ГО "Інститут охорони природи" у співпраці з Природним заповідником "Розточчя" за підтримки Національного екологічного центру України в рамках міжнародної програми "Climate Forum East II", що фінансується Європейським Союзом, Австрійською агенцією з розвитку та Австрійським Червоним Хрестом.

**Стан вивченості.**

Дослідження проблем ренатуралізації та землекористування на осушених землях свідчать про суттєве зменшення біопродуктивності осушених земель в останні десятиліття. Причиною цього називають неефективне їх використання, прояв, унаслідок антропогенної діяльності, на осушених землях таких негативних явищ, як опідзолення, окарбоначення, переосушення, займання торфів, вітрова

ерозія, вторинне заболочення, заростання чагарниками одновидового складу. Більшу частину використовують як природні кормові угіддя [2, 3, 5, 6] .

Враховуючи безпосередню залежність цих показників від рівня використання меліорованих угідь, технічного стану меліоративних систем й агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, здійснювати ренатуралізацію вважають доцільним на тих осушених землях, де за останні роки екологічна ситуація була постійно несприятливою [5, 6].

Отже, Дослідження сучасного технічного та еколого-меліоративного стану осушних систем, з визначенням пріоритетних для ренатуралізації ділянок осушених територій є актуальним науково-практичним завданням, вирішення якого неможливе без обґрунтування наукової концепції таких досліджень, розробки методики їх реалізації.

На стратегічному рівні необхідно розробити програму інвентаризації осушених земель, визначення ефективності їх використання, еколого-меліоративного моніторингу, а також генеральну схему ренатуралізації земель [5, 6] .

**Виклад основних результатів і їх обговорення.**

Географічні умови території досліджень. Існують дві основні причини регулювання стоку: природно зумовлена просторова і часова нерівномірність зволоження території і нерівномірність (розбалансованість), спричинена господарською діяльністю. Сезонний розподіл атмосферних опадів відображений у таблиці.

Таблиця. Середня і максимальна сума опадів і середня кількість днів з опадами за місяцями для м. Яворів (за даними Держкомгідромету)

| Місяць | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Середня сума опадів, мм | 35 | 38 | 36 | 45 | 75 | 89 | 92 | 74 | 55 | 42 | 41 | 46 |
| Найбільша сума опадів, мм | 88 | 98 | 71 | 122 | 148 | 254 | 237 | 172 | 152 | 178 | 113 | 105 |
| Кількість днів з опадами | 15 | 15 | 14 | 12 | 15 | 15 | 14 | 12 | 12 | 12 | 15 | 17 |

Такий розподіл атмосферних опадів визначає й основні особливості гідрологічного режиму досліджуваної території:

а) змішане живлення річок;

б) висока весняна повінь в багатоводні роки і низька літньо-осіння межінь в маловодні роки;

в) нерівномірний сезонний розподіл стоку, більша частина якого припадає на літньо-осінній період;

г) у маловодні роки зростає частка стоку зимового періоду (підземне живлення), а у багатоводні — весняного періоду, частка якого досягає 40-60 % проти зимового – 10-20 %; д) часті дощові паводки влітку, епізодичні паводки взимку;

е) кількість паводків від 1 до 5 на рік, середня тривалість становить 8-15 діб, найбільша – 35, а висота підняття рівня води 1,2-1,4 м;

є) перевищення повеневих рівнів над паводковими;

ж) модулі стоку по довжині річок Розточчя сягають 20 $дм^3$ /с·$км^2$ у верхів'ях.

За даними спостережень на мережі гідропостів обчислені середні багаторічні, середні максимальні і середні мінімальні показники стоку води для періодів 1965 – 1987, 1980 – 2013 і 1963 – 2013 роки. Як засвідчив аналіз середні

витрати дещо збільшилися у верхній частині басейну Верещиці, натомість зменшилися в басейнах Свині, Рати, Солокії, що може пояснюватися, у тому числі, занепадом дренажних осушних систем, оскільки меженний стік повсюдно збільшується.

**Методика досліджень осушних систем з метою ренатуралізації болотних ландшафтів і перезволожених угідь.**

Важливою передумовою успішної реалізації проектів ренатуралізації перезволожених угідь і боліт є районування меліорованих земель за технічним, гідролого-меліоративним та екологічним станами з метою визначення доцільності подальшої експлуатації, реконструкції систем, або ж відновлення природних біогеоценозів і збільшення ландшафтного і біологічного різноманіття.

Ступінь деградації меліоративних осушних систем і доцільність їх реконструкції залежить від часу, що пройшов після будівництва або останньої реконструкції системи, тобто її віку. Звісно, з часом кількість зруйнованих гідротехнічних споруд та погонних метрів закритого дренажу, що замулився і вийшов з ладу, буде збільшуватись. Тому першим критерієм ступеня деградації осушної системи можна вважати кількість непрацюючих гідротехнічних споруд та виходів дренажних колекторів з відсутнім стоком у відношенні до загальної кількості аналогічних споруд. Це є першим дослідницьким завданням, здійснення якого дає нам один з ключових критеріїв оцінки можливості ренатуралізації ландшафту та екосистеми.

Однак, слід зауважити, що високий ступінь технічної деградації не завжди зумовлює підтоплення або високі рівні ґрунтових вод. Тобто ступінь деградації системи, оцінений за технічними ознаками може неадекватно відображати гідрогеолого-меліоративний стан земель, або навпаки. Можна розрізняти оцінку ступеня технічної деградації меліоративних систем, як інженерних споруд, за ознаками кількості непрацюючих елементів, а також оцінку ступеня деградації системи за станом зволоження земель та часом, необхідним для відведення поверхневого стоку (ступінь гідрогеолого-меліоративної деградації).

У цьому випадку за домінантну (пріоритетну) ознаку деградації системи беруть частку затоплених та підтоплених на ній земель. При цьому ця ознака повинна мати безпосередній вплив на забруднення вод і підвищене, порівняно з незатопленою системою винесення забруднюючих речовин.

Отже, другим потенційним завданням в рамках підготовки проекту ренатуралізації заболочених угідь є виконання оцінки гідрогеолого-меліоративного стану угідь з подальшою організацією гідрогеолого-меліоративного моніторингу на мережі спостережних свердловин і водомірних постів. Організація і здійснення такого моніторингу можна вважати третім і ключовим елементом ренатуралізаційних робіт.

Під впливом осушувальних меліорацій, перш за все, відбуваються зміни таких природних показників та елементів, як: гідрографія, режим і баланс природних вод, розподіл внутрішньорічного і багаторічного річкового стоку, хімічний склад ґрунтових вод, структура ґрунту, тип рослинності, тощо.

Загальну оцінку ступеня виходу з робочого стану меліоративної мережі можна визначити за допомогою воднобалансових розрахунків. Тенденція зменшення притоку ґрунтових вод в поверхневі водотоки є характерною для території де відбувається старіння осушувальної мережі та вихід з ладу закритого дренажу. Завдяки підняттю рівня води в каналах та зростанню тривалості періодів живлення ґрунтових вод поверхневими відбувається інтенсивне замулення, заростання і кольматаж русел і каналів, що затримує водообмін, призводить до скорочення меженних періодів і, як наслідок, до зменшення ґрунтового відтоку води в канали, канави та малі річки, зменшення загальної дренованості території.

Такий аналіз на основі водно-балансових розрахунків (моделювання) розглядати як кульмінаційний елемент реалізації проекту ренатуралізації заболочених угідь, оскільки виконання цього завдання дає нам синтезовану інформацію, висновки стосовно доцільності і можливості відновлення природного режиму зволоження і відповідного біогеоценозу.

Отже, загальну оцінку ступеня деградації гідрогеолого-меліоративного стану осушних систем можна проводити за трьома основними критеріями:

1) за рівнем ґрунтових вод та інтенсивністю їх підйому;
2) за терміном відведення поверхневих вод та модулями загального і підземного стоку;
3) за поширенням площ вторинного заболочення, або за нерівномірністю розподілу вологи на території.

Оцінка першого і найбільш важливого критерію здійснюється шляхом безпосередніх вимірів рівня ґрунтових вод в спостережних свердловинах.

Другий критерій може бути представлений шляхом визначення наступних показників, які можна вважати прямими ознаками процесу:

– термін, тривалість високих рівнів води в провідній та регулюючій мережі відкритих каналів;
– збагачення води органічними сполуками та вміст у ній кисню.

Третій критерій може розглядатись за визначенням наступних показників:

– за співвідношенням від'ємних та прибуткових складових у балансі природних вод (балансовий метод);
– за поширенням рослин-гідрофітів, як опосередкованої ознаки;
– за збільшенням площі поширення перезволожених ділянок на водозборі (метод дешифрування космознімків).

Визначення вказаних вище показників за основними критеріями також необхідно включати до переліку дослідницьких завдань у проекті ренатуралізації заболочених ландшафтів.

Наступними етапами таких досліджень має бути визначення екологічної та біологічної цінності угідь, ступеня біорізноманіття, рівня деградації і глибини антропогенної перетвореності біоценозів, а через них – оцінка доцільності і можливості ренатуралізації конкретного ландшафту, угіддя і відновлення його біоценозу.

**Методи і способи регулювання водного режиму урочища Заливки з метою ренатуралізації.**

Для ренатуралізації заповідного торфового болота Заливки необхідне постійне підтримування високих рівнів ґрунтових вод, яке спричинить відновлення торфоутворення, припинить процеси сукцесії, яка зумовлює заростання відкритих торфових боліт і цінних природно заболочених луків нетиповою рослинністю, знизить ризик загоряння торфовищ, сухостою, лісів.

Для цього передбачається поступове підвищення рівня ґрунтових вод у середньому на 0,4 м впродовж найближчих років шляхом надходження води з місцевими річками і струмками і сповільнення та обмеження стоку з території болота, відтворення локального застоювання вод, сповільнення і зменшення стоку води у руслах і каналах, відновлення малих ставків, які відіграють не лише водозатримуючу функцію, а й становлять екологічні осередки для багатьох видів птахів, екологічної освіти, є туристично-відпочинковими принадами. Крім того, спорудження нових і відновлення існуючих гідротехнічних споруд та пристосувань – загат, переливок, пропускних шлюзів. У майбутньому очікується підтримання ефекту обводнення природними загатами бобрів, популяція яких відновлюється у заповіднику.

Отже, дослідивши і проаналізувавши природні особливості і сучасний стан

болотних угідь Заливки, була визначена загальна схема їх ренатуралізації і відновлення гідрологічного режиму зокрема. Виконавши геодезичні і картографічні дослідження, були виявлені особливості рельєфу території, напрямок стікання поверхневих і ґрунтових вод. Суть обраної схеми полягає у наступному (рис. ). У верхній частині Заливок, яка огинається руслом Ставчанки і каналами, закладаються водозапускні труби діаметром 40 см, якими на територію надходить вода, частково з русла річки, а також з меліоративного каналу, який відводить поверхневі і ґрунтові води з осушуваних угідь, розташованих вище Заливок. Ця вода розподіляється по території системою прокладених нових або розчищених старих канав, які колись виконували зворотну функцію – осушення і водовідведення. Цими канавами вода частково надходить вглиб території, а частково просочується в ґрунт, зволожуючи при цьому торфові відклади.

Рис. Схема основних заходів з регулювання гідрологічного режиму з метою ренатуралізації заповідного урочища Заливки

У руслі каналу, який перетинає заповідне болотне урочище, влаштовано чотири водозатримувальні загати-переливки. Їхнє призначення – сповільнення течії у руслі і створення незначного підпору, завдяки якому збільшується фільтрування води з русла у грунтові води. Це сприяє незначному локальному підвищенню рівня ґрунтових вод і насиченню торфових шарів вологою.

Важливим у практичному відношенні наслідком гідрологічного регулювання і ренатуралізації болотного урочища є зменшення ризику займання торфового шару і сухостою у посушливі періоди, а отже й зменшення ризику виникнення лісових пожеж в заповіднику і його околицях.

**Висновки.**

1. Важливою передумовою успішної реалізації проектів ренатуралізації боліт і перезволожених угідь є районування меліорованих земель за технічним, гідролого-меліоративним та екологічним станами з метою визначення доцільності подальшої експлуатації, реконструкції систем, відновлення природних біоценозів, збереження земельних та водних ресурсів, в тому числі торфовищ.
2. Реалізація робіт в рамках проекту допоможе стабілізувати екологічну ситуацію та підвищити біопродуктивність осушених земель, суттєво знизити їх пожежонебезпеку. Ренатуралізовані землі будуть виконувати роль „коридорів безпеки" та „природних територій" в агроландшафтах, які забезпечать міграцію перелітних птахів та звірів. Водночас ці угіддя можуть бути використані в еколого освітніх програмах, прокладаючи через них так звані еколого-освітні стежки з дотриманням їхнього природоохоронного статусу тощо.
3. Успішна ренатуралізація болота дає перспективу прокладання освітньо-пізнавальних маршрутів, встановлення відповідної інфраструктури, розширення програми наукових досліджень і локального екологічного моніторингу.
4. Ренатуралізовані землі будуть виконувати роль „коридорів безпеки" та „природних територій" в агроландшафтах, які забезпечать міграцію перелітних птахів та звірів. Водночас ці землі можуть бути використані в господарських цілях для вирощування енергетичної лози, лози для лозоплетіння, отримання лікарської сировини, створення ягідників, вирощування ялинок та швидкорослої деревини тощо.

**Література**


1. *Водно-болотні угіддя України / За ред. Г.Б. Марушевського, І.С. Жарук. — Київ: Чорноморська програма Wetlands International, 2006. — 312 с.*
2. *Екологія водно-болотних угідь і торфовищ. Збірник наукових статей. // Головний редактор В. В. Коніщук. - Київ: ТОВ "НВП "Інтерсервіс", 2014. - 300 с.*
3. *Маслов Б. С., Минаев И. В. Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 271 с.*
4. *Екологічний моніторинг регіону: експертна оцінка стану і функціонування / За ред. д. геогр. н., дроф. І. Ковальчука. — Львів: Науково-видавничий центр "Опілля-Л", 2009. — 608 с.*
5. *Шворак А. М. Ренатуралізація земель, неефективних для господарського використання // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Р. І. Фізична географія. 15, 2010. — С. 32 – 35.*
6. *Шляхи покращання збереження торфових та інших боліт України / За ред. П.М. Царенка. – Київ: Техпринт. – 72 с.*

# ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОСУШНИХ СИСТЕМ У ПОЛІСЬКІЙ ЧАСТИНІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ: НАПРЯМКИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

***А. Михнович[1], О. Пилипович[1], І. Чікова[2], Г. Химочка[1]***
*[1]Львівський Національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна*
*[2]ТзОВ "Інститут "Гірхімпром", Львів, Україна*

# ECOLOGICAL STATE OF THE DRAINAGE SYSTEMS IN THE POLISSIA PART OF LVIV REGION: RESEARCH APPROACHES AND METHODS

***A. Mykhnovych[1], O. Pylypovych[1], I. Chikova[2], H. Khymochka[1]***
*[1]Lviv Ivan Franko National University, Lviv, Ukraine*
*[2] "Institute "Hirkhimprom", Lviv, Ukraine*

*The paper deals with the history of drainage systems and peatlands research with the aim of ecological state improving. The main directions and approaches are characterized. Recent ecological-hydromeliorative state of the drainage systems has been analyzed. Some trends and main features have been ascertained.*

**Вступ**

Осушення — це відведення зайвої води з ґрунту, створення в ньому сприятливого для рослин водно-повітряного режиму, один із видів меліорації, яка дає можливість освоювати болота, заболочені луки й пасовища, надмірно зволожені землі і підвищувати їхню економічну продуктивність.

Виходячи із сучасної практики осушення і в залежності від природних умов водного живлення заболочених і перезволожених земель, в Україні загалом і у поліській частині Львівщини зокрема, застосовується два основні способи осушувальних меліорацій:

1) осушення відкритими каналами, які відводять надлишок ґрунтових і поверхневих вод — застосовується при попередньому осушенні боліт, осушенні лісів, іноді сінокосів та пасовищ;

2) осушення закритим дренажем (регулююча мережа, дрени і закриті збирачі; колектори представлені у формі трубчастих водоводів) – технічно більш досконалі, довговічні, не заважають механізації польових робіт, дозволяють більш повноцінно використовувати осушені землі [3].

За характером надходження води у водоприймач осушувальні системи поділяються на:

- самопливні — вода надходить самопливом із території у водоприймач;
- польдерні — вода відводиться перекачуванням за допомогою насоса.

За відношенням регулюючої мережі до нахилу поверхні виділяють:

- поздовжні — дрени розташовуються перпендикулярно до горизонталей;
- поперечні — дрени розташовуються вздовж горизонталей.

За характером впливу на водний режим осушуваної території:

- однобічної дії — канали та інші споруди забезпечують тільки відвід води;
- двосторонньої дії — регулювання водного режиму відбувається шляхом затримки і перерозподілу в часі надлишкової води та поповнення запасів її ґрунті в посушливі періоди [3].

Головними методами осушення земель є:

- пришвидшення поверхневого та внутрішньоґрунтового стоку;
- зниження рівня ґрунтових вод;
- обгороджування і блокування притоку ґрунтових вод з водозбору;
- обгороджування ділянки і блокування від притоку з водозбору;

- зниження напірності води в артезіанських водоносних горизонтах;
- захист від затоплення водами річок, озер, водосховищ, і регулювання термінів і тривалості затоплення території.

Через різноманіття природних умов і причин надлишкового перезволоження земель лише в деяких випадках вдається досягнути необхідного осушення лише одним методом, тому часто комбінують декілька методів осушення при змішаному типі водного живлення. Особливо це стосується заплавних земель, водно-повітряний режим яких формується з під впливом багатьох чинників.

Сучасні наукові розробки в меліоративній гідрогеології, у зв'язку з відсутністю меліоративного будівництва, пов'язані переважно з екологічним напрямком, боротьбою з підтопленням, а на переосушених — землях водною ерозією, дефляцією, деградаціїєю торф'яних ґрунтів і торфовищ, аридизації земель, зменшення їх родючості, змінами видового складу біотопів, збіднення біорізноманіття та іншими шкідливими і негативними процесами.

Водночас існує потужна науково-методична база для оцінки стану меліорованих земель, районування земель за гідрогеолого-меліоративним та еколого-географічним та екологічним станом, для визначення доцільності подальшої експлуатації або реконструкції систем, або ж доцільності відновлення природних біоценозів, заповідної справи, збереження земельних та водних ресурсів, в тому числі торфовищ [1 – 6].

**Коротка історія осушувальної меліорації у поліській частині Львівської області**

Історія розвитку водного господарства і меліорації земель у Львівщини, починається з XVIII століття. Виділяють три етапи в історії меліорації Львівської області — австрійський, польський, радянський та український, які характеризуються різними масштабами проведених робіт та рівнем досконалості споруджуваних об'єктів.

Львівщина з найдавніших часів була об'єктом широких меліоративних перетворень. Архівні та літературні джерела свідчать, що спершу вони проводилися за допомогою відкритих каналів та агромеліоративних заходів (вузькозагінна оранка, борознування, грядкування) і мали локальний характер. Першим масивом, осушеним відкритою мережею каналів, була долина р. Яричівка (притока р. Полтва) від с. Гряди до с. Яричів. Проекти з регулювання р. Західний Буг з притоками було опрацьовано австро-угорськими технічними органами у 1846, 1862, 1878 роках [4].

На початку XIX століття меліорації відкритою мережею каналів проводилися переважно у маєтках великих землевласників. їх проектували і керували будівництвом інженери товариств культивування сільськогосподарських луків або Крайового господарства.

Із середини XIX ст. на Малому Поліссі почали проводити меліоративні роботи з регулювання стоку річок, осушення перезволожених земель з використанням відкритої дренажної мережі. В цей же час для осушення перезволожених земель на Львівщині почали застосовувати гончарний дренаж. Осушення ґрунтів гончарним дренажем проводили переважно на землях великих і заможних власників, на землях фільварків. Віддаль між дренами визначалась за результатами гранулометричного аналізу ґрунтів. Осушувальні роботи супроводжувались дослідженням режимів і властивостей ґрунтів. Враховувались також поправки на вміст у ґрунтах кальцію і заліза.

У 1857 році в життя увійшов австрійський Водний кодекс, який дав можливість в Галичині організовувати водні і меліоративні спілки для виконання робіт, які були запроектовані державними технічними установами. Згідно

прийнятого закону про меліорацію (1884 рік) започатковується широкий розвиток робіт з регулювання річок і меліорації земель [4].

У 1879 році, згідно з ухвалою Галицького Сейму, у Львові було засноване Крайове Бюро Меліорації, в обов'язки якого входили координацієя меліоративних робіт у Галичині, розв'язання стратегічних питань меліорації земель та протипаводкового захисту території, проектування та супроводження будівництва. Воно було першим піонером, а потім опорою науково-обґрунтованого проведення регулювання річкових басейнів та меліорації земель.

За ініціативою Крайового Бюро меліорації у 1884–1894 роках були складені проекти меліорації верхів'я річок Західний Буг, Стир, Гнила Липа. Методи осушення заплав у басейнах верхів'я Західного Бугу, Стиру і Гнилої Липи в цей період зводилися, переважно, до регулювання річок-водоприймачів і їхніх допливів. Ці заходи передбачали зменшення тривалості літньо-паводкового затоплення.

До складу проектів меліорації басейнів входили три взаємопов'язані види робіт: осушення території, замулення та кольматація торфовищ, регулювання річок-водоприймачів та захист території від повеней і паводків.

На кінець XIX ст. припадають і перші дослідні роботи, які пов'язані з проблемою меліорації земель, особливо вивченням впливу осушення на прилеглі території. Такі дослідження були проведені інженером Я. Блаутгом на дослідних ділянках у басейнах річок Стир (1897 – 1898 роки) і Західний Буг (1900 – 1903 роки).

В міжвоєнний період (1919–1939 роки) з великих меліоративних систем збудовані Ново-Яричівська (7,87 тис. га) та Білостоцька (5,26 тис. га). У 20–30 роках XX століття проводились як відновлювальні роботи на водогосподарських об'єктах, так і продовжувалося будівництво незавершених, і створення нових. В тому числі було добудовано незавершені австрійською адміністрацією системи: "Болотню" (7,41 тис. га) та Полтвинську (6,49 тис. га). Осушення проводилося переважно в заплавах річок за допомогою відкритої мережі каналів. Воно призначалося на прискорення відведення повеневих вод для покращених сінокосів.

У 1939 році в адміністративному відношенні водне господарство і меліорація земель були підпорядковані відділу земельних ресурсів Львівського облвиконкому. Було започатковано роботи з інвентаризації меліорованих земель і гідротехнічних споруд, складанню їхнього кадастру та узагальненню накопиченого досвіду меліоративного освоєння заболочених і перезволожених земель [4].

У 1954 р. було утворено Обласне управління водного господарства (Облводгосп). У 60-х роках XX століття меліоратори розпочали будівництво великих меліоративних систем з відкритою мережею каналів у басейнах річок Західного Бугу і Стиру. На цей час в країні була розроблена методика інженерного розрахунку гідрологічної дії осушувальної мережі каналів. У 60-х роках XX століття розпочались широкомасштабні осушувальні меліорації і на Малому Поліссі, які супроводжувались детальними дослідженнями ґрунтового покриву ділянок, відведених під осушення. Ґрунтові обстеження під проекти осушувальних меліорацій, пов'язані з детальним вивченням фізичних, фізико-хімічних, водно-фізичних властивостей ґрунтів, виконувались спеціалістами Львівського філіалу інституту "Укрдіпроводгосп", Рівненського інституту інженерів водного господарства, Львівського державного сільськогосподарського інституту, Львівського державного університету імені Івана Франка, Львівської гідрогеолого-меліоративної експедиції.

Гідрологічні та гідрогеологічні спостереження здійснюються у всіх

природних районах Малого Полісся, тут створюється і функціонує мережа опорних свердловин. Результати досліджень фізичних і водно-фізичних властивостей ґрунтів висвітлено у монографіях і наукових статтях Б.І. Козловського, Й.М. Білоуса, К.П. Терещенка, В.М. Бурдана, Н.Є. Когута та інших.

На 80-ті роки XX століття припадає опрацювання нових підходів при проведені меліорації земель, пов'язаних з комплексним використанням і охороною водних і земельних ресурсів. Прикладом наукового обґрунтування водогосподарських проблем є "Схема комплексного використання водних і земельних ресурсів Львівської області", розроблена інститутом Львівдіпроводгосп у 1979 р.

На початок українського періоду розвитку меліорації, до 1992 року на Львівщині була здійснена широка програма меліорації земель. Площа осушуваних земель досягла подвоїлася у порівнянні з довоєнним періодом. Відкриття у 1993 р. кафедри географії ґрунтів у Львівському державному університеті імені Івана Франка, яку очолив доктор географічних наук, професор С.П. Позняк, дало початок новому етапу досліджень ґрунтів. Разом з прикладними дослідженнями, почали виконуватись науково-дослідні роботи, пов'язані з вивченням генези ґрунтів Малого Полісся, їхніх морфогенетичних особливостей, деградаційних процесів у ґрунтах, трансформації властивостей ґрунтів під впливом меліорації та будівництва магістральних трубопроводів тощо.

Станом на 01.01.2009 року найбільшими осушувальними системами досліджуваної території, як і області загалом, були Верещицька (19,1 тис. га), Желдецька (16, 3тис. га), "Солокія" (16,2 тис. га), та інші [4].

Сучасний український етап, загалом, намагається забезпечувати узгодження водогосподарського будівництва і діяльності з потребами охорони природи та організацією підготовки до переходу на басейновий принцип управління водними ресурсами згідно з вимогами основних положень Водної Директиви ЄС [2].

Заболочені і перезволожені землі в деяких районах і господарствах поліської зони Львівщини займають від 80 до 90%. Вони поширені як окремими розрізненими ділянками серед суходільних земель, так і суцільними масивами в річкових басейнах. На сьогоднішній день більшість осушувальних систем опинилися в незадовільному технічному стані, стрімко втрачають, або вже втратили свої стокорегулювальні властивості і, як наслідок — своє сільськогосподарське значення.

**Сучасний стан осушувальних систем і проблеми їхньої експлуатації**

Передумовами осушувальних меліорацій на Малому Поліссі була висока потенційна родючість заболочених та перезволожених ґрунтів, відносно сприятливий температурний режим для основних видів зернових, кормових культур, коренеплодів, але дещо надмірна кількість атмосферних опадів в умовах слабкої природної дренованості території. Найбільш високу потенційну родючість мають торф'яно-болотні ґрунти, дернові заболочені і дерново-карбонатні заболочені ґрунти [4].

Природні умови водного живлення заболочених і перезволожених земель у цій частині Львівщини зумовили застосування двох основних способів осушувальних гідротехнічних меліорацій: осушення відкритими каналами, які відводять надлишкові ґрунтові води і осушення горизонтальним закритим дренажем з метою прискорення відведення з ґрунту надлишкової вологи атмосферних опадів. Найбільше меліорованих земель розташовано в басейні р. Західний Буг, загальна площа яких становить біля 260 тис. га, або 50% від всієї площі осушення області [4].

Безумовно, в багатьох випадках, проведені осушувальні меліорації були недосконалими, що призводило до того, що місцями ґрунти переосушувалися, або в недостатній мірі осушувалися. Як наслідок, виникали низки екологічних проблем. Подекуди мало місце осушення і введення в експлуатацію потенційно малородючих земель, яких взагалі не потрібно було осушувати. Великим недоліком була некомплексність меліорації — відсутність оптимізації реакції ґрунтового середовища та будівництва інфраструктури, пов'язаної з освоєнням меліорованих земель. Дуже малу частку займала найефективніша технологія меліорації — з двостороннім регулюванням водно-повітряного режиму (всього 6,8 % земель).

Меліоровані землі — це цілий господарський комплекс. Вартість меліоративного фонду, який знаходиться на балансі Обласного управління водних ресурсів у 2000-х роках становила 391,1 млн. грн. Удвічі більшою (832,1 млн. грн) була вартість меліоративного фонду, який перебуває на балансі у комунальній власності місцевих рад. Більшість меліорованих земель перестали приносити доходи, давали неповну віддачу [4].

Причини криються, передусім, у тому, що сьогодні меліоровані землі, як надійний і гарантований резерв виробництва сільськогосподарської продукції повною мірою не затребуваний і не залучений в сільське господарство. Внаслідок реформування агропромислового комплексу значно зросла кількість користувачів внутрішньогосподарського меліоративного фонду, змінилась структура господарювання. На державному рівні не вирішені правові та фінансові аспекти утримання та фінансування внутрішньогосподарських систем, які передані у комунальну власність. Держава також значно скоротила фінансові витрати на експлуатацію міжгосподарських систем. Недосконалими є чинна законодавча і нормативна бази з питань управління, контролю за використанням і охороною меліорованих земель, а також інвестиційно-кредитна система та відсутність мотивацій для залучення коштів у розвиток сільськогосподарських меліорацій. У господарствах області послаблено увагу до меліорованих земель взагалі. Догляд за внутрішньогосподарською мережею каналів, як і проведення на них експлуатаційних та ремонтних робіт з вини деяких власників та землекористувачів відсутні, що привело в багатьох випадках до погіршення водно-повітряного режиму земель і родючості ґрунтів.

Характерною ознакою сучасного землеробства на меліорованих землях Львівщини є скорочення посівних площ і формування на орних землях забур'янених перелогів.

За результатами кислотного обстеження, яке проводить гідрогеолого-меліоративна служба, на осушуваних ґрунтах спостерігається посилення процесів їх підкислення. Особливо різке збільшення площ кислих ґрунтів спостерігається у їх опідзолених відмінах. Основною причиною підкислення ґрунтів (зниження їх водневого показника (pH) сольової витяжки) є відсутність вапнування та внесення фізіологічно кислих добрив, переважно азотних.

Ще однією характерною тенденцією є погіршення культуртехнічного стану земель — внутрішньогосподарські системи заросли бур'янами та чагарниками, що є результатом безгосподарського ставлення до меліорованих земель. На меліорованих землях припинилося проведення агромеліоративних та агротехнічних заходів, внесення у відповідних дозах мінеральних та органічних добрив.

Неповна віддача осушуваних земель зв'язана також з тим, що у меліоративному фонді є значна кількість технічно-несправних систем, які не забезпечують водорегулюючі функції і не дають змоги оперативно управляти водно-повітряним режимом ґрунтів, вимагають реконструкції та модернізації,

доцільність яких потребує детального наукового та економічного обґрунтування. Таке обґрунтування можливе виключно внаслідок детальних і комплексних досліджень сучасного стану осушувальних меліоративних систем, першим кроком яких має бути детальна інвентаризація цих об'єктів.

**Меліоративний стан осушувальних систем Малого Полісся**

Питанням дослідження і поліпшення стану осушувальних систем займалося багато вчених, зокрема К.П. Терещенко (1969), В.Е. Алексієвський (1980), Б.І. Козловський (1987–2005). Вплив меліорації на довкілля також описаний у працях Б.С. Маслова (1977, 1985), І.В. Мінаєва (1985), Б.І. Козловського (1987) та ін [4].

Характерною особливістю цього регіону є чергування долин уповільненого стоку річок поліського типу, зокрема Західного Бугу та Стиру (басейн Вісли і Дніпра) та їхніх допливів з плоскими заболоченими денудаційними плакорами, складеними делювієм крейди і перекритими алювіально-зандровими пісками та супісками, а також органогенними відкладами (торфами) різної потужності.

Перезволоження спричинили малі ухили поверхні, корінні мергелево-крейдові відклади, які мають низькі фільтраційні властивості, фізико-хімічний стан ґрунтів.

На території Малого Полісся розташовані три еталонні осушувальні системи — "Солокія", Болодурська та Недільчинська. Ці еталонні осушувальні системи є пунктами фонового моніторингу, які забезпечують одержання комплексної екологічної інформації про меліоративний стан осушуваних земель [4].

Меліоративний стан осушуваних земель — категорія техногенна. Він відображає стійкі взаємовідношення сукупного впливу комплексу чинників, що характеризують її специфіку, і дають змогу оцінити ступінь придатності осушуваних земель для задоволення потреб сільськогосподарського виробництва. Оцінювання стану виконується шляхом порівняльного аналізу фактичних його параметрів з оціночними критеріями.

**Коротка характеристика еталонних осушних систем Малого Полісся**

Осушувальна еталонна система *"Солокія"* розташована в межах зандрово-алювіальної рівнини басейну р. Рата північної частини Малого Полісся. Система була введена в експлуатацію у 1972 році. Реконструкція о/с проводилась у 1983–1989 рр. Загальна площа системи становить 16236 га. Відкритою мережею каналів осушено 8481 га, гончарним дренажем — 7755 га. Двобічне регулювання водного режиму виконано на землях площею 2874 га. Джерело забезпечення водою цих земель є р. Солокія (вона також є і головним водоприймачем). Загальна довжина магістралей осушення становить 6147 км, в тому числі закрита осушувальна мережа 5562 км, відкрита осушувальна мережа 584 км.

Структура земельних угідь цієї осушувальної системи така: рілля – 4396 га, багаторічні насадження – 31, пасовища – 4 546, сінокоси – 6 476; інші землі – 787 га.

Близько 42% території зайнято торфовищами, 22 – мінеральними ґрунтами, що сформувалися на зандрових пісках. Решту території займають ґрунти, які утворились на супісках і суглинках.

Спостереження за рівнем ґрунтових вод проводиться на 52-х свердловинах і здійснюється Львівською гідрогеолого-меліоративною експедицією. Система працює в основному на осушення через відсутність шлюзів-регуляторів.

Меліоративний стан осушувальної системи "Солокія" 50 – 60 % площі характеризувався, як сприятливий. Площа на якій спостерігається сприятливий

меліоративний стан збільшилася за рахунок розчищення меліоративних каналів. Незадовільний меліоративний стан спостерігається на 1,6 території осушувальної системи. Це в основному території на яких спостерігаються суфозійні процеси що утворюються внаслідок видобутку вугілля у шахтах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну.

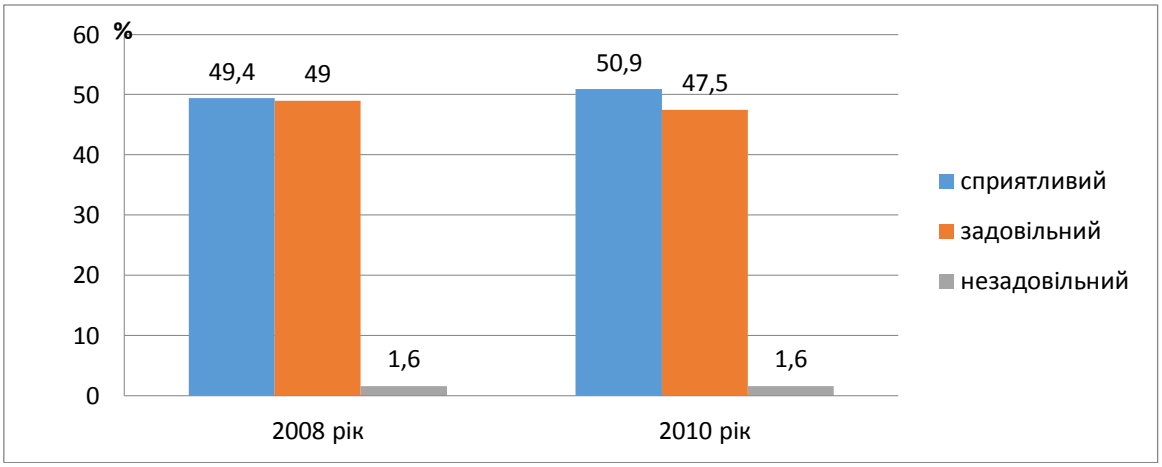



Рис 1. Меліоративний стан еталонної осушної системи Солокія.

*Болодурська* осушувальна еталонна система локалізована в межах Бродівської зандрово-алювіальної рівнини, північно-східної, найбільше зволоженої частини Малого Полісся. Головний водоприймач — р. Болодурка.

Площа осушувальної системи становить 3869 га. Відкритою мережею осушено землі на площі 2706 га. Гончарний дренаж побудований на площі 1163 га. На 707 га застосовано двобічне регулювання водного режиму. Джерело зволоження — р. Болодурка.

Система складена, головно, торфами — 2507 га (61%). Супіщані та піщані ґрунти займають площу 1315 га (34%), суглинкові — 193 га (5%) території. Структура земельних угідь цієї осушувальної системи така: рілля — 581 га, багаторічні насадження — 15, пасовища — 1031, сінокоси — 1425, інші землі — 817 га.

*Недільчинська* осушувальна еталонна система розташована в південній частині Малого Полісся — Пасмовому Побужжі. Рельєф цієї території характеризується чергуванням плакорних підвищених пасм з долинами сповільненого стоку поліського типу. Перезволоження території спричинене близьким до поверхні заляганням дзеркала ґрунтових вод, а також значним впливом силового стоку з делювіальних пасм. Осушувальна система складена на 40% торфами, чверть яких похована або сильно замулена. Суглинкові ґрунти поширені на 60% території.

Площа осушувальної системи становить 1767 га. Гончарним дренажем осушено землі площею 967 га, решту осушено відкритою мережею. Двобічне регулювання водного режиму проведено на площі 762 га.

Еколого-меліоративна ситуація на системах задовільна. Стан меліоративної системи, головно, сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур.

Ґрунтові води на всіх осушувальних системах переважно залягають на глибині 0,75–1,50 м.

Таблиця 1. Характеристика метеорологічних умов на еталонних осушувальних системах Малого Полісся

| Показники | Еталонна система | | |
|---|---|---|---|
| | “Солокія” | Недільчинська | Болодурська |
| Сума атмосферних опадів, мм/рік | 651 | 593 | 690 |
| Середня температура повітря, $^{o}C$ | 7,7 | 8,1 | 8,0 |

Таблиця 2. Розподіл площ осушувальних систем території Малого Полісся (за даними Львівської ГГМЕ)

| Показники | Еталонна система | | |
|---|---|---|---|
| | “Солокія” | Недільчинська | Болодурська |
| Площа, га | 16 236 | 1 767 | 3 869 |
| За глибиною залягання рівня ґрунтових вод, % | | | |
| < 0,5 м | 0,13 | 0,20 | 0,23 |
| 0,5–0,75 м | 25,57 | 3,40 | 13,13 |
| 0,75–1,25 м | 38,20 | 44,40 | 48,06 |
| 1,25–1,50 м | 26,79 | 23,70 | 39,89 |
| 1,50–1,75 м | 9,18 | 20,9 | 6,43 |
| 1,75–2,00 м | 0,10 | 7,00 | 1,03 |
| 2,00–3,00 м | - | 0,10 | 0,23 |
| За ступенем кислотності ґрунтів pH, % | | | |
| Лужні (pH >6,5) | 54,10 | 92,70 | 51,70 |
| Нейтральні (pH 5,5–6,5) | 33,25 | 7,30 | 25,80 |
| Кислі (pH < 5,5) | 12,65 | - | 22,50 |
| За вологозапасами в кореневмісному 0,5 м шарі ґрунту, % | | | |
| Оптимальні | 90,51 | 58,10 | 92,06 |
| Недостатні | 9,24 | 23,80 | 7,70 |
| Надмірні | 0,25 | 18,10 | 0,24 |
| За меліоративним станом, % | | | |
| сприятливий | 37,88 | 44,00 | 92,07 |
| задовільний | 62,00 | 55,90 | 7,70 |
| незадовільний | 0,22 | 0,10 | 0,23 |

На сьогоднішній день водогосподарські питання, пов’язані з експлуатацією і обслуговуванням осушних систем Львівщини перебувають в компетенції районних управлінь осушних систем (УОС), які є структурними одиницями Обласного управління водних ресурсів. Зокрема, осушні меліоративні системи на території Жовківського району перебувають у віданні Жовківського УОС, Сокальського району — Сокальського УОС, Кам’янка-Бузького і Радехівського районів — Кам’янка-Бузького УОС, Буського району — Буського УОС, Золочівського і Бродівського районів — Золочівського УОС, Пустомитівського району — Пумтомитівського УОС.

Режимні спостереження на свердловинах, що перебувають на балансі районних управлінь осушувальних систем (874 од.) до початку 90-х років здійснювали силами Львівської гідрогеолого-меліоративної експедиції, проте внаслідок відсутності необхідного обсягу фінансування їх припинено. За даними

ЛГГМЕ, понад 2/3 цих свердловин виведено із ладу і потребує капітального ремонту чи перебурювання.

Сьогодні спостереження ведуться ЛГГМЕ лише у межах 11-ти еталонних меліоративних систем, 3 з яких розташовані у поліській частині Львівської області. Крім охарактеризованих Солокії, Болодурської та Недільчинської, на прилеглій території розташовані також Гнила Липа, Ставчанська, Домажир.

Дані про мережу об'єктів моніторингу ЛГГМЕ наведено у таблиці 3, а перелік осушних систем в межах львівської частини Полісся — у таблиці 4.

Меліоративні системи знаходяться на балансі державної агенції водних ресурсів (Львівського обласного управління водних ресурсів). Спостереження фізичних та хімічних параметрів ґрунтів та вод в межах осушувальних систем проводиться Львівською гідрогеолого-меліоративною експедицією [4].

З 11 діючих еталонних систем у межах Волино-Подільського артезіанського басейну розташовано 7, а в межах Передкарпаття — 4.

Таблиця 3. Моніторингова мережа на еталонних меліоративних системах Львівської області

| № | *Назва еталонної системи* | *Кількість створів спостережень* | *Кількість свердловин* | | | | *Кількість точок відбору проб ґрунту* | | *Початок спостережень* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *1-й створ* | *2-й створ* | *3-й створ* | *Загальна кількість* | *Шур-фи* | *Прикопки* | |
| 1 | Болодурка | 2 | 10 / 7 | 11 / 9 | — | 21 / 16 | 2 | 2 | 1987 р. |
| 2 | Солокія | 3 | — | — | — | 52 / 40 | 3 | 3 | 1986 р. |
| 3 | Спасівка | 2 | 8 / 6 | 11 | — | 19 / 17 | 3 | 1 | 1986 р. |
| 4 | Вишня | 2 | 8 / 4 | 5 | — | 13 / 9 | — | 4 | 1987 р. |
| 5 | Гнила Липа | 2 | 4 / 3 | 12 / 11 | — | 16 / 14 | 1 | 3 | 1986 р. |
| 6 | Ставчанка | 2 | 16 | 7/5 | — | 23 / 21 | 1 | 3 | 1986 р. |
| 7 | Жижава | 2 | 9 / 7 | 11 | — | 20 / 18 | — | 4 | 1986 р. |
| 8 | Бистриця | 2 | 14 / 12 | 15 / 12 | — | 29 / 24 | 2 | 2 | 1986 р. |
| 9 | Болозівка | 3 | 7 | 9 | 11 / 10 | 27 / 26 | 2 | 4 | 1987 р. |
| 10 | Недільчина | 2 | 11 | — | 12 / 11 | 23 / 22 | 3 | 1 | 1986 р. |
| 11 | Домажир | 2 | 7 / 6 | 7/5 | — | 14 / 11 | — | 4 | 1986 р. |
| | Загалом | 24 | 94 / 79 | 88 / 78 | 23 / 21 | 257 / 218 | 17 | 31 | |

* Чисельник — загальна кількість свердловин; знаменник — у тім числі діючих.

Таблиця 4. Осушні системи в межах львівської частини Полісся

| ***№*** | ***Назва осушувальної системи*** | ***Район*** | ***Басейн*** | ***Загальна площа, га*** | ***Гончарний дренаж, га*** | ***Рік спорудження*** | ***Роки реконструкцій*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| 1 | Ново-Українська | Сокальський | З. Буг | 2818 | 1910 | 1965 | 1981–1987/1991 |
| 2 | Велико-Мостівська | Сокальський | З. Буг | 1344 | 1071 | 1965 | 1982–1987 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Нижньо-Бузька | Сокальський | З. Буг | 3450 | 3058 | 1965 | 1981–1984/1986 |
| 4 | Спасівка | Сокальський | З. Буг | 2490 | 570 | 1968 | 1978/86/89 |
| 5 | Гатківська | Сокальський | З. Буг | 1615 | 940 | 1971 | 1978/81 |
| 6 | Білостоцька | Сокальський / Радехівський | З. Буг | 9387 | 6649 | 1965–1972 | 1980–1984/ 1987–1989 |
| 7 | Солокія | Сокальський | З. Буг | 16236 | 7755 | 1972 | 1983–1989 |
| 8 | Болотня | Сокальський / Жовківський | З. Буг | 12243 | 6501 | 1975 | 1981–1984/ 1986–1992 |
| 9 | Рата | Сокальський / Жовківський | З. Буг | 5741 | 2560 | 1969–1971 | 1984/1986 |
| 10 | Желдецька | Сокальський / Жовківський / Кам'янка-Бузький | З. Буг | 16387 | 14337 | 1963–1967 | 1980–1984/ 1988–1991/1997 |
| 11 | Ракитнянська | Сокальський | З. Буг | 3440 | 2796 | 1968 | 1972/80/86 |
| 12 | Волицька | Жовківський | З. Буг | 747 | 640 | 1970 | 1980 |
| 13 | Мощанська | Жовківський | З. Буг | 5078 | 3297 | 1930 | 1970 |
| 14 | Скваряво-Сопошинська | Жовківський | З. Буг | 9842 | 7692 | 1965 | |
| 15 | Баландинська | Жовківський | З. Буг | 2699 | 2292 | 1957 | |
| 16 | Жовківська | Жовківський | З. Буг | 356 | 349 | 1961 | |
| 17 | Деревеньківська | Жовківський | З. Буг | 4747 | 3401 | 1958 | |
| 18 | Бутинська | Жовківський | З. Буг | 3142 | 1390 | 1960 | |
| 19 | Біла | Жовківський | З. Буг | 7432 | 5770 | 1960 | |
| 20 | Холоївська | Кам'янка-Бузький | З. Буг | 824 | 785 | 1975 | 1983/86/87 |
| 21 | Середньо-Бузька | Кам'янка-Бузький | | 5826 | 5740 | 1966 | 1989/91 |
| 22 | Батючка | Кам'янка-Бузький | | 1900 | 1892 | 1961 | 1973/77/82/ 83/95 |
| 23 | Горпинська | Кам'янка-Бузький | | 4848 | 4755 | 1986 | 1988/90/91 |
| 24 | Стрептівська | Кам'янка-Бузький / Буський | | 1238 | 1216 | 1968 | 1988/90/91 |
| 25 | Ракобовтівська | Буський | | 191 | 191 | | |
| 26 | Ріпнівська | Буський | | 1497 | 732 | 1971 | |
| 27 | Волицька | Буський | | 1270 | 129 | 1959 | |
| 28 | Побужано-Яблунівська | Буський | | 2695 | 2296 | 1958 | |
| 29 | Ракитнянська | Буський | | 2817 | 2378 | 1959 | 1979/82 |
| 30 | Слотвинська | Буський / Золочівський | | 6387 | 4951 | 1955 | 1987 |
| 31 | Думненська | Кам'янка-Бузький / Буський / Жовківський | | 3896 | 2705 | 1957-1961 | 1976/79/82/ 85/86/92 |
| 32 | Яричівська | Кам'янка-Бузький / Буський / Жовківський / Пустомитів | | 7339 | 4374 | 1966 | 1971/72/73/ 74/76/83/84/ 85/87/88 |
| 33 | Недільчинська | Жовківський | | 1767 | 969 | | |
| 34 | Білківська | Пустомитів | | 9803 | 6889 | | |
| 35 | Полтвинська | Буський / Золочівський / Пустомитів | | 12181 | 8684 | 1936 / 1956 | 1958/80/84/ 89 |
| 36 | Буг-Золочівська | Золочівський | | 2352 | 1100 | 1969 | 1980 |
| 37 | Куровицька | Золочівський | | 4426 | 3839 | 1972 | |
| 38 | Якторівська | Золочівський | | 2947 | 2650 | 1972 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39 | Гологірська | Буський / Золочівський | | 7453 | 6398 | 1954 - 1958 | 1976/89 |
| 40 | Верхньо-Бузька | Золочівський | | 1906 | 1021 | 1975 | |
| 41 | Золочівська | Золочівський / Буський | | 3616 | 2644 | 1965 | 1967/76/80 |
| 42 | Слонівська | Бродівський | | 2506 | 36 | 1971 | |
| 43 | Болодурська | Бродівський | | 3869 | 1165 | 1968 | |
| 44 | Острівська | Радехівський | | 4857 | 1777 | 1964 | 1971/74/76/ 86/88/89 |
| 45 | Верхів'я р. Пуста | Буський | | 3154 | 2685 | 1960 | 1987/88 |
| 46 | Чінизька | Буський | | 2924 | 1066 | 1959 | 1987 |
| 47 | Березівська | Кам'янка-Бузький / Радехівський/ Буський | | 2562 | 1347 | | |
| 48 | Покрова | Буський / Бродівський | | 4594 | 2580 | 1964 | 1968 |
| 49 | Заболотцівська | Бродівський | | 1331 | 1093 | 1970 | |
| 50 | Верхньо-Стирська | Бродівський / Буський | | 4445 | 713 | 1971 | 1977 |
| 74 | Лощівська | Радехівський | Стир | 980 | 822 | | |
| 77 | Вятина | Бродівський | Дністер | 452 | 178 | 1977 | |
| 78 | Радоставка | Радехівський / Бродівський / Буський | Стир | 2087 | 1340 | 1974 - 1975 | 1978 |
| 79 | Судилівська | Радехівський | Стир | 2543 | 1718 | 1975 - 1980 | 1982/84/85 |
| 81 | Кам'янська | Кам'янка-Бузький | З. Буг | 4405 | 4405 | 1977 | 1979/80/81/ 83/88 |
| 82 | Рудка | Радехівський | | 804 | 592 | 1976 | 1981/82/85 |
| 83 | Майданівська | Радехівський | | 1899 | 1344 | 1975 | 1978/80/84 |
| 86 | Глинянська | Золочівський | Дністер | 2505 | 2065 | 1980 | |
| 91 | Соколянська | Буський | | 461 | 439 | 1971 | 1988/89 |

Наступними етапами досліджень екологічного стану осушних систем у поліській частині Львівщини буде визначення екологічної та біологічної цінності угідь, ступеня біорізноманіття, рівня деградації і глибини антропогенної перетвореності біоценозів, а через них здійснюватиметься оцінка доцільності і можливості ренатуралізації конкретного ландшафту, угіддя і відновлення його біоценозу.

**Література**


1. Водно-болотні угіддя України / За ред. Г.Б. Марушевського, І.С. Жарук. — Київ: Чорноморська програма Wetlands International, 2006. — 312 с.
2. Екологія водно-болотних угідь і торфовищ. Збірник наукових статей. // Головний редактор В. В. Коніщук. - Київ: ТОВ "НВП "Інтерсервіс", 2014. - 300 с.
3. Маслов Б. С., Минаев И. В. Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 271 с.
4. Екологічний моніторинг регіону: експертна оцінка стану і функціонування / За ред. д. геогр. н., Проф. І. Ковальчука. — Львів: Науково-видавничий центр "Опілля-Л", 2009. — 608 с.
5. Шворак А. М. Ренатуралізація земель, неефективних для господарського використання // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Р. І. Фізична географія. 15, 2010. — С. 32 – 35.
6. Шляхи покращання збереження торфових та інших боліт України / За ред. П.М. Царенка. – Київ: Техпринт. – 72 с.

# ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ ЗМІНИ ЯКОСТІ ВОД В ДОЛИНІ РІЧКИ СОВИЦІ ЗАСТАВНІВСЬКОГО СПЕЛЕОКАРСТОВОГО РАЙОНУ ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ

***М.В. Наконечна, Т.В. Соловей, К.П. Наконечний***
*Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, географічний факультет, м. Чернівці*

# NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS CHANGES WATER QUALITY OF THE VALLEY SOVYTSYA ZASTAVNA SPELEOKARST AREAS PRUT AND DNISTER INTERFLUVE

***M.V. Nakonechna, T.V. Solovey, K.P. Nakonechnyi***
*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Geographical department, Chernivtsi city*

*Karst ecological situation is largely be caused by a high degree of human impact on the natural components of geosystems. Prolonged economic development promotes deep transformation of the valley Sovytsya Zastavna speleokarst areas Prut and Dnister interfluve. Karst landscape is characterized as specific, with a unique mode of migration and accumulation of natural and manmade chemical elements environment pollution which cover large areas, much wider than in other types of landscape.*

Дослідження гідрології карсту має велике наукове та практичне значення для вирішення низки важливих завдань, пов’язаних зі зміною хімічного складу і якості природних вод. Складна карстообумовлена екологічна ситуація значною мірою може бути спричинена високим ступенем антропогенного впливу на природні компоненти геосистем, освоєністю території, техногенним забрудненням. Під дією геохімічних процесів формуються специфічні за будовою, динамічні, інтразональні закарстовані ландшафти зі своєрідним природно-ресурсним потенціалом, умовами природокористування і життєдіяльності людини [2, 4].

На території Заставнівського спелеокарстового (СК) району Прут-Дністровського межиріччя розповсюджено змішаний тип карсту, де спостерігаються сульфатні та карбонатні породи (гіпси, ангідрити, вапняки). Основні закономірності поширення пов’язані з просторовим розповсюдженням вказаних гірських порід, потужністю покривних відкладів, ступенем і умовами їх водопроникності, взаємодією поверхневих і підземних вод з породами, що карстуються, а також впливом антропогенного чинника. Живлення вод, що беруть участь в карстогенезі, здійснюється, в основному, за рахунок атмосферних опадів, а також інфлюації дрібних водотоків. Області живлення розміщені переважно на припіднятих вододілах рік. Розгрузка вод відбувається в глибоких V-подібних і каньйоноподібних долинах [1].

Трансформуючим чинником сучасних карстових процесів є антропогенний вплив: порушення режиму природного водообміну в карстових товщах при розробці корисних копалин, при водозаборі, при створенні штучних водойм, забруднення природних вод продуктами господарської діяльності та інше. Антропогенна активізація карсту небезпечна, перш за все, вже з огляду на те, що посиленій і часто невідворотній денудації піддається базовий компонент ландшафту – літогенний. Це призводить до підвищення мінералізації вод у дренах – річках та водоймах, збільшення об'ємів підземних порожнин, посилення провалоутворення і загального погіршення інженерно-геологічної та екологічної ситуації, інших супутніх процесів і явищ, що продукують зростаючі масштаби

забруднення поверхневої та підземної гідросфери, так і природними факторами, які обумовлюють негативний вплив води окремих ділянок у зв'язку із незбалансованістю її хімічного складу.

У структурі водного фонду Заставнівського СК Прут-Дністровської агломерації внутрішні води складають у середньому 5% території, переважна більшість це природні водотоки (річки та струмки), зокрема у басейні р. Прут це р. Совиця та р. Совиця Кіцманська, а у басейні р. Дністер це р. Чорний Потік. На даних річках, а особливо на р. Совиці, сформовані штучні зарегульовані водойми (ставки), де інтенсивно розвиваються рибні фермерські господарства. У басейні р. Совиці 80-90% території водного фонду складають штучні водойми.

Більшість населених пунктів даного району (98%) не має централізованого водопостачання, водовідведення та очистки стічних вод, що є потенційно-небезпечним явищем на майбутнє і може призвести до небезпечних наслідків. У результаті приватизації та роздержавлення в області безгосподарними залишено велику кількість свердловин, які є джерелами водопостачання об'єктів агропромислового комплексу, інших підприємств. Ставки та штучні водойми мають зарегульований характер.

Багато недоліків допускається в питанні дотримання вимог господарювання в прибережних захисних смугах та водоохоронних зонах водних об'єктів. В районі гострою проблемою постає питання про упорядкування сміттєзвалищ. Офіційно за даними санітарно-епідеміологічної служби вони займають площу 54.5 га, з них 30 % - це закарстована місцевість. У таких селах як Задубрівка, Звенячин, Йосипівка, Прилипче і Хрещатик сміттєзвалища взагалі відсутні, що призводить до збільшення кількості стихійних сміттєзвалищ.

Наявність в ландшафтному субстраті порожнин і їх висока водопроникність утворює передумови для поглинання атмосферних і поверхневих вод. Води, які циркулюють в карстовому ландшафті мають специфічний хімічний склад. Внаслідок взаємодії з розчинними породами карстові води відрізняються підвищеною (більше 0,5 г/л) мінералізацією, а особливо у випадку сульфатних порід ( 2-3 г/л).

Поверхневі води (водотоки й стави ) басейну р. Совиці мають порівняно високу мінералізацію - у середньому (із 30 проб) 0,85 г/дм$^3$, тоді коли на окремих ділянках із значним ризиком карстоутворення простежується мінералізація – 1,6-1.8 г/дм$^3$, що пов’язано з активізацією карсту в сучасний період [3]. Сульфатна агресивність достатньо висока (*Sig* = -1,4 при варіаціях від –2,10 до –0,95) та характеризується переважно як слабо та середньо агресивна. Найвища мінералізація води та понад нормативний вміст сульфат-іонів (700-1000 мг/дм$^3$) зафіксовано в селах Борівці та Кисилів (рис. 1).

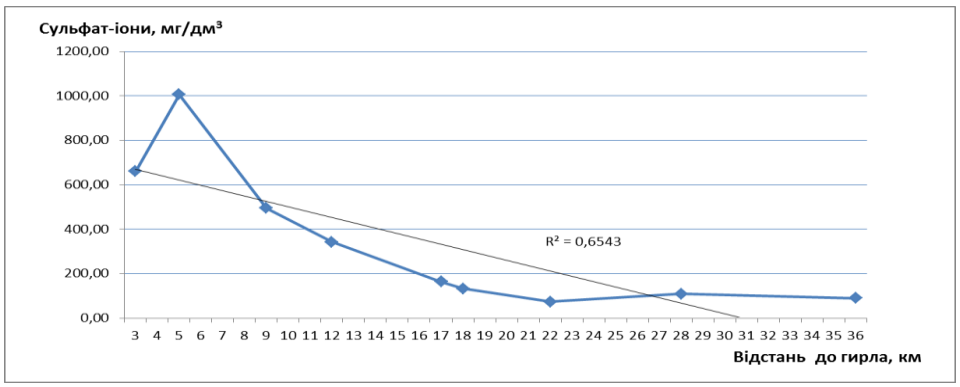



Рис. 1. Залежність вмісту сульфат-іонів у р. Совиці від витоку до гирла

Важливим аспектом впливу карсту на річкову мережу є зміни гідрохімічних характеристик природних вод. На ділянці перетину річок карстових

областей суттєво (в 5 разів) підвищується мінералізація річкових вод. Зростає іоний стік і показники хімічної денудації. В залежності від літологічного складу карстуючих порід води набувають того чи іншого хімічного складу (гідрокарбонатно-кальцієвого, сульфатно-кальцієвого, хлоридно-кальцієвого та ін.) (рис. 2).

Найбільше піддаються карстоутворенню ділянки сульфатного карсту, з порушеним режимом природного водообміну, хімічних і термічних умов карстоутворення. Тут широко розвинуті процеси провалоутворення, просідання, деформації поверхні разом з несучими спорудами. Найсильніший вплив тут відчувають гідротехнічні споруди (фільтрація вод, втрати запасів) і сільськогосподарські угіддя (ерозійний змив в карстові низовини), заболочення карстових форм, рідше – просідання та провали.

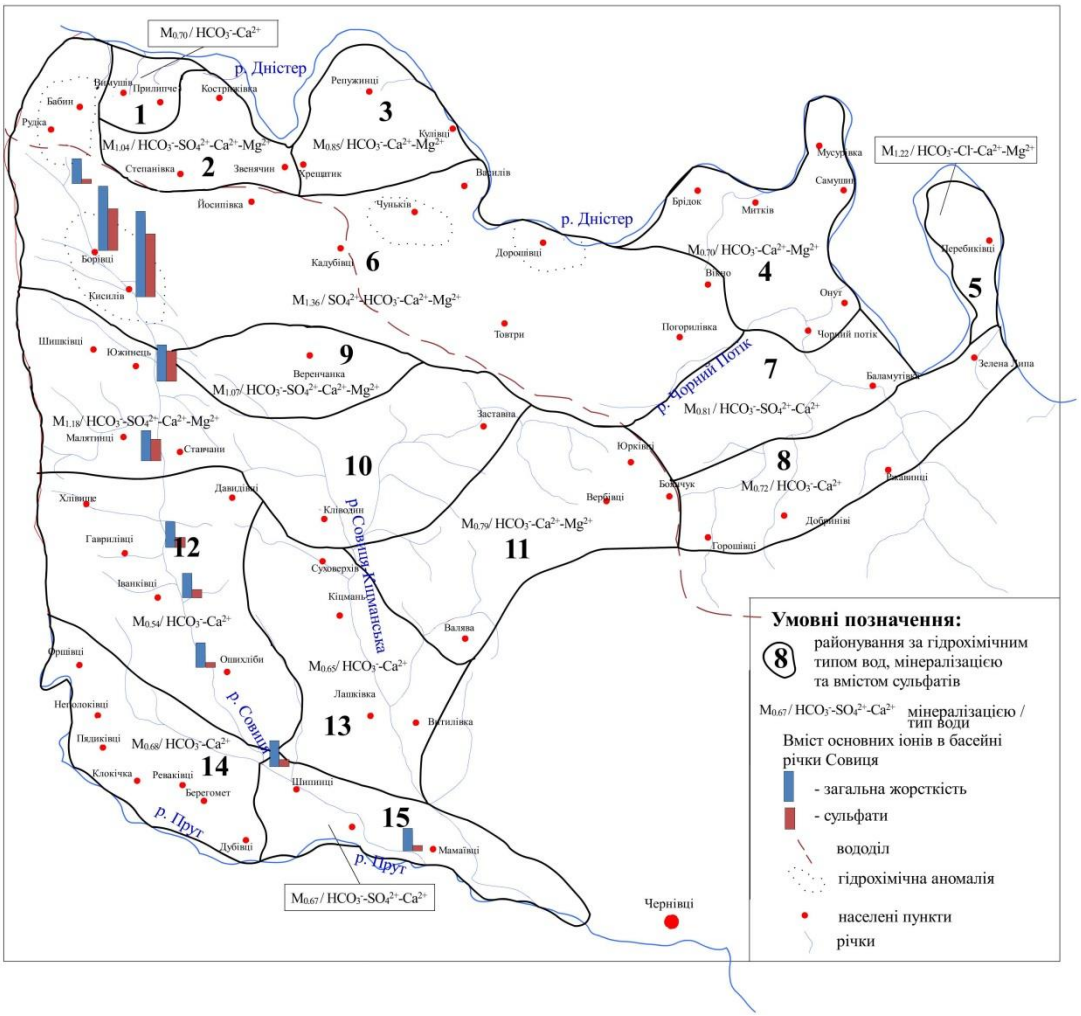



Рис. 2. Гідрохімічне мікрорайонування та склад вод у Заставнівському спелеокарстовому районі Прут-Дністровського межиріччя

За показниками якості невідповідність прослідковується за показником загальної жорсткості та вмістом сульфатів. У 80% пробах води вміст нітратів не відповідав санітарним вимогам, що свідчить про значне антропогенне навантаження на води закарстованих річкових басейнів.

Природні води у Заставнівському СК районі належать до незахищених або умовно захищених. За даними дослідження ці води майже скрізь забруднені. На фоні загальної природної зональності складу поверхневих вод, яка продовжує зберігатися, відчутні зміни в гідрохімічні процеси вносять антропогенні фактори: використання засобів хімізації земель, формування значних обсягів твердих і рідких відходів, забруднення ландшафтів у межах виробничих комплексів. На

карст впливають сільськогосподарські роботи, лінії електропередач, залізничні та автомобільні дороги, комунікаційні споруди та водопроводи, об'єкти громадського та промислового будівництва, гідротехнічні споруди, а також загальне забруднення повітря та ґрунтів речовинами, що підвищують агресивність вод.

Тривале господарське освоєння і відчутна ранимість даних територій сприяє глибокому їх перетворенню. Закарстований ландшафт характеризується як специфічне, зі своєрідним режимом міграції та накопичення природних і техногенних хімічних елементів, середовище, яке в результаті активного використання зазнає значного перетворення, а забруднення поширюється на значні території та значно ширше ніж у інших типах ландшафту.

***Список використаних джерел:***

*1.Звіт про інженерно-геологічне довивчення території Чернівецької, Івано-франківської, Тернопільської та частково Закарпатської областей з метою геологічного обгрунтування протизсувних заходів та геологічного забезпечення УІАС НС / ред.: З. Фик ; ДГС Національна акціонерна компанія "Надра України" Дочірнє підприємство "Західукргеологія" — Львів, 2006. — 60 с.*

*2.Коржик В.П. Карст і печери Буковини. Проблеми моніторингу, охорони і використання / Коржик В.П.. – Чернівці: Зелена Буковина, 2007. – 304 с.*

*3. Наконечна М.В. Хімічний склад та якість підземних вод Заставнівського спелеокарстового району Прут-Дністровського межиріччя / М.Наконечна, Т.Соловей, К.Наконечний // Матеріали п'ятнадцятої Міжнародної науково-практичної конференції «Ресурси природних вод Карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання», (м. Львів, 26-27 травня 2016 р.). - Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2016. – С.105-108.*

*4. Проскурняк М.М. Просторова організація ландшафтного різноманіття Прут-Дністровського межиріччя (на прикладі трансекти Кострижівка - Лужани) / М.М. Проскурняк // Річкові долини: Природа, ландшафти, людина. Збірник наукових праць. – Чернівці – Сосновець: Рута, 2007. – С 185 – 193.*

*5. Maryna Nakonechna, Konstantyn Nakonechny, Tetiana Solovey Sklad chemiczny i jakosc wod w krasowej zlewni rzecznej (na przykladzie aglomeracji Prut-Dniestrzanskiej) / M.Nakonechna, K. Nakonechny, T. Solovey // Monografie komitetu gospodarki wodnej polskiej akameii nauk. Warszawa, 2016. – P.265-277*

# ДЕРЖАВНА ПІДТРИМКА ІННОВАЦІЙ У СФЕРІ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

***О.Ф. Паладченко***

*Український інститут науково-технічної експертизи та інформації, м. Київ*

# GOVERNMENT SUPPORT FOR INNOVATION IN NATURE AND RATIONAL ENVIRONMENTAL PROTECTION

***O.F. Paladchenko***

*Ukrainian institute for scientific and technical expertise and information, Kyiv*

***Резюме***. *Сфера раціонального природокористування та охорони навколишнього природного середовища для реалізації екологічних завдань потребує інноваційного підходу та державної підтримки.*

***Resume.*** *The scope of environmental management and environmental protection for the implementation of environmental challenges requires innovative approaches and state support.*

Стабілізація і поліпшення стану навколишнього природного середовища України шляхом інтеграції екологічної політики до соціально-економічного розвитку, впровадження екологічно збалансованої системи природокористування та збереження природних екосистем є метою Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року, затверджених Законом України № 2818-VI від 21.12.2010 р. [1]. Вирішення завдань екологізації потребує інноваційного підходу та державної підтримки реалізації відповідних заходів для забезпечення використання сучасних екологічно чистих, безпечних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, виробництва та реалізації нових видів конкурентоздатної продукції. [2]. Одним із основних принципів державної інноваційної політики є визначення державних пріоритетів інноваційного розвитку, зокрема, щодо раціонального природокористування та охорони навколишнього природного середовища. Так, Законом України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" серед семи стратегічних пріоритетів на 2011-2021 рр. затверджено напрям 6 "Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища" [3], у рамках якого для поетапної реалізації постановою Кабінету Міністрів України від 12.03.2012 р. № 294 затверджено п’ять середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2012-2016 рр.:

6.1. Застосування технологій раціонального надро- та землекористування.

6.2. Впровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення.

6.3. Застосування технологій замкненого циклу, технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів.

6.4. Застосування технологій поводження з радіоактивними відходами та зменшення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище.

6.5. Застосування технологій зменшення шкідливих викидів та скидів. [4].

Для забезпечення впровадження інноваційних пріоритетів здійснюється державна фінансова підтримка і моніторинг їх реалізації головними розпорядниками бюджетних коштів, який запроваджено зазначеною постановою та здійснюється УкрІНТЕІ.

Як свідчать результати проведеного за 2012-2015 рр. моніторингу, у 2015 р., як і за весь період, фінансувалися всі п’ять середньострокових пріоритетів.

Обсяг фінансування середньострокових пріоритетів за 2012-2015 рр. становив 38857,69 тис. грн. (63,7% від обсягу фінансування стратегічного

пріоритету та 8,0% від загального обсягу фінансування середньострокових пріоритетів за цей період), з яких у 2015 р. – 17784,92 тис. грн. або 45,8%, що становить 54,4% від обсягу фінансування стратегічного пріоритету та 128,3% порівняно з 2014 р. і з часткою 12,8% у загальному обсязі фінансування середньострокових пріоритетів за 2015 рік.

Переважну частину профінансованих у 2015 р. коштів спрямовано за середньостроковим пріоритетом 6.1. Застосування технологій раціонального надро- та землекористування (15459,50 тис. грн.. або 86,9%).

Найменше фінансування (18,16 тис. грн. або 0,1%) було за напрямом 6.3 Застосування технологій замкненого циклу, технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів. Також незначні обсяги коштів виділено за напрямами 6.2. Впровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення (564,10 тис. грн.. або 3,2%) і 6.5 Застосування технологій зменшення шкідливих викидів та скидів (684,06 тис. грн.. або 3,8%).

Загалом, за період 2012-2015 рр. фінансова підтримка здійснювалася щорічно за всіма середньостроковими пріоритетами зазначеного стратегічного напряму, при цьому найбільша частка коштів, як і в 2015 році, спрямована за напрямом 6.1 (29722,84 тис. грн.. або 76,5%), найменша – за напрямом 6.3 (1191,97 тис. грн.. або 3,1%).(табл..).

Таблиця

Державна фінансова підтримка середньострокових пріоритетів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня за стратегічним пріоритетним напрямом "Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища" у 2012-2015 рр.

тис. грн.

| **Середньострокові пріоритети** | **Роки** | | | | **Усього за 2012-2015** | **Част-ка, %** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** | | |
| 6.1 Застосування технологій раціонального надро- та землекористування | 589,00 | 2553,50 | 11120,84 | 15459,50 | 29722,84 | 76,5 |
| 6.2 Впровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення. | 355,82 | 99,80 | 603,40 | 564,10 | 1623,12 | 4,2 |
| 6.3 Застосування технологій замкненого циклу, технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів. | 416,44 | 644,16 | 113,21 | 18,16 | 1191,97 | 3,1 |
| 6.4 Застосування технологій поводження з радіоактивними відходами та зменшення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище. | 1072,30 | 332,80 | 1480,40 | 1059,10б | 3944,6 | 10,1 |
| 6.5 Застосування технологій зменшення шкідливих викидів та скидів. | 1085,60 | 60,00 | 545,50 | 684,06 | 2375,16 | 6,1 |
| **Усього за середньостроковими пріоритетами** | **3519,16** | **3690,26** | **13863,35** | **17784,92** | **38857,69** | **100,0 /63,7** |
| 6.6 Інше | 262,60 | 700,20 | 6309,20 | 14880,05 | 22152,09 | 36,3 |
| **Усього за стратегічним пріоритетом** | **3781,76** | **4390,46** | **20172,55** | **32665,01** | **61009,78** | **100,0** |

*Джерело*: розраховано за результатами моніторингу.

Динаміка обсягів фінансування середньострокових пріоритетів за 2012-2015 рр. є позитивною і свідчить про щорічне їх збільшення, при цьому значне (у

3,8 рази) - у 2014 р. порівняно з 2013 р. та найбільші обсяги фінансування (17784,92 тис. грн. або 54,4%) у 2015 р.

Результати моніторингу реалізації середньострокових інноваційних пріоритетів, які щорічно Міністерством освіти і науки подавалися Уряду, враховано при формуванні Переліку середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017-2021 рр., затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 28.12.2016 р. № 1056. Враховуючи затребуваність та активну реалізацію середньострокових пріоритетів, їх перелік за стратегічним пріоритетом "Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища" експертами залишено без змін. [5].

**Висновки.** Результати проведеного УкрІНТЕІ дослідження реалізації у 2012-2015 рр. середньострокових інноваційних загальнодержавних пріоритетів стратегічного напряму 6 "Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища" демонструють, що державну фінансову підтримку отримали всі пріоритети, з яких найбільші обсяги – напрям 6.1 Застосування технологій раціонального надро- та землекористування (76,5%), найменші – напрям 6.3 Застосування технологій замкненого циклу, технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів (3,1%). Це свідчить про те, що напрям 6.3, який на сьогодні має дуже важливе соціально-економічне значення, потребує збільшення державної підтримки у подальшому періоді реалізації.

Перелік середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017-2021 рр., який затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 28.12.2016 р. № 1056, розроблено з використанням узагальнених результатів реалізації державної підтримки інноваційних пріоритетів за 2012-2015 рр.

*Перелік посилань*

*[1] Загальні екологічні проблеми та шляхи їх вирішення. Енергоатом. : – [Електронний ресурс]. / Режим доступу : / http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy/common_environmental_problems/*

*[2] Закон України "Про інноваційну діяльність" № 40 від 04.07 2002 р.*

*Законодавство України : – [Електронний ресурс]. / Режим доступу : / http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/40-15*

*[3]Закон України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" від 08.09.20211 р. № 3715-VI. Законодавство України : – [Електронний ресурс]. / Режим доступу : / http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3715-17.*

*[4] Постанова Кабінету Міністрів України від 12.03.2012 р. № 294 "Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2012-2016 роки". Законодавство України : – [Електронний ресурс]. / Режим доступу : / http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/294-2012-F*

*[5] П*останова Кабінету Міністрів України від 28.12.2016 р. № 1056. *"Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017-2021 роки". Законодавство України : – [Електронний ресурс]. / Режим доступу : /* http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249657691

# ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ЛУГА (ПРИТОКИ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ) ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЙОГО ПОКРАЩЕННЯ

***О.Р. Перхач [1] , Ф.Я .Кіптач [1] , О.В. Муха [2]***
*[1]Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів;*
*[2]НУ «Львівська політехніка», Львів*

# ECOLOGICAL STATE OF THE LUGA RIVER CATCHMENT WATERS (TRIBUTARY OF THE WESTERN BUG RIVER) AND THE IMPROVEMENT MEASURES

***O. Perchach, F. Kiptach, O. Mukha***
*Ivan Franko National University of Lviv*
*Lviv Polytechnic National University*

Річки виступають основними джерелами прісної води в Україні. Порушення норм якості води досягло рівнів, які ведуть до деградації водних екосистем, зниження продуктивності водойм. Значна частина населення нашої держави використовує для своїх життєвих потреб недоброякісну воду, що загрожує здоров'ю нації.

Відповідно до Водного кодексу України (ст. 79), залежно від водозбірної площі басейну річки поділяються на великі, середні та малі. До великих належать річки, які розташовані у кількох географічних зонах і мають площу водозбору понад 50 тис. квадратних кілометрів. До середніх належать річки, які мають площу водозбору від 2 до 50 тис. квадратних кілометрів. До малих належать річки з площею водозбору до 2 тис. квадратних кілометрів [3, ст. 79]. Екологічний стан – це сукупність обставин, що зумовлюють фіксований на даний момент антропічно трансформований стан ландшафтних систем; стан функціонування природно-територіальної системи в цілому та її окремих компонентів. Оцінка екологічної ситуації проводиться шляхом порівняння фактичного вмісту елементів-забруднювачів у геокомпонентах ландшафтних систем. Перевищення фактичного вмісту валових і рухомих форм забруднюючих речовин у геокомпонентах ландшафтних систем понад ГДК свідчить про рівень небезпеки екологічної ситуації. Законом України «Про загальнодержавну програму розвитку водного господарства України» (2002 р.) передбачено створення організаційних і законодавчих засад управління водним господарством за басейновим принципом. Особливого значення при цьому набуває оцінка існуючого екологічного стану басейнів річок. Розроблено цілий ряд методик інтегральної оцінки екологічного стану річкових басейнів. Серед них найбільш відомими є методики А.В. Яцика, Й.В. Гриба [2], К.Г. Гофмана та інших.

Луга – річка в південно-західній частині Волинської області, права притока Бугу (Західного) – правої притоки Вісли, басейну Балтійського моря. Річка Луга протікає в межах Локачинського, Іваничівського та Володимир-Волинського районів Волинської області на території сільських рад: П’ятиднівської, Зарічнянської, Зимненської, Сілецької, Бубнівської, Мишівської, Радовицької, Переславицької, Завидівської, Рачинської, Колпитівської. Довжина р. Луга – 87,1 км, площа водозбору (басейну) – 1351,4 км². Басейн річки Луга межує на півночі з струмком без назви від села Білин, на заході з річкою Студянка, на півдні з річкою Стасівка, на північному сході з річкою Турія (басейн Прип’яті), на сході з річкою Чорногузка (басейн Прип’яті), на південному сході з р. Липа. Загальна кількість населення, що проживало на території басейну річки Луга, станом на 01.01.2015 р. становила 96,6 тис. осіб [3, с. 34 ]. Значного антропогенного впливу на якість води

р. Луга протягом останніх років не спостерігається.

Дані про стан води у річці Луга постійно збираються на пункті №13008 державного моніторингу якості води, гідроствори якого знаходяться в околицях міста Володимир-Волинський, а також моніторинг якості води р. Луга здійснюється у двох контрольних створах відділом інструментально-лабораторного контролю державної екологічної інспекції у Волинській області. Окрім цього дані збираються районними та іншими комісіями, що складаються із представників екологічної, санітарно-епідеміологічної та інших служб. З двох контрольних створів у яких здійснювались вимірювання показників якості води річки Луга у двох було виявлено перевищення ГДК за такими речовинами: амоній сольовий, нітрити, БСК.

В цілому гідрохімічна характеристика річки задовільна, значних перевищень граничнодопустимих концентрацій не спостерігається. Таких речовин як нафтопродукти, хром, мідь, цинк, свинець не виявлено взагалі. Завислі речовини знаходяться в межах норми. Сухий залишок, нітрати, марганець, хлориди і сульфати, не перевищують нормативи ГДК. Вміст фосфатів в р. Луга є вищим від ГДК при впадінні в р. Західний Буг їх вміст перевищує ГДК. Основним джерелом надходження біогенних сполук у водойми є сільськогосподарські та господарсько-промислові стоки. Вони призводять до інтенсифікації процесу антропогенного евтрофування водойм та погіршення якості води в них [3, с.36].

Значного антропогенного впливу на якість води р. Луга протягом останніх років не спостерігається. У межах водоохоронної зони цієї річки відсутні відгодівельні комплекси, склади отрутохімікатів, полігони твердих побутових відходів тощо. Об’єм скиду води в річкову мережу – 3,128 млн $м^3$ , об’єм скиду у річкову мережу забруднених стічних вод – 0,012 млн $м^3$. Найбільший вплив на якість води р. Луга мають підприємства Володимир-Волинського управління водно-комунального господарства (УВКГ) та Іваничівського виробничого управління житлово-комунального господарства (ВУЖКГ), які здійснюють водопостачання на господарсько-питні та виробничі потреби населених пунктів, підприємств, організацій та установ. В смт Іваничі споруди механічної очистки (септики) технологічно застарілі, внаслідок чого протягом останніх років здійснюється відведення недостатньо очищених стічних вод у р. Лугу. Селищні каналізаційно-очисні споруди (КОС) повної біологічної очистки не були введені в дію через відсутність коштів на їх експлуатацію. Локачинське ВУЖКГ скидає стічні води у притоку р. Луга — р. Лугу-Свинорийку. Каналізаційні очисні споруди, які розташовані в м. Володимир-Волинський, протягом останніх років забезпечували ефективну очистку стічних вод та скидали нормативно-очищені води в р. Лугу. Внаслідок недосконалих методів ведення господарювання та використання застарілого обладнання води р. Луга зазнають забруднень. Спостерігається перевищення ГДК за такими показниками як біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), заліза, фосфат-іонів, нітритів та амонію сольового. Найбільше перевищення ГДК у 2015 р. спостерігалось за нітритами (при ГДК 0,09 мг/л даний показник становив 0,13 мг/л), залізом загальним (при ГДК 0,1 мг/л показник становив 0,27 мг/л), БСК (при ГДК 2,26 мг/л показник становив 4,8 мг/л) та амонієм сольовим (при ГДК 0,50 мг/л показник становив 2,9 мг/л). Перевищення ГДК за такими речовинами як нітрити, залізо загальне, БСК, ХСК, амоній сольовий, які зберігаються протягом останніх років, свідчать про додатковий антропогенний тиск на басейн річки та неефективне очищення комунально-побутових і промислових стоків підприємств [7]. Проте їх перевищення достатньо невеликі, що дозволяє говорити про помірний рівень антропогенного навантаження на басейн річки Луга. На перший квартал 2015 року лише показники ХСК, фосфат-іонів та амонію

сольового не перевищували допустимих значень. У той час як відповідні значення для заліза та БСК були більшими від норм вдвічі. Також перевищення ГДК спостерігалось для нітритів, що свідчить про наявність у водозбірному басейні додаткових антропогенних джерел надходження азотовмісних сполук (стічні води, мінеральні та органічні добрива тощо). Необхідно зауважити, що об'єми скидання зворотніх вод та забруднюючих речовин водокористувачами–забруднювачами поверхневих водних об'єктів, зокрема Володимир-Волинським УВКГ за період з 2010 до 2015 р. значно знизились [8, с. 213]. Постійне скидання стічних вод, велике використання води призводить до порушення процесів самоочищення й, як наслідок, до зміни якості води. Важливим є також те, що в межах басейну р. Луга відсутні великі тваринницькі комплекси, внаслідок виробничої діяльності яких спричинюється забруднення водних об'єктів. Водовідведення від семи птахокомплексів ВАТ «Володимир-Волинська птахофабрика» і ТзОВ «Птахокомплекс Губин» та інших об'єктів сільського господарства здійснюється переважно на поля фільтрації або вигрібні ями і ступінь їх впливу на поверхневі води басейну незначний [3, с. 34].

Для запобігання забрудненню річок, а також знищенню рослин і тварин, які оселяються на її берегах, та для забезпечення сприятливих умов її існування, з обох берегів русла від витоків до гирла на території долини встановлюються прибережні захисні смуги (ПЗС) та водоохоронні зони (ВЗ). Ці ділянки є природоохоронними територіями, господарська діяльність на яких має обмеження і регулюється Водним кодексом України. Розміри цих територій та характер господарювання в них регламентуються статтями 87-89 Водного кодексу. Головна мета створення ВЗ та ПЗС – це попередження забруднення, замулення річок; створення природного біофільтра, що візьме на себе основний тягар стічних вод із прилеглих господарсько-освоєних територій. З іншого боку, вони мають убезпечити прилеглі території від руйнівної дії води. І, нарешті, ВЗ і ПЗС мають виконувати роль резерватів біорізноманіття водного та рослинного і тваринного світу, зберігаючи природний стан заплавних ландшафтів. Згідно зі статтею 88 Водного кодексу України: "Прибережні захисні смуги встановлюються по обидва береги річок та навколо водойм уздовж урізу води (у меженний період) шириною: для малих річок, струмків і потічків, а також ставків площею менше 3 га – 25 метрів [1]. Довжина прибережних захисних смуг вздовж річки Луга становить 182,26 кілометри. стан прибережних захисних смуг в основному відповідає вимогам водного законодавства. Виявлено площі розорювання та забудови прибережних захисних смуг, які займають близько 2% від їх загальної площі. Біля 58% площі прибережних захисних смуг вкрито луговою рослинністю а близько 40 % болотною .

Майже по всій протяжності прибережних захисних смуг р. Луга зустрічаються такі види рослин як очерет звичайний, зозулинець болотний, стрілолист, рогіз широколистий та ін., а також поодинокі кущі та місцями висока трава. В заболоченій місцевості зустрічаються такі рослини як меч-трава болотна, бобівник трилистий, росичка круглолиста та ін.

Особлива роль в охороні водних ресурсів річок та збереження існуючих природно-територіальних комплексів на території їх басейнів належить створенню тут об'єктів природно-заповідного фонду. Серед природоохоронних територій, що створені в межах басейну для охорони видів флори та фауни, слід відзначити такі: ландшафтні заказники: „Березовий гай" (с. Лудин), „Мочиська" (с. Заріччя), „Заставненський" (с. Заставне); лісові заказники: „Липовий гай" (с. Зимне), „Микуличі" (с. Микуличі), „Нехворощі" (с. Нехвороща), „Новосілки" (с. Новосілки); ботанічні пам'ятки природи: „Дуб звичайний" (с. Овадне), „Дуб-велетень" (м. Володимир-Волинський); зоологічна пам'ятка природи „Урочище

Бискупичі" (с. Нехвороща); гідрологічна пам'ятка природи „Озеро Невидимка" (с. Стенжаричі); парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва „Слов'янський" (м. Володимир-Волинський); загальнозоологічний заказник „Павлівський" (с. Павлівка) [6, с. 179]. Поряд зі створенням заповідних територій в межах басейну річки, важливе місце посідає формування екологічної мережі регіону, та включення її у мережу вищого рівня (національну, європейську). Річка Луга виступає в ролі одного з екокоридорів в процесі формування регіональної екомережі Волинської області. Складовими елементами якої виступають: об'єкти ПЗФ (ядра), відкриті заболочені землі, прибережні захисні смуги, ліси та інші лісовкриті площі, рекреаційні території, землі під консервацією, відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, а також пасовища та сіножаті. Загальна площа екомережі у басейні р. Луга становить 89,4 тис. га, що складає понад 60% його території.


*1. Водний кодекс України. Постанова ВР № 214/95 – ВР від 06.06.95. – 86 с.*

*2. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). – Рівне: ППФ «Волинські обереги», 1999. – 247с.*

*3. Екологічний паспорт річки Луга. – Луцьк: Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів, 2012.– 70 с.*

*4. Кукурудза С.І., Перхач О. Р. Використання та охорона водних ресурсів. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 304 с.*

*5. Методичне керівництво по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану малих річок України, НТД 33-475 9129-03-04-92.-к., 1992.-40 с.*

*6. Нетробчук І. М. Геоекологічний стан басейну річки Луга // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2011. - № 9. - С. 176-182.*

*7. Перхач О. Р., Сиротюк М. І., Муха О. В. Вплив стічних вод на довкілля басейну річки Луга // Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти / Матер. III наук.-практ. Конф. / (28-30 жовтня 2015 р.). – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – С. 155-157.*

*8. Перхач О. Р., Рипич Д. С. Еколого-географічні аспекти водокористування та охорони вод басейну р. Луга Волинської області // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – Львів, 2014. – Вип. 45. – С. 210-216.*

# ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ТРАНСКОРДОННИХ ВОДНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ Р. ДУНАЙ У ЗОНІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИДУНАЙСЬКИХ РЗС

***А.М. Рокочинський, Д.М. Сингаєвич, Н.В. Приходько***
*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

# PROBLEM OF PROTECTING TRANSBOUNDARY WATER RESOURCES OF THE DANUBE RIVER BASIN IN THE ZONE OF FUNCTIONING OF THE DANUBE RICE IRRIGATION SYSTEMS

***A.M. Rokochynskyy, D.M. Synhaievych, N.V. Prykhodko***
*National university of water and environmental engineering, Rivne*

Проблема використання та охорони транскордонних водних ресурсів басейну р. Дунай у зоні функціонування Придунайських РЗС, визначає за необхідне розробку та впровадження ресурсозберігаючих й водооборотних технологій водокористування. Це надасть змогу скоротити об’єми скиду води, які, виходячи зі специфіки рисових систем, містять у своєму складі значну кількість солей, залишки пестицидів та мінеральних добрив. Реалізація таких заходів забезпечить покращення екологічної ситуації, підвищення загальної ефективності використання транскордонних водних та земельних ресурсів басейну р. Дунай та акваторії Чорного моря і, як результат, сприятиме зменшенню енергетичного, продовольчого та водного ризиків у цій частині Європи як у сучасних погодно-кліматичних умовах, так і на перспективу їх можливих змін.

Сьогодні перед людством постали три головні виклики, пов’язані з енергетичною, продовольчою та водною кризами, які значно загострюються в умовах змін клімату. При цьому особливо актуальною є проблема використання та охорони транскордонних водних ресурсів. Насамперед це стосується басейну р. Дунай, як найбільшої водної артерії Європи та акваторії Чорного моря, у яке вона безпосередньо впадає, незадовільний екологічний стан яких має не лише локальні, а й глобальні наслідки [6, 7].

Українська частина дельти р. Дунай є однією з найбільш перспективних районів рисосіяння, де розташовані Придунайські рисові зрошувальні системи (РЗС) (рис. 1), які, у зв’язку зі специфікою їх функціонування, суттєво впливають на еколого-меліоративний стан прилеглих територій та водних об’єктів [2, 3].

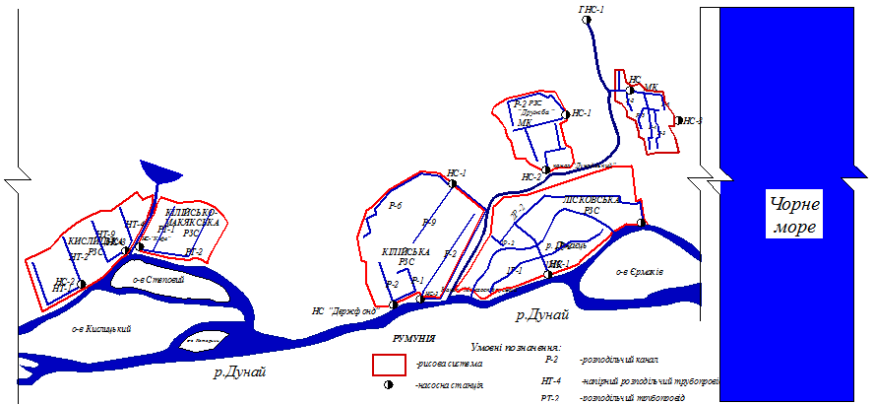



Рис. 1. Схема розміщення Придунайських РЗС у дельті р. Дунай

Загальна площа Придунайських РЗС складає 13678 га, для зрошення яких щорічний водозабір з р. Дунай складав від 250 млн.м$^3$ на початку 70-х років минулого століття до 90 млн.м$^3$ у сучасних умовах. При цьому близько 60% (≈ 60

млн.м$^3$) води після її використання на рисових системах скидається назад у джерело зрошення (р. Дунай). При механічному способі подачі та відкачки води насосними станціями це є досить енергозатратним процесом, на реалізацію якого витрачається близько 5 млн.кВт електроенергії. Крім того, якість таких скидних вод є незадовільною, оскільки вони у своєму складі містять значну кількість солей, залишки пестицидів, мінеральних добрив (табл. 1), що негативно впливає на екологічну ситуацію р. Дунай та акваторію Чорного моря.

Табл. 1. Результати вимірювання показників якості скидних вод з Придунайських РЗС (на прикладі Кілійської РЗС) до р. Дунай станом на 2015 р. (дані Одеської гідрогеолого-меліоративної експедиції)

| Одиниці вимірювання | Аніони | | | | Катіони | | | Сума аніонів і катіонів | Сухий залишок | Хімічний склад в мг/дм$^3$ | | | | | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $CO_3$ | $HCO_3$ | $SO_4$ | Cl | Ca | Mg | Na | | | K | $NH_4$ | $NO_2$ | $NO_3$ | $PO_4$ | |
| мг-л | 0 | 586 | 1179 | 567 | 215 | 188 | 550 | 3285 | 2992 | 5,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,68 | 7,99 |
| мг-екв/л | 0 | 10 | 25 | 16 | 11 | 16 | 23 | 100 | | | | | | | |
| %-екв | 0 | 19 | 49 | 32 | 21 | 301 | 48 | - | | | | | | | |

У зв’язку з цим, однією із складових даної проблематики є підвищення загальної ефективності функціонування Придунайських РЗС з урахуванням сучасних економічних та екологічних вимог.

Тому, з огляду на специфіку функціонування вітчизняних РЗС, розміщених на засолених землях зі складними гідрогеологічними умовами, технологію вирощування провідної культури рису при поливі затопленням і супутніх культур рисової сівозміни, виникає об'єктивна необхідність вирішення низки завдань щодо обґрунтування технічних, технологічних, агротехнічних і меліоративних заходів на довгостроковій основі [4].

Вони необхідні для прийняття раціональних рішень щодо забезпечення сприятливого еколого-меліоративного стану зрошуваних засолених земель та прилеглих територій як у сучасних погодно-кліматичних умовах, так і на найближчу та віддалену перспективу їх можливих змін.

Така необхідність обумовлена, перш за все, тим, що прогнозовані зміни погодно-кліматичних умов у зоні рисосіяння, які передбачають зниження кількості опадів і підвищення температури повітря, можуть призвести до зменшення коефіцієнта вологозабезпеченості території на 30…60% , що потребуватиме істотного збільшення обсягів водоподачі та затрат електроенергії на роботу насосних станцій для зрошення культур рисової сівозміни.

Виконані нами прогнозні розрахунки щодо визначення раціональних параметрів водо- та енергокористування Придунайських РЗС на найближчу та віддалену перспективу змін клімату, при порівнянні з проектними можливостями систем, виявили їх нездатність забезпечити зростаючі потреби у зрошувальній воді та електроенергії, насамперед через технічну зношеність, оскільки більшість з них були побудовані ще у 60-70-х рр. минулого століття.

За результатами аналізу сучасних тенденцій розвитку галузі рисосіяння і останніх досліджень питань, пов'язаних зі змінами клімату та їх впливу на функціонування Придунайських РЗС, було встановлено необхідність економії водних і енергетичних ресурсів шляхом впровадження водооборотних систем з повторним використання дренажно-скидних вод та ресурсозберігаючих режимів

зрошення вирощуваних культур з обґрунтуванням відповідних параметрів водо- та енергокористування, перш за все, провідної культури затоплюваного рису.

Так, нами були обґрунтовані ресурсозберігаючі параметри водокористування на найближчу та віддалену перспективу в умовах змін клімату, які є меншими за проектні та, на відміну від раціональних, відповідають технічній спроможності Придунайських РЗС і дають змогу заощадити до 40% водних ресурсів (табл. 2) [5].

Табл. 2. Усереднені параметри показників водокористування при різних режимах зрошення рису

| Режими зрошення рису | Показники водокористування | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Шар затоплення, м | Зрошувальна норма, тис.м$^3$/га | Технологічні скиди, тис.м$^3$/га | Проточність, тис.м$^3$/га |
| Постійне затоплення (проект) | 0,25 | 23,5 | 2,5 | 1,2 |
| Укорочене затоплення | 0,20 | 20,0 | 2,0 | 1,2 |
| Раціональний режим | 0,14 | 18,0 | 2,0 | - |
| ***Ресурсозберігаючий режим*** | ***0,10*** | ***15,0*** | ***1,0*** | **-** |

Необхідною умовою стабільного виробництва рослинницької продукції на землях рисових систем, без порушення їх екологічної рівноваги, є дотримання раціональних науково обґрунтованих рисових сівозмін, що дозволяє стабілізувати загальне водонормування на раціональному рівні. Оскільки системна частка рису у складі рисової сівозміни становить 50…60%, а супутні культури також потребують регулярного зрошення у досліджуваних умовах, тому підвищення ефективності водокористування при зрошенні супутніх культур рисової сівозміни також є невід’ємною умовою ефективного функціонування РЗС, використання водних та енергетичних ресурсів в умовах змін клімату.

Однак, в складних гідрогеологічних умовах РЗС, впровадження ресурсозберігаючих режимів зрошення культур рисової сівозміни, може зумовити посилення випітного водного режиму і розвиток процесів вторинного засолення зрошуваних земель, що вже мало місце на землях Придунайських РЗС (1993-2001 рр.), коли вміст культури рису в сівозміні впав до 33...30%, а вирощування супутніх культур здійснювалося з порушенням рекомендованих технік поливу і режимів зрошення.

Таким чином, виникає гостра необхідність оптимізації технік поливу і режимів зрошення не тільки провідної культури рису, а й супутніх культур рисової сівозміни на еколого-економічних засадах, розробки організаційно-господарських, економічних, технічних і конструктивних заходів для забезпечення стабілізації та підвищення ефективності рисосіяння, створення ефективної системи раціонального використання водних та енергетичних ресурсів як у сучасних погодно-кліматичних умовах, так і на перспективу їх можливих змін [1].

Розробка та запровадження ресурсозберігаючих й водооборотних технологій водокористування на Придунайських РЗС, що надасть змогу скоротити об’єми скиду води й відповідно забруднюючих речовин, забезпечить покращення екологічної ситуації р. Дунай та акваторії Чорного моря, а також підвищення загальної ефективності використання транскордонних водних та земельних ресурсів. Як результат, це сприятиме зменшенню енергетичного, продовольчого та водного ризиків у цій частині Європи як у сучасних погодно-кліматичних умовах, так і на найближчу та віддалену перспективу їх можливих змін.

Література

1. *Приходько Н.В. Роль сопутствующих культур рисового севооборота в формировании эколого-мелиоративного состояния орошаемых засоленных земель / Н.В. Приходько, Д.М. Сингаевич, П.И. Мендусь, А.Н. Рокочинский // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. Вып. 7 / под общ. ред. Ю.А. Мажайского. – Рязань: ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2016. – С 101-111.*

2. *Рис в Україні: [колективна монографія] / за ред. д.т.н., професора, член-кор. НААНУ В.А. Сташука, д.т.н., професора А.М. Рокочинського, д.е.н., професора Л.М. Грановської. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014.–976 с.*

3. *Рис Придунав'я: [колективна монографія] / за ред. В.А. Сташука, А.М. Рокочинського, П.І. Мендуся, В.О. Турченюка. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 620 с.*

4. *Рокочинский А.М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах: монографія / А.М. Рокочинский. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2010. − 351 с.*

A. *Rokochynskyi Improving of water regulation technology and normalization of water and energy use at Danubian RIS on ecological and economic principles taking into account the climate change / A. Rokochynskyi, V. Turcheniuk, V. Zaiets, N. Prykhodko // Proceedings of the III International Academic Congress «Problems and Prospects of Research in the Americas and Eurasia» (Buenos Aires, Argentina, 3-5 December 2014). Volume I. «Buenos Aires University Press», Buenos Aires, 2015. – 452-456 p.*

5. *Development of Inland Navigation and Environmental Protection in the Danube River Basin / icpdr // International Sava River Basin Commission (ISRBC) https://www.icpdr.org/main/sites/default/files/Joint_Statement_FINAL.pdf (viewed on April 20, 2017). – Title from the screen.*

6. *H.P. Nachtnebel The Danube River Basin Environmental Programme: Plans and Actions for a Basin Wide Approach / IWHW-BOKU / Paper presented at the EU-SADC Conference on Shared River Basins Maseru, Lesotho. May 1997 - Mode of access: Web: https://iwhw.boku.ac.at/Donau/Environmental_Programme_Danube.pdf (viewed on April 20, 2017). – Title from the screen.*

# ДО ПИТАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПРОДОВЖЕННЯ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОСХОВИЩ У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ЗАМУЛЕННЯМ

***А.І. Томільцева*[1, 2]**

[1] *Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП), м. Київ*

[2] *Київський національний університет технологій та дизайну (КНУТД), м. Київ*

# TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT OF MEASURES TO PROLONG THE LIFE OF RESERVOIRS DUE TO THEIR SILTING

***A. Tomiltseva*[1, 2]**

[1] *Ukrainian research institute of aquicultural and ecological problems (URIAEP), Kyiv*

[2] *Kyiv national university of technologies and design (KNUTD), Kyiv*

*Наведено оцінку та прогноз комплексу заходів зі зменшення замулення / занесення водосховищ.*

***Вступ.*** Вирішення проблеми з раціонального використання та охорони водних ресурсів має тісний зв'язок з вирішенням проблеми замулення та занесення водосховищ.

Загальна кількість водосховищ та ставків в Україні становить понад 50,4 тисяч. Акумуляція води в них дає можливість збільшити меженний стік на 35 %.

Під час визначення інтенсивності замулення необхідно враховувати критерії комплексної класифікації водосховищ, а саме: цільове призначення, розміщення щодо земної поверхні (рівнинне, передгірське, гірське), положення в гідрологічній мережі (річкові, яружні, схилові (лиманного типу), озерні, подові котловинні, долинні (прості, складні)); розміщення за природними зонами (водосховища лісової, лісостепової, степової зон); морфометричними характеристиками щодо об'єму та площі – цей показник також використовується під час економічних досліджень як показник, щодо характеристики можливих збитків внаслідок затоплення земельних угідь.

Щодо визначення інтенсивності замулення необхідно враховувати всі зазначені критерії, особливо інженерно-геологічні процеси у прибережній зоні, що також залежить від морфометричних особливостей водосховищ.

***Стан питання.*** Найуразливішими до замулення в Україні є гірські та передгірські водосховища Карпат і Криму. Наприклад, на верхніх ділянках Дністровського водосховища спостерігається замулення річища внаслідок акумуляції твердого стоку р. Дністра, що засвідчено на космічних знімках та під час гідрометричних та гідрографічних робіт з уточнення об'єму Дністровського водосховища.

У річкові долини більшості річок Лісостепової та Степової зон надходить велика кількість твердого стоку внаслідок руйнуючої дії поверхневого стоку.

Створення великих рівнинних водосховищ значно вплинуло на зменшення об'ємів робіт, що пов'язано із розчищенням транзитного суднового ходу внаслідок збільшення глибин воднотранспортних магістралей. Наприклад, об'єм землечерпання із розчищення транзитного суднового ходу на дніпровських водосховищах зменшився з 1959 до 1979 років більше ніж у 3,6 рази відповідно з 18,8 млн. м$^3$ до 5,1 млн. м$^3$. Об'єм позатранзитних робіт не змінився, внаслідок інтенсивного берегообвалення, площинної ерозії з прибережних територій, яружної діяльності та винесення твердого стоку, що надходить із річок. У результаті цього утворюється потужний вздовжбереговий потік наносів, що перекриває гирлові ділянки заливів і заносить території портів, судоходних

підхідних каналів тощо.

Інтенсивність замулення, окрім зазначених ерозійних процесів, пов'язана із рельєфними особливостями, зливовим характером опадів та характером повені. Потужне сніготанення призводить до утворення вимоїн та ярів. Слід відзначити інтенсивне замулення ставків і водойм у районах Карпат, Криму, Донбасу, Одеської та Миколаївської областей [1].

***Особливості проектування та експлуатації водосховищ, що інтенсивно замулюються.*** Під час розрахунків замулення водосховищ [2] залежно від господарських задач вирішуються такі питання: оцінка строку замулення водосховища та оцінка втрати їх корисного об'єму; встановлення межі зони кривої вільної поверхні внаслідок замулення; оцінки зміни судохідних глибин під час замулення; встановлення меж зони активізації поперечних переміщень русла; оцінка надходження наносів до греблі; оцінка ефективності промивок водосховища під час спрацювання рівня.

У [2] наведено: методи розрахунку транспортуючої здатності потоку – взважених і тягнених наносів; методи розрахунку замулення водосховищ за 1 рік; розрахунок хронологічного ходу замулення; детальний розрахунок замулення водосховищ за їх ділянками; розрахунок замулення малих водосховищ і ставків.

Як основні характеристики під час розрахунків замулення приймаються: показник умов замуленості $t_у$ та відносна ємкість водосховища $W_в$.

Показник умовної замуленості $t_у$, це термін повного замулення водосховища за умов відсутності виносу з нього наносів (за роками). Він визначається за формулою: $t_у = W / V_г$ (1), де W – об'єм водосховища, м$^3$; $V_г$ – середній багаторічний стік наносів річки, що впадає у водосховище, м$^3$.

Відносна ємкість водосховища $W_в = W / V_п$ (2), де $V_п$ – середній багаторічний стік води, що надходить у водосховище, м$^3$.

Якщо термін умовної замуленості більше 200 років ($t_у > 200$ років), то розрахунок терміну замулення на цьому завершується [2]. У випадку швидкого замулення водосховища ($t_у < 50$ років) для отримання вихідних даних з розрахунку: відстійників, загальних деформацій у нижньому б'єфі, оцінки можливості стирання наносами гідротурбін, необхідно оцінити надходження наносів до греблі та винесення їх у нижній б'єф [2].

Отже, склад питань, що вирішуються під час розрахунків замулення залежить від призначення водосховища, його основних характеристик (термін умовної замуленості $t_у$ (1) та відносна ємкість водосховища $W_в$ (2). А також природних умов, що визначають процес замулення – режим стоку води та наносів, рельєф і геологічна будова водозбірного басейну, склад наносів.

Під час складання програми розрахунків замулення потрібно оцінити показник умовної замуленості водосховища, встановити наявність об'єктів, що можуть потрапити у зону впливу підпору (з урахуванням підвищення рівнів води у процесі замулення), визначити вимоги щодо обвалування окремих ділянок водосховища, а також розглянути всі інші обставини, що можуть вплинути на програму розрахунку.

З програмою розрахунку пов'язується й програма вишукувальних робіт.

У разі замулення водосховищ на річках, що транспортують велику кількість дрібних фракцій наносів, виявляється можливість виникнення «важких потоків», що сприяють винесенню наносів у нижній б'єф і змінюють розподіл відкладів у водосховище.

Під час проектування малих водосховищ і ставків, відносна ємкість яких $W_в$ менше 0,2, визначають величини щорічного замулення. У [2] рекомендовано спрощений емпіричний метод, що оснований на використанні зв'язку відносної наносоутримуючої здатності водойми з її відносною ємкістю. Для контролю

розрахунків рекомендується підбирати аналоги з існуючих водойм, що перебувають в аналогічних умовах.

***Наявні методи розрахунку та прогнозу замулення та занесення водосховищ.***

*Розрахунки замулення гірських водосховищ* поділяються на 3 основні групи: *засновані на балансових розрахунках* (Мостков М.А., Шамов Г.І, Віноградова В.І., Лапшенков В.С., Скрильніков В.А.); методи, *що використовують формули одномірної моделі руслового зависонесучого потоку* (Сапоян В.Г., Натишвілі О.Г.); *засновані на використанні осереднених кількісних показників, що визначаються методами статистичного оброблення даних натурних спостережень*. Для цього методу необхідно врахування регіональних умов розташування водосховища за 5 характерними групами: рівнинні, озерні, передгірські, гірські та високогірні.

За даними детального аналізу існуючих методів прогнозу розвитку процесу та співставлення розрахунків можна стверджувати, що найперспективнішим є використання методів третьої групи із введенням додаткових критеріальних умов або коефіцієнтів за даними статистичного узагальнення спостережень на наявних водосховищах.

*Розрахунки занесення низьконапірних гідровузлів і верхів'я водосховищ* зведено до визначення таких параметрів: довжина кривої підпору; об'єм відкладення наносів; термін занесення верхнього б'єфу; гідравлічні елементи сформованого русла за визначеними створами.

Найточнішим методом треба вважати балансовий метод (Леві І.І., Алтунін С.Т. і Бузунова І.А., Чонгаров В.Н. і Полтавцев В.Н., Шолохов В.Н., Скрильніков В.А. і Пулатов А.І., Сичінава О.А,, Табунишвілі К.Ф.).

***Заходи зі зменшення процесів замулення / занесення водосховищ*** складаються із комплексу протиерозійних, будівельних та експлуатаційних заходів, що об'єдані загальним планом та здійснюються на всій території водозбірного басейну водосховища.

Під час здійснення протиерозійних робіт (на схилах і в руслах у басейнах річок) в першу чергу необхідно визначити основні осередки схилової та руслової ерозії й з них розпочинати роботи. Потрібно також звернути увагу на протиерозійні заходи в гірській частині басейнів річок. Нарівні з будівництвом водосховищ у середній і нижній течії річок доцільно створювати в їх верхів'ях водосховища із багаторічним регулюванням стоку, що призведе до зменшення паводку та ерозійної здатності потоку. До цього зменшуватиметься замулення водосховищ у середній і нижній течії.

Під час складання проектів водосховищ враховуються заходи щодо запобігання замулення, а саме: розроблення правил їх експлуатації з урахуванням можливості зменшення кількості акумульованих наносів під час заповнення та спрацювання водосховищ; застосування найприйнятніших конструктивних рішень із перехоплення, промивання та відведення наносів; із затриманням наносів у верхів'ях річок та їх приток до водосховищ.

Для водосховищ сезонного регулювання з невеликою регулюючою ємкістю порівняно зі стоком рекомендується [3] пропуск паводка, насиченого наносами, через спорожнені водосховища та заповнення їх на спаді високої хвилі паводку.

Під час ***розроблення режиму роботи водосховищ*** комплексного використання у багатоводні роки потрібно пропускати паводок за умов завчасного зменшення рівня водосховища, що можливо у разі завчасного гідрометеорологічного прогнозу. Отже, режим роботи водосховищ має бути обов'язковим для служби експлуатації та підлягає корегуванню залежно від

водності року. Цю умову враховано у Правилах експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду [4], де визначено пріоритети водоспоживання та водокористування та еколого-економічна оцінка встановленого режиму за періодами року (літньо-осінній, осінньо-зимовий, весняний) з 50, 75, 95 %-ною забезпеченістю стоку.

Є рекомендації щодо скидів у паводок у нижній б'єф в обхід водосховища великих витрат насичених наносами за відвідними каналами, паводковими скидами, донними трубами великого діаметру.

Потрібно влаштовувати на вході у водосховище спеціальні споруди, що перехоплюють наноси та відводять їх від водосховища з малими витратами води у нижній б'єф або в місця, передбачені для складування із наступним механічним їх сортуванням або у відділені мілководні частини водосховищ для наступного використання цих площ для галузевого використання залежно від гранулометричного складу наносів.

Разом із заходами щодо зменшення замулення водосховищ необхідно здійснювати роботи з упередження розвитку ерозійних процесів на їх водозборах у межах водоохоронних зон.

Упереджувальні заходи складаються з: поліпшення існуючих умов водозбору водосховища; зменшення впливу антропогенного фактору; створення нових типів і поліпшення конструктивних елементів головних споруд.

Для оцінки стану водоохоронних територій доцільно використовувати методи дистанційного зондування Землі, що здійснено на прикладі Дністровського комплексу водосховищ ГЕС і ГАЕС [4]. Використовуючи зазначену вихідну інформацію щодо стану водоохоронних територій потрібно застосовувати заходи щодо затримання наносів у верхів'ях річки до водосховищ.

Для цього потрібно: збереження та збільшення площ заліснення гірських схилів бажано із застосуванням широколистяних порід дерев (дуб, бук, граб тощо); перекриття виносу наносів із приток річки шляхом створення в їх гирлах протиерозійних насаджень, посадок-фільтрів у ярах і балках, створення фільтруючих запруд із каменю для затримання донних відкладів. Доцільно також створювати середні гірські та передгірські водосховища в сполученні з малими водосховищами на притоках. Це найраціональніша схема розташування водосховищ з урахуванням зменшення їх замулення та отримання найбільшого ефекту у використанні водних ресурсів.

Після закінчення будівництва водосховищ потрібно також закінчити будівництво руслорегулюючих берегоукріплювальних споруд для сталості берегів та зменшення каламутності води. Місце розташування споруд має враховувати відносно рівномірного водозабору за довжиною ріки з метою освітлення відібраної води та трансформування наносів нижче водозабору.

Складати режим роботи водосховищ потрібно з урахуванням максимально можливого зменшення об'єму їх замулення річковими наносами та матеріалом внаслідок обвалення високих берегів. Під час експлуатації руслових водосховищ потрібно максимально використовувати промивний ефект паводків, що мають пропускатися через відкриті водоскиди гребель із найбільшим наближенням до побутового режиму річки до будівництва водосховища.

За сприятливих умов доцільно влаштовувати наливні (позаруслові) водосховища, що наповнюються та спорожнюються через дериваційні канали.

Слід також зазначити ефективність щодо сталості до замулення наливних берегових водосховищ. Наприклад, відомо, що 2 берегових гіндикушських водосховищ на р. Муграб сумарною ємкістю 41,9 млн. м$^3$ за 25 років (1912 – 1937 роки) замулилося на 3,6 млн. м$^3$. Наливне Хатта-Курганське водосховище об'ємом 662 млн. м$^3$ з 1941 – 1965 рр. пропустило 11658 млн. м$^3$ і замулилося на

25 млн. $м^3$.

***Висновки.*** 1. Заходи зі зменшення процесів замулення / занесення водосховищ складаються із комплексу протиерозійних, будівельних та експлуатаційних заходів, що об'єдані загальним планом та здійснюються на всій території водозбірного басейну водосховища.

2. Разом із заходами щодо зменшення замулення водосховищ необхідно здійснювати роботи з упередження розвитку ерозійних процесів на їх водозборах у межах водоохоронних зон.

3. Доцільно створювати середні гірські та передгірські водосховища в сполученні з малими водосховищами на притоках. Це найраціональніша схема розташування водосховищ з урахуванням зменшення їх замулення та отримання найбільшого ефекту у використанні водних ресурсів.

***Літературні джерела***


*1. Заиление водохранилищ и борьба с ним, Издательство «Колос», М., 1970.*

*2. Указания по расчёту заиления водохранилищ при сроительном проектировании, Гидрометеоиздат, Л., 1973.*

*3. Фроликова Е.Я. Режим работы водохранилищ – основное звено борьбы с заилением, Издательство «Колос», М., 1970.*

*4. Зуб Л.М., Томченко О.В., Томільцева А.І. Оцінка стану водоохоронних територій з використанням методів дистанційного зондування Землі (на прикладі Дністровського комплексу ГЕС і ГАЕС), Журнал «Гідроенергетика України», № 3 – 4, 2016.*

# ЗМІСТ

**РОЗДІЛ 1 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРИРОДНИХ ВОД..... 5**

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗАКАРПАТТЯ
*Ю. Ю. Воронич, Е.Й. Осійський, М.П. Скоблей, Л.М. Сусліков..... 6*

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗАХІДНИЙ БУГ У МЕЖАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
*Олена Голодовська, Мирослав Мальований, Даріуш Акбарпур..... 8*

ЗАБРУДНЕННЯ ВОД РІЧКИ ПРУТ В МЕЖАХ МІСТА ЧЕРНІВЦІ ВИКЛИКАНІ РІЗНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ВПЛИВУ
*В.С. Грицку, Ю.П. Грицку-Андрієш..... 10*

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ВОДОКОРИСТУВАННЯ
*О.Б. Денис..... 14*

МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ З МАЛОГО ЗАЛІСНЕНОГО ГІРСЬКОГО ВОДОЗБОРУ
*І.Є. Кульчицький-Жигайло, Н.І. Козій..... 19*

ЯКІСТЬ ВОДИ ТА ТРАНСКОРДОННЕ ПЕРЕНЕСЕННЯ РЕЧОВИН ЗІ СТОКОМ ДЕСНИ
*П.С.Лозовіцький, Ю.А. Лузовицька, О.О. Косовець-Скавронська..... 24*

ВПЛИВ ПОЧАТКОВОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ІНФІЛЬТРАЦІЇ В МОДЕЛІ ХОРТОНА НА ГІДРОГРАФИ СТОКУ З ТИПОВОГО БАСЕЙНА СТОКУ ПО ВУЛ. МИКОЛАЙЧУКА У ЛЬВОВІ
*І.В. Мисак, В.М. Жук..... 30*

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ГІРСЬКИХ РЕГІОНІВ ЧЕРЕЗ ПОДІЛ І ОБМІН СОЦІАЛЬНИМИ ІННОВАЦІЯМИ І ЗНАННЯМИ: ВИБРАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ПРОЕКТУ H2020 SIRMA
*M. Nijnik, C. Barlagne, D. Miller, M. McKeen, R. Hewitt, A.Nijnik..... 34*

БЕДСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА
*Петру Спатару, Оксана Спыну, Сильвия Бузилэ, Алексей Мафтуляк, Игор Повар ..... 42*

ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОЗЕРА ІЗ «ЛІСОВОЇ ПІСНІ»
*О. Г. Сергушко..... 47*

РОЗРОБЛЕННЯ ПРАВИЛ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОСХОВИЩ В ЧАСТИНІ ВОДОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ЯКОСТІ ВОДИ (НА ПРИКЛАДІ Р. ДНІСТЕР)
*А.І. Томільцева[1, 2], А.П. Чернявська[1], І.С. Єзловецька[3]..... 50*

СПЕЦИФІКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ
*О.Л. Шевченко..... 55*

ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТРАНСКОРДОННОЇ ДІЛЯНКИ БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ
*А.В. Яцик, І.А. Пашенюк, І.В. Гопчак, Т.О. Басюк..... 59*

**РОЗДІЛ 2 ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОДОЮ. МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ВОДИ..... 61**

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ В ОБ'ЄКТАХ ГІДРОСФЕРИ НА ТЕРИТОРІЯХ З РІЗНИМ РІВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ
*Г.Л. Антоняк, З.І. Мамчур, Н.Є. Панас, О.Є. Бубис, О.М. Савицька, О.Я. Думич. 62*

ОКРЕМІ АСПЕКТИ СПЕЦІАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ ВОДОЙМИЩЕМ
*М.П. Босак, І.Р. Гнатів* ..... *65*

ОЦІНКА КАТАЛАЗНОЇ АКТИВНОСТІ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК У БІОТЕСТУВАННІ
*В.В. Вембер* ..... *71*

ПРОБЛЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ У СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ
*Р. П. Дідула, Ю. Б. Блавацький* ..... *75*

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМПЛЕКСУ ПЕРЕРОБКИ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВОД ПОЛІГОНУ ТПВ № 5 В С. ПІДГІРЦІ
*В.О. Євдокименко, В.І. Кашковський, Д.С. Каменських* ..... *80*

КОМПЛЕКСНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ВАТ «КАРПАТНАФТОХІМ» ЯК РЕАЛІЗАЦІЯ СУЧАСНИХ КОНЦЕПЦІЙ СИНТЕЗУ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ
*О.І. Зінь, З.О. Знак, Р.Р. Оленич, В.А. Бойко* ..... *82*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ СПОЛУК ОКИСНОГО ХАРАКТЕРУ ПІД ЧАС КАВІТАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД
*З.О. Знак, Ю.В. Сухацький, О.І. Зінь, Р.В. Мних, А.С. Лисенко* ..... *85*

ВИКОРИСТАННЯ ФОТОБІОЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
*Л.С. Зубченко* ..... *90*

СТВОРЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ШЛЯХОМ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ
*Н.Е. Журавська* ..... *94*

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ МУЛУ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД У ВЕРТИКАЛЬНІЙ СУШАРЦІ
*Т. В. Іванишин, Я. М. Гнатишин* ..... *97*

ДО ПРОГРАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ НА 2017-2020 РОКИ
*І.В. Коваленко, М.Р. Подольський* ..... *101*

ОЧИЩЕНЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦІЇ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ
*О.Г. Курилець, З.О. Знак, В.О. Васійчук, Л.В.Савчук Л.В., Р.Р.Оленич* ..... *105*

УМЯГЧЕНИЕ ЖЕСТКОЙ ВОДЫ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ И УТИЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАВШИХСЯ ПРИ ЭТОМ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ
*Алексей Мафтуляк, Наталия Окопная, Надежда Бондаренко* ..... *108*

ОПТИМІЗАЦІЯ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОЦІНКИ РИЗИКІВ
*О.А. Ліхо, О.І. Гакало* ..... *111*

ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ВИТРАТИ ВОДИ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ ВЕРХНЬОГО ДНІСТРА
*П.С. Лозовіцький, О.О. Косовець, О.О. Косовець-Скавронська* ..... *115*

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД
*І.О. Ніронович, Н.І. Ніронович* ..... *121*

ВИКОРИСТАННЯ СРІБЛА ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОД
*В.М. Срібний, Ф.І. Цюпко* ..... *124*

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ БІОРЕАКТОРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ІЗ РІЗНИМИ КИСНЕВИМИ УМОВАМИ
*В.М. Россінський* ..... *126*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ МОЛОЧНИХ СТОКІВ АНАЕРОБНИМ МЕТОДОМ
*Л.В. Савчук, Н.М. Толстопалова, О.Г. Курилець, Н.Р. Повх* ..... *131*

ОЧИЩЕННЯ ІНФІЛЬТРАТІВ ГРИБОВИЦЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА В АЕРОБНІЙ ЛАГУНІ
*А.С. Середа, М.С. Мальований, В.Т. Слюсар, В.М. Жук* ..... *135*

**РОЗДІЛ 3 ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНІ ТА РЕКРЕАЦІЙНО-БАЛЬНЕОЛОГІЧНІ РЕСУРСИ ..... 137**

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЛІКУВАЛЬНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ «НАФТУСЯ» ..... 138
*Л. С. Гринів, О. Б. Гринів*

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ МІНЕРАЛЬНОЇ ПРИРОДНОЇ ЛІКУВАЛЬНО-СТОЛОВОЇ ВОДИ «КРАЙНА» ЩОДО ЇЇ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ
*А.Ю. Кисилевська, О.М. Нікіпелова, С.Г. Гуща, С.І. Ніколенко, М.В. Калініченко* ..... *141*

СУЧАСНИЙ СТАН ГІДРОМІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ КУРОРТУ СХІДНИЦЯ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЧИ ЗАГРОЗА ВТРАТИ?
*Євген Кондратюк* ..... *144*

ВПЛИВ ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДИ НА КРОВ ЛЮДИНИ
*О.О. Мацієвська, Я.І. Дунаєвський* ..... *148*

ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ
*А.Ю. Моісеєв, Н.П. Моісеєва, Г.В. Лесюк* ..... *152*

ПРО ПЕРСПЕКТИВНІ ГІДРОТЕРМАЛЬНІ РЕСУРСИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ
*А.В. Назаревич, Л.Є. Назаревич* ..... *155*

ГЕОФІЗИЧНІ ПОШУКИ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ВИСОЧИНІ ОПІЛЛЯ
*А.В. Назаревич, О.І. Романюк, В.В. Коляденко, Р.В. Кохалик* ..... *158*

РОЗРАХУНОК РІВНОВАЖНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД МЕТОДОМ МІНІМІЗАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ГІББСА
*Н.Б. Овчиннікова* ..... *161*

ПЕСТИЦИДИ В ГІДРОМІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСАХ ПРИКАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ
*Н.П. Осокіна* ..... *166*

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ДНІСТЕР
*Р. П. Паньків, М. В. Кость, І. І. Сахнюк, О. В. Телегуз, В. Ю. Гарасимчук, О. М. Майкут, О. Б. Мандзя, І. П. Навроцька, Р. П. Козак* ..... *170*

МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ ПОЛЬСЬКИХ ЗАХІДНИХ КАРПАТ
*Йозеф Хованєц* ..... *175*

ДЕРИВАЦІЙНІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ
*В. В. Чернюк, О. Г. Гвоздецький* ..... *182*

**РОЗДІЛ 4 ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРИРОДИ ..... 186**

ВИКОРИСТАННЯ ШАХТНИХ ВОД У ГЕОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ПРИ ПІДЗЕМНІЙ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ
*Д.В. Брик, О.В. Гвоздевич, С.Д. Кальмук, Л.З. Кульчицька-Жигайло* ..... *187*

ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОНТОГЕНЕЗУ ТРАВ'ЯНИХ РОСЛИН ЗАСОБАМИ ПОТОКІВ НА МЕРЕЖІ
*В.Б. Гіссовський* ..... *192*

ВОДА ТА БІОПАЛИВО: ВЗАЄМОЗАЛЕЖНІСТЬ ТА ВПЛИВ
*Т.К. Кваша* ..... *194*

МОБІЛЬНА РОБОТОТЕХНІЧНА СИСТЕМА З КРОКУЮЧИМИ РУШІЯМИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ В БОЛОТИСТІЙ МІСЦЕВОСТІ
*В.М. Корендій* ..... *198*

РОЗРОБЛЕННЯ ВІТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ СПОЖИВАЧІВ
*В.М. Корендій* ..... *203*

НАПРЯМИ ЕКОЛОГІЧОЇ ОСВІТИ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ
*В.К.Маліцький* ..... *206*

ГІДРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕНАТУРАЛІЗАЦІЇ ОСУШЕНИХ ТОРФОВИХ БОЛІТ
*Андрій Михнович* ..... *209*

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОСУШНИХ СИСТЕМ У ПОЛІСЬКІЙ ЧАСТИНІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ: НАПРЯМКИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ
*А. Михнович, О. Пилипович, І. Чікова, Г. Химочка* ..... *216*

ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ ЗМІНИ ЯКОСТІ ВОД В ДОЛИНІ РІЧКИ СОВИЦІ ЗАСТАВНІВСЬКОГО СПЕЛЕОКАРСТОВОГО РАЙОНУ ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ
*М.В. Наконечна, Т.В. Соловей, К.П. Наконечний* ..... *227*

ДЕРЖАВНА ПІДТРИМКА ІННОВАЦІЙ У СФЕРІ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
*О.Ф. Паладченко* ..... *231*

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ЛУГА (ПРИТОКИ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ) ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЙОГО ПОКРАЩЕННЯ
*О.Р. Перхач , Ф.Я .Кіптач , О.В. Муха* ..... *234*

ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ТРАНСКОРДОННИХ ВОДНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ Р. ДУНАЙ У ЗОНІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИДУНАЙСЬКИХ РЗС
*А.М. Рокочинський, Д.М. Сингаєвич, Н.В. Приходько* ..... *238*

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПРОДОВЖЕННЯ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОСХОВИЩ У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ЗАМУЛЕННЯМ
*А.І. Томільцева* ..... *242*

**CONTENTS**

**CHAPTER 1 ASSESSMENT OF THE NATURAL WATERS ECOLOGICAL STATE ..... 5**

MONITORING OF GROUNDWATER QUALITY OF TRANSCARPATHIA

*Yu.Yu. Voronich , E. I. Osijskij, M.P. Skobley, L.M. Suslikov ..... 6*

COMPLEX EVALUATION OF WATER QUALITY IN BASIN WESTERN BUG ON THE TERRITORY OF LVIV REGION ARE PRESENTED

*Olena Golodovska, Myroslav Malovanyy, Darush Akbarpour ..... 8*

WATER POLLUTION OF PRUT RIVER WITHIN THE CITY OF CHERNIVTSI CAUSED BY VARIOUS SOURCES OF INFLUENCE

*V.S. Hrytsku, I.P. Hrytsku-Andriesh ..... 10*

MODERN APPROACHES TO WATER USAGE

*O.B. Denys ..... 14*

THE MODEL OF RUNOFF FORMATION FROM A SMALL MOUNTAIN FORESTED CATCHMENT DURING RAIN FRESHETS

*I. Ye. Kulchytskyi-Zhyhaylo, N. I. Kozii ..... 19*

WATER QUALITY AND THE CROSS-BORDER TRANSFER OF SUBSTANCES WITH THE FLOW OF THE DESNA RIVER

*P.S. Lozovitskii, Yu. A. Luzovitska, O.O. Kosovets-Skavronska ..... 24*

INFLUENCE OF MAXIMUM INFILTRATION RATE IN HORTON'S MODEL ON THE STORMWATER HYDROGRAPHS FOR TYPICAL CATCHMENT AT MYKOLAYCHUK STREET IN LVIV

*I.V. Mysak, V.M. Zhuk ..... 30*

ENHANCING THE RESILIENCE CAPACITY OF EUROPEAN MOUNTAIN REGIONS THROUGH SOCIAL INNOVATION AND KNOWLEDGE SHARING: SELECTED IMPLICATIONS FROM THE H2020 SIMRA PROJECT

*M. Nijnik, C. Barlagne, D. Miller, M. McKeen, R. Hewitt, A.Nijnik ..... 34*

DEVASTATING STATE OF SMALL RIVERS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

*Petru Spataru, Oxana Spinu, Silvia Buzila, Alexei Maftuleac, Igor Povar ..... 42*

PROBLEM OF PRESERVATION OF LAKE FROM "FOREST SONG"

*O. H. Serhushko ..... 47*

THE DEVELOPMENT OF OPERATION RULES IN RESERVOIRS PART OF WATER SUPPLY CAPACITY AND WATER QUALITY (FOR EXAMPLE, THE DNIESTER RIVER)

*A. Tomiltseva, A. Chernyavska, I. Yezlovetska ..... 50*

SPECIFICS OF TECHNICAL-ECONOMIC JUSTIFICATION OF EXPLOIT DEPOSIT OF FRESH GROUNDWATERS FOR CENTRALIZED WATER SUPPLY

*O.Shevchenko ..... 55*

ESTIMATION QUALITATIVE CONDITION OF SURFACE WATER TRANSBOUNDARY AREAS OF THE BASIN WESTERN BUG

*A.V. Yatsyk, I.A. Pashenyuk, I.V. Gopchak, T.O. Basyuk ..... 59*

**CHAPTER 2 WATER SUPPLY PROBLEMS. METHODS AND TECHNOLOGIES OF WATER PURIFICATION ..... 61**

WATER QUALITY INDICES OF WATER BODIES ON THE TERRITORIES WITH

DIFFERENT LEVELS OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY
*H.L. Antonyak, Z.I. Mamchur, N.E. Panas, O.E. Bubys, O.M. Savytska, O.Y.Dumych* . *62*
INDIVIDUAL ASPECTS SPECIAL WATER RESERVOIR
*M.P. Bosak, I.R. Hnativ* ..... *65*
EVALUATION OF CATALASE ACTIVITY AS A PERSPECTIVE DIRECTION IN BIOTESTING PROCEDURE
*Valeriia Vember*..... *71*
THE PROBLEM OF ORGANIZATION OF WATER SUPPLY RURAL AREAS IN THE MODERN CLIMATIC CONDITIONS
*R. P. Didula, Y. B. Blavatskyy* ..... *75*
COMPLEX PROCESSING MODERNISATION AND NEUTRALIZATION OF SEEPAGE WATER OF HARD DOMESTIC WASTES GROUND № 5
*V.O. Yevdokymenko, V.I. Kashkovskyy, D.S. Kamenskyh* ..... *80*
COMPLEX WASTEWATER TREATMENT FOR JSC "KARPATNAFTOKHIM" AS THE IMPLEMENTATION OF MODERN CONCEPTS OF SYNTHESIS OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS
*O.I. Zin, Z.O. Znak, R.R.Olenych, V.A. Boyko* ..... *82*
STUDY OF OXIDIZING COMPOUNDS PRODUCTION DURING CAVITATION TREATMENT OF WASTE WATERS
*Z.O. Znak, Yu.V. Sukhatskiy, O.I. Zin, R.V. Mnykh, A.S. Lysenko* ..... *85*
APPLICATION OF PHOTOBIOELECTROCHEMICAL SYSTEMS FOR DAIRY WASTEWATER TREATMENT
*L. Zubchenko* ..... *90*
CREATING RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES BY THE MEANING OF MAGNETIC TREATMENT OF WATER AND AQUEOUS SOLUTIONS
*N. Zhuravska*..... *94*
AUTOMATION OF THE DOMESTIC WASTEWATER SILT DRYING PROCESS IN A VERTICAL DRYER
*T. V. Ivanishin, J. M. Hnatyshyn* ..... *97*
ABOUT THE PROGRAM OF WATER SUPPLY AND WASTEWATER REMOVING FOR RURAL SETTLEMENTS IN LVIV REGION FOR THE YEARS 2017-2020
*I.V. Kovalenko, M.R. Podolskyy* ..... *101*
WASTEWATER WATER BY COAGULATION DAIRY PLANTS IN THE ULTRASONIC FIELD
*O.G. Kurylets, Z.O. Znak, V.O. Vasiichuk, L.V. Savchuk, R.R. Olenych* ..... *105*
SOFTENING OF HARD WATER BY CHEMICAL MEANS AND UTILIZATION OF SOLID PRECIPITATES FORMED AT THE SAME TIME
*Maftuleac Alexei, Ocopnaya Natalia and Bondarenko Nadejda* ..... *108*
OPTIMIZATION OF VODOZABEZPECHENNYA OF POPULATION OF RIVNE REGION IS AS A RESULT OF ESTIMATION OF RISKS
*Liho O.A., Hakalo O.I.*..... *111*
PROBABILITY DISCHARGES WATER OF WATER RESOURSES UPPER REACHES DNIESTER RIVER
*P.S. Lozovitskii, O.O. Kosovets, O.O. Kosovets-Skavronska* ..... *115*

THE USE OF POLYMERIC STRUCTURES IN WASTEWATER TECHNOLOGIES
*I.O. Nironovych, N.I. Nironovych* ..... *121*
USING OF ARGENTUM FOR WATER DISINFECTION
*Sribnyi V. Tsupko F.* ..... *124*
CHOICE OF THE BIOREACTOR TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR WASTEWATER TREATMENT WITH DIFFERENT OXYGEN CONDITIONS
*V. Rossinskyi* ..... *126*
RESEARCH INTO TREATMENT OF DAIRY EFFLUENTS OF ANAEROBIC METHOD
*L.V. Savchuk, N. M. Tolstopalova, O. H. Kurylets, N. R. Povh* ..... *131*
PRE-TREATMENT OF INFILTRATES OF HRYBOVYTSKE LANDFILL IN AEROBIC LAGOON
*A.S. Sereda, M.S. Malovanyy, V.T. Sliusar, V.M. Zhuk* ..... *135*

**CHAPTER 3 HYDROENERGY AND RECREATION-BALNEOLOGICAL RESOURCES ..... 137**
PROBLEMS OF ECOLOGICAL SUSTAINABLE USE OF MINERAL WATER "NAPHTUSIA"
*L. S. Hryniv, O. B. Hryniv* ..... *138*
COMPLEX QUALITY ASSESSMENT OF NATURAL MINERAL SILICON TREATMENT TABLE WATER «YNA» FOR ITS PRACTICAL USE
*A.U. Kysylevska, O.M. Nikipelova, S.G. Gushcha, S.I. Nikolenko, M.V. Kalinitchenko* ..... *141*
CURRENT CONDITION OF SKHIDNYTSIA RESORT HYDRO-MINERAL RESOURSES: DEVELOPMENT PROSPECTS OR RISK OF LOSS?
*Yevhen Kondratyuk* ..... *144*
INFLUENCE REDOX POTENTIAL WATER FOR HUMAN BLOOD
*O. Matsiyevska, Y. Dunaievskyi* ..... *148*
FEATURES OF MINERAL WATER CHEMICAL CARPATHIAN REGION OF UKRAINE
*A.Yu.Moiseyev, N.P.Moiseyeva, H.V.Lesiuk* ..... *152*
ON THE PERSPECTIVE HYDROTHERMAL RESOURCES OF CARPATHIAN REGION
*A.V. Nazarevych, L.Ye. Nazarevych* ..... *155*
GEOPHYSICAL SEARCHING OF GROUNDWATER IN THE OPILLYA UPLAND
*A.V.Nazarevych, O.I.Romanyuk, V.V.Kolyadenko, R.V.Kokhalyk* ..... *158*
CALCULATION OF EQUILIBRIUM COMPOSITION OF MINERAL WATERS BY METHOD OF MINIMIZATION OF GIBBS ENERGY
*N.B. Ovchinnikova* ..... *161*
PESTICIDES CONTENT IN HYDROMINERAL RESOURCES OF THE PRECARPATHEAN REGION
*N.P. Osokina* ..... *166*
ECOLOGO-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SURFACE WATERS OF THE RIVER OF DNISTER BASIN
*R. P. Pankiv, M. V. Kost', I. I. Sakhnyuk, O. V. Teleguz, V. Ju. Harasymchuk, O. M. Maykut, O. B. Mandzya, I. P. Navrotska, R. P. Kozak* ..... *170*

WODY MINERALNE POLSKICH KARPAT ZACHODNICH
*Józef Chowaniec* ..... *175*
DERIVATIONAL HYDROELECTRIC POWER STATIONS
*V. V. Cherniuk, O. H. Hvozdetskyi* ..... *182*

**CHAPTER 4 ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND NATURE PROTECTION ..... 186**
MINE WATERS UTILIZATION IN GEOTECHNOLOGICAL PROCESSES OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION
*D.V. Bryk, O.V. Gvozdevych, S.D. Kalmuk, L.Z. Kulchytska-Zyhaylo* ..... *187*
PRESENTATION ONTOGENES OF HERBAL PLANTS WITH THE HELP OF STREAMS ON NETWORK
*V. Gissovsky* ..... *192*
THE WATER AND BIOFUELS: MUTUAL DEPENDENCE AND INFLUENCE
*T.K. Kvasha* ..... *194*
MOBILE ROBOTIC SYSTEM WITH WALKING DRIVES FOR PERFORMING TECHNOLOGICAL PROCESSES ON MARSHLAND
*V.M. Korendiy* ..... *198*
DEVELOPMENT OF WIND TURBINE FOR WATER SUPPLY OF AUTONOMOUS CONSUMERS
*V.M. Korendiy* ..... *203*
DIRECTIONS OF ECOLOGICAL EDUCATION IN EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS
*V.K. Malitskiy* ..... *206*
HYDROLOGIC ASPECTS OF DRAINED PEATLAND RENATURALIZATION
*Andriy Mykhnovych* ..... *209*
ECOLOGICAL STATE OF THE DRAINAGE SYSTEMS IN THE POLISSIA PART OF LVIV REGION: RESEARCH APPROACHES AND METHODS
*A. Mykhnovych, O. Pylypovych, I. Chikova, H. Khymochka* ..... *216*
NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS CHANGES WATER QUALITY OF THE VALLEY SOVYTSYA ZASTAVNA SPELEOKARST AREAS PRUT AND DNISTER INTERFLUVE
*M.V. Nakonechna, T.V. Solovey, K.P. Nakonechnyi* ..... *227*
GOVERNMENT SUPPORT FOR INNOVATION IN NATURE AND RATIONAL ENVIRONMENTAL PROTECTION
*O.F. Paladchenko* ..... *231*
ECOLOGICAL STATE OF THE LUGA RIVER CATCHMENT WATERS (TRIBUTARY OF THE WESTERN BUG RIVER) AND THE IMPROVEMENT MEASURES
*O. Perchach, F. Kiptach, O. Mukha* ..... *234*
PROBLEM OF PROTECTING TRANSBOUNDARY WATER RESOURCES OF THE DANUBE RIVER BASIN IN THE ZONE OF FUNCTIONING OF THE DANUBE RICE IRRIGATION SYSTEMS
*A.M. Rokochynskyy, D.M. Synhaievych, N.V. Prykhodko* ..... *238*

TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT OF MEASURES TO PROLONG THE LIFE OF RESERVOIRS DUE TO THEIR SILTING
*A. Tomiltseva* ..... *242*