

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

ГРИНЮК ВІКТОРІЯ ІГОРІВНА



УДК 628.357:622.32.012

**ЗАКОНОМІРНОСТІ САМООЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДОТОКІВ
У МЕЖАХ ВПЛИВУ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ
(НА ПРИКЛАДІ НГВУ «ДОЛИНА НАФТОГАЗ»)**

Спеціальність 21.06.01 – Екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Архипова Людмила Миколаївна,
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу,
завідувач кафедри туризму

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Петрушка Ігор Михайлович,
Національний університет
«Львівська політехніка»,
завідувач кафедри екологічної безпеки
та природоохоронної діяльності

кандидат технічних наук
Сабан Віталій Зіновійович,
ПАТ «Укрнафта», провідний інженер
департаменту інтегрованого
керування родовищами

Захист відбудеться «26» березня 2021 р. о 13-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15 та на сайті спеціалізованої вченої ради Д.20.052.05 за електронною адресою:

<https://nung.edu.ua/department/specializovana-vchena-rada-d2005205>

Автореферат розісланий «_5_» лютого 2021 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради Д.20.052.05,
доктор технічних наук, професор



Л.М. Архипова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Нафтогазова промисловість є провідним сектором економіки України, проте здійснює негативний вплив на природне навколишнє середовище на всіх стадіях виробництва. Значної шкоди відходить нафтогазової промисловості завдають водним об'єктам. При потраплянні нафтопродуктів у природні водотоки на поверхні води утворюється нафтова плівка, яка перешкоджає надходженню кисню. В результаті порушуються біологічні процеси, змінюються фізико-хімічні характеристики водойми, порушується природний процес газообміну з атмосферою, що в свою чергу призводить до загибелі усього живого у водоймі.

Аналіз діяльності підприємств Прикарпаття вказує, що на сьогодні ступінь очистки стічних вод нафтогазовидобувної галузі не завжди відповідає нормативним вимогам. Причиною є використання застарілого устаткування, що зменшує ефективність очищення стічних вод, в результаті чого забруднюючі речовини потрапляють до природних водотоків, знижуючи їх якість. В попередніх дослідженнях приділено недостатньо уваги дослідженню процесів самоочищення води від забруднюючих речовин для малих річок басейну Дністра Карпатського регіону, а діюча система моніторингу навколишнього середовища нафтогазовидобувних підприємств потребує удосконалення на локальному рівні.

Тому актуальним завданням є встановлення закономірностей самоочищення природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств з врахуванням параметрів навколишнього середовища, удосконалення екологічного моніторингу поверхневих вод та способів очистки води від нафтопродуктів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Встановлення закономірностей формування якісних параметрів водних об'єктів, розробка заходів з їх покращення є актуальними відповідно до Законів України «Пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні на період до 2020 р.» в частині «Раціональне природокористування» та «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом».

Актуальність теми дисертаційної роботи підтверджується також тим, що вона виконувалась згідно з науково-технічними програмами та планами науково-дослідних робіт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, та безпосередньо пов'язана із науковими тематиками: «Методологія екологічно безпечного використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону» (№ 0115U002280) та «Оцінка впливу на довкілля будівництва мікро ГЕС на р. Білий Потік в межах с.Ділове, Рахівського району Закарпатської області» (№0120U102284), в яких дисертантка була виконавцем.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є встановлення просторово-часових закономірностей самоочищення природних водотоків Карпатського регіону в межах впливу нафтогазовидобувних підприємств з врахуванням параметрів навколишнього середовища та удосконалення способів очистки води від нафтопродуктів.

Для досягнення мети роботи поставлені наступні завдання:

- 1) провести аналіз екологічного стану правих приток басейну Дністра

Карпатського регіону, на які впливає територія нафтогазовидобутку та існуючих методів очистки стічних вод нафтогазовидобувного підприємства «Долинанaftогаз»;

2) виконати екологічну оцінку зворотних вод нафтогазовидобувного підприємства «Долинанaftогаз», що відводяться до поверхневих вод;

3) дослідити природне самоочищення поверхневих вод шляхом встановлення просторово-часових закономірностей показників якості правих приток р. Свічі басейну Дністра та їх залежності від кліматичних змін;

4) удосконалити показник інтенсивності розбавлення стічних вод для дослідження процесу самоочищення природних водотоків від забруднюючих речовин шляхом врахування гідрометеорологічних факторів;

5) провести польові дослідження та аналіз якості природних водотоків на вміст нафтопродуктів внаслідок виникнення аварійної ситуації та встановити функціональну залежність поширення нафтопродуктів у воді для правих приток Дністра в межах Карпатського регіону;

б) проаналізувати систему управління екологічною безпекою на рівні промислового підприємства «Долинанaftогаз» та запропонувати шляхи удосконалення екологічного моніторингу поверхневих вод нафтогазовидобувним підприємством, а також технічні рішення щодо очистки води від нафтопродуктів.

Об'єкт дослідження – процес самоочищення природних водотоків від забруднюючих речовин у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств.

Предмет дослідження – закономірності самоочищення природних водотоків Карпатського регіону від забруднюючих речовин у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств.

Методи дослідження: під час виконання дисертаційної роботи використано методи: статистичного аналізу (при розрахунку середньорічних концентрацій якісних показників природних вод за період 2006–2017 рр.), порівняння (відповідність вмісту хімічних речовин у фоновому створі правих приток р. Свічі до норм ГДК), оцінки якості за індексом забрудненості води (для визначення категорії, класу якості води), оцінки якості природних вод за комплексним індексом потенціалу якості (для визначення екологічного стану гідроекосистеми); гравіметричний метод визначення нафтопродуктів у воді (для встановлення фактичної концентрації нафтопродуктів у пробі води), регресійний аналіз із використанням комп'ютерної програми TableCurve 2D (для отримання функціональних залежностей), експериментальний метод, тривимірне моделювання з використанням комп'ютерної програми Matlab, моделювання за допомогою програмного продукту Surfer (для візуалізації поширення нафтового забруднення).

Наукова новизна одержаних результатів:

– вперше встановлено закономірності самоочищення малих річок Карпатського регіону в залежності від змін температури повітря, отримані в результаті обробки багаторічних даних гідрохімічного моніторингу, що дасть змогу здійснювати прогнозу оцінку рівня забрудненості природних водотоків;

– удосконалено показник інтенсивності розбавлення стічних вод, який відрізняється тим, що враховуються коефіцієнти, які залежать від значення швидкості течії річки й температури води, та дозволяє встановити ступінь самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин;

– на основі польових досліджень вперше встановлено закономірність поширення

нафтопродуктів у правих притоках басейну Дністра вздовж течії річки, що дасть змогу скласти прогнозні карти самоочищення поверхневих вод при аварійних розливах нафти;

– дістали подальшого розвитку способи очистки води від нафтопродуктів шляхом удосконалення пристроїв для локалізації та ліквідації нафтового забруднення, що дасть змогу покращити екологічний стан природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Запропоновано технічне рішення – спосіб очистки води від нафтопродуктів, який захищений патентом України на корисну модель № 109087.

2. Запропоновано технічне рішення – поплавковий пристрій для локалізації нафтового забруднення на стоячій воді, захищений патентом України на корисну модель № 122273.

3. Розроблені рекомендації для удосконалення локального екологічного моніторингу поверхневих вод Карпатського регіону з метою підвищення рівня екологічної безпеки природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств.

4. Отримані функціональні закономірності та показник інтенсивності розбавлення стічних вод дозволять здійснювати прогнозну оцінку рівня забрудненості природних водотоків.

Результати дисертаційних досліджень впроваджено:

– для очищення промислових стічних вод на території знаходження технологічного транспорту та з автомийок нафтогазовидобувного підприємства НГВУ «Долина нафтогаз» (Акт впровадження 12.07.2018 р.); а також для підвищення рівня екологічної безпеки природних водойм при розливах нафтопродуктів (Акт впровадження 23.08.2018 р.);

– в навчальний процес при викладанні дисципліни «Гідрологія та метеорологія», «Екологія з основами гідрометеорології» в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу (Акт впровадження від 27.05.2020 р.).

Особистий внесок здобувача полягає у формуванні ідеї, мети, завдань досліджень та висновків; проведенні польових досліджень; встановленні функціональних закономірностей якісних показників поверхневих вод від середньорічної температури повітря; дослідженні процесу природного самоочищення поверхневих вод від вмісту забруднюючих речовин; моделюванні поширення нафтопродуктів у воді; удосконаленні методу очистки води від нафтопродуктів, пристрою для локалізації та ліквідації нафтового забруднення з поверхні води, а також системи екологічного моніторингу поверхневих вод для нафтогазовидобувного підприємства.

Апробація результатів дисертації. Основні результати наукових досліджень доповідались та опубліковано в матеріалах міжнародних і всеукраїнських наукових конференцій: Всеукраїнській науково-методичній інтернет-конференції «Інформаційна культура у просторі професійної комунікації» (м. Івано-Франківськ, 14–15 квітня 2016 р.), XVI Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених та студентів (м. Одеса, 14 квітня 2016 р.), Міжнародній науковій конференції молодих вчених (м. Одеса, 1–3 червня 2016 р.), IV Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване

природокористування» (м. Харків, 1–2 грудня 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «ЕКОГЕОФОРУМ. Актуальні проблеми та інновації» (м. Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р.), XX Міжнародній науково-практичній конференції «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (м. Харків, 19–22 квітня 2017 р.), XVII Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених та студентів (м. Одеса, 14 квітня 2017 р.), XV Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 11–13 жовтня 2017 р.), V Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (м. Харків, 29–30 листопада 2017 р.), IX Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна» (м. Дніпро, 12–13 квітня 2018 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова галузь: Перспективи нарощування ресурсної бази ІГГ – 2018» (м. Івано-Франківськ, 23–25 травня 2018 р.), Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Регіональні проблеми охорони довкілля» (м. Одеса, 30 травня 2018 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні наукові дослідження: теорія, методологія, практика» (м. Київ, 22–23 лютого 2019 р.).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковано в наступних наукових працях: у 6 статтях, що належать до фахових видань України (з них 1 – в наукометричній базі Scopus), 13 матеріалах конференцій (з них 9 – міжнародних та 4 – всеукраїнських) та 2 патентах на корисні моделі.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – 200 сторінок, в тому числі 58 рисунків, 26 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, відповідність державним науковим програмам, планам, темам, вказано мету, об'єкт, завдання та методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі «Забруднення поверхневих вод у результаті діяльності нафтогазовидобувних підприємств»** проаналізовано вітчизняні та закордонні літературні джерела, що присвячені обраній тематиці. Визначено основні фактори впливу підприємств нафтогазової промисловості на поверхневі води; проаналізовано процес міграції та трансформації нафтопродуктів у водному середовищі; проведено порівняльну характеристику основних методів очищення стічних вод, а також розглянуто основні механізми управління екологічною безпекою промислових підприємств.

Значний внесок у дослідження впливу діяльності нафтогазовидобувних підприємств на екологічний стан підземних і поверхневих вод здійснили: О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Я. М. Семчук, О. М. Мандрик, Г. І. Рудько, В. Д. Барановський, О. Ю. Митропольський, Р. С. Чалов, А. Н. Васильєв, І. М. Петрушка, Б. Ю. Депутат, В. З. Сабан, В. М. Шмандій, Т. Bakke, W. T. Foreman, J. Pichtel. Дослідженню та удосконаленню методики оцінки екологічного стану поверхневих вод приділили увагу Л. Г. Руденко, А. В. Яцик, Л. М. Архипова, О. В. Степова, Т. В. Паршикова, М. Loga, N. Szczerbińska, S. Poikane; моделюванню розливу

нафтопродуктів на водну поверхню – О.М. Арсан, Ю.М. Ситник, М.О. Миронюк, О.Ф. Бабаджанова, О. Johansen., G. Copeland, M. Fingas, J. Nelson, T. Nordam, M. Reed.

Приділено недостатньо уваги дослідженню процесів самоочищення води від забруднюючих речовин для малих річок басейну Дністра, що є вагомим елементом при прогнозуванні екологічного стану поверхневих вод. А діюча система управління екологічною безпекою навколишнього середовища потребує удосконалення, нафтогазовидобувні підприємства – використання нових технічних рішень.

Таким чином, актуальною науково-технічною задачею є встановлення закономірностей самоочищення природних водотоків і просторових змін їх якісних показників у взаємозв'язку із природними факторами, удосконалення системи екологічного моніторингу поверхневих вод та способів очистки води від нафтопродуктів.

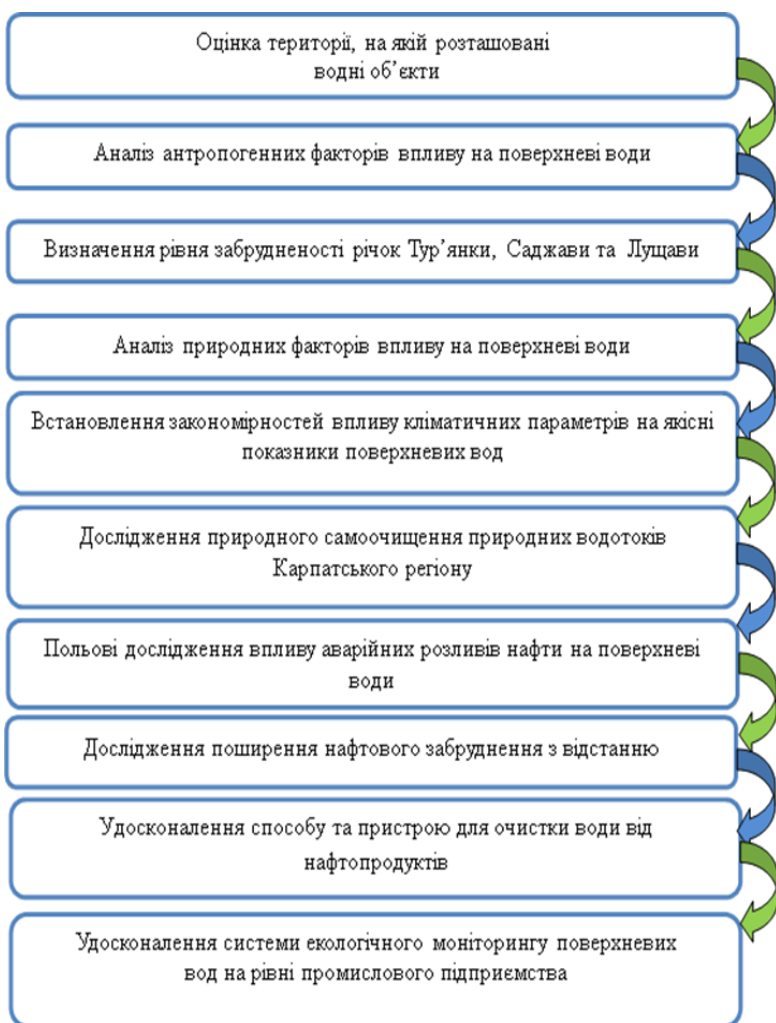


Рис. 1. Комплексний алгоритм наукового дослідження

У другому розділі «Екологічний стан правих приток р. Свічі та методи дослідження» розроблено комплексний алгоритм наукового дослідження, що дасть змогу покращити екологічний стан природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств (рис.1).

Виконано аналіз якісних показників об'єктів дослідження та обстеження системи водовідведення зворотних вод НГВУ «Долинанфтогаз» до природних водотоків.

Обґрунтовано вибір методик визначення комплексних показників якості води в природних водотоках та кратності розбавлення води, що необхідні для вирішення завдань наукового дослідження.

У третьому розділі «Просторово- часові закономірності впливу природних факторів на якісні показники поверхневих вод басейну Дністра» представлено динаміку водовідведення зворотних

вод НГВУ «Долинанфтогаз» до правих приток р. Свічі (рис.2); здійснено екологічну оцінку якісних параметрів гідроекосистем за даними гідрохімічного моніторингу з використанням методик визначення індексу забрудненості води та комплексного індексу потенціалу якості води.

Проведено екологічну оцінку правих приток р. Свічі на основі розрахованого індексу забруднення із встановленням класу та категорії якості води.

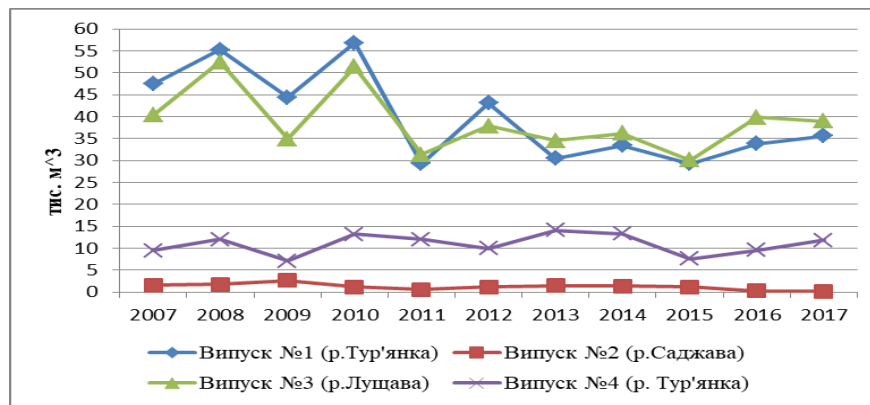


Рис. 2. Порівняльна динаміка обсягів скидів зворотних вод НГВУ «Долинанaftогаз» до правих приток р. Свічі басейну Дністра

За результатами екологічної оцінки поверхневих вод басейну Дністра в межах впливу нафтогазовидобувного підприємства встановлено, що:

– стічні води, які відводить підприємство у р. Тур'янку та Саджаву відповідають II класу якості та категорії «чиста», а якість стічних вод, що потрапляють до р. Лушави (випуск №3), катастрофічна, оскільки клас якості стічних вод – VI, категорія – «дуже брудна» (рис.3);

– клас якості води 500 м вище випуску стічних вод для: р.Тур'янки – II, категорія «чиста»; р. Саджави IV, категорія «забруднена»; р. Лушави – III, категорія «помірно забруднена»;

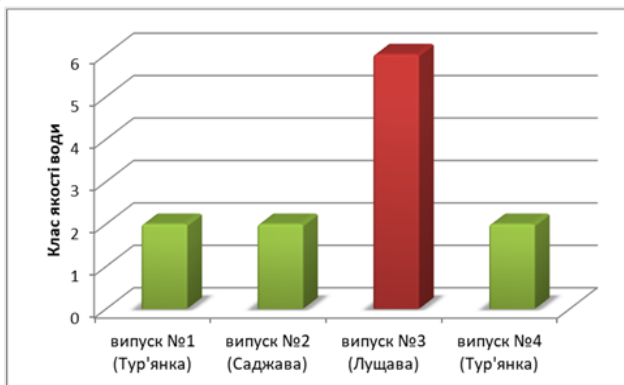


Рис. 3. Екологічна оцінка якості стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз», які відводять до правих приток р. Свічі за період 2006–2017 рр.

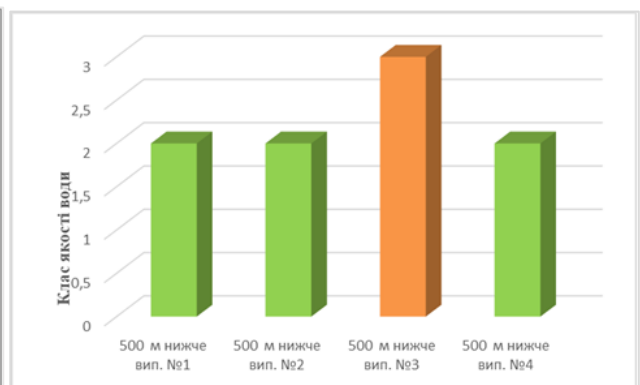


Рис. 4. Екологічна оцінка якості води 500 м нижче випусків стічних вод у річках Тур'янка, Саджава та Лушави за період 2006–2017 рр.

– 500 м нижче випуску стічних вод класи якості води наступні: для р. Тур'янки – II, категорія «чиста», р. Саджави II, категорія «чиста». Якість води у річці Лушаві 500 м нижче випуску стічних вод стає вищою (клас якості – III, категорія «помірно забруднена»), що свідчить про здатність даної притоки р. Свічі до природного самоочищення (рис.4).

За іншою методикою здійснено розрахунок комплексного індексу потенціалу якості води (КПЯ), який визначає стан гідроекосистеми та залежить від рівня антропогенного навантаження, в даному випадку від рівня впливу підприємства нафтогазової промисловості НГВУ «Долинанaftогаз» на природні водотоки.

У результаті проведених досліджень створено базу даних якісних показників правих приток річки Свічі Карпатського регіону за період 2006–2017 рр. та визначено, що:

– гідроекосистема р. Тур'янки відноситься до стану напруженої адаптації (значення показника коливається в межах $1,38 < \text{КІПЯ} < 2,96$);

– гідроекосистема р. Саджави у 2008-2009 рр. перебувала в зоні песимуму з помірно небезпечним рівнем природно-техногенної безпеки, у 2010–2013 рр. – в стані напруженої адаптації, у 2014 р. екологічний стан відносився до зони песимуму ($\text{КІПЯ} = 0,49$), проте з 2015–2017 рр. якість води р. Саджави значно покращилась внаслідок зменшення обсягів скидів зворотних вод НГВУ «Долина нафтогаз» (КІПЯ в межах 3,46-5,28);

– показник якості води р. Луцави відповідає оптимальному екологічному стану гідроекосистеми та безпечному рівню природно-техногенної безпеки. Виняток становить значення КІПЯ у 2017 р., що вказує на екологічний стан напруженої адаптації річки Луцави.

Побудовано тривимірну модель зміни середньомісячної температури повітря на основі аналізу даних метеостанції м. Долина та виявлено загальну тенденцію збільшення температури повітря за період 2006–2017 рр. більше $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис.5), що є результируючим показником кліматичних змін і глобального потепління.

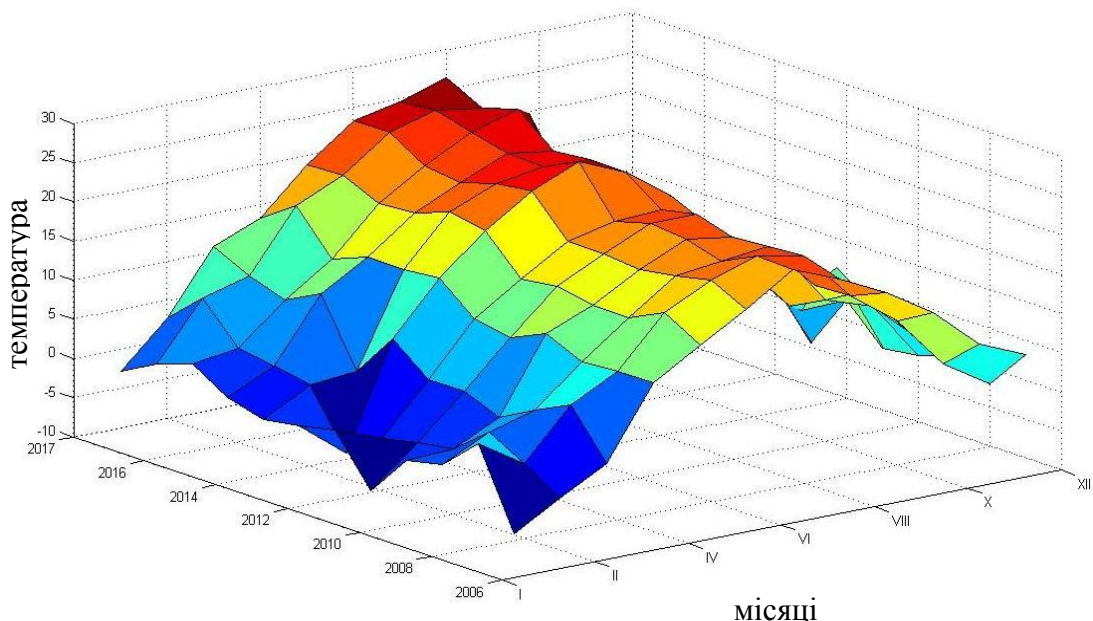


Рис. 5. Тривимірна модель зміни середньомісячної температури повітря за період 2006-2017 рр. (на основі даних метеостанції м. Долина)

Вперше проведено дослідження з встановленням закономірностей якісних параметрів правих приток р. Свічі басейну Дністра на основі комплексного індексу потенціалу якості води від середньорічної температури атмосферного повітря методом регресійного аналізу. Достовірність результатів підтверджено критерієм Фішера, який базується на порівнянні величини вибіркової дисперсії двох рядів даних. Отримані емпіричні значення співставлено із критичними значеннями критерію Фішера, що знаходили за стандартними таблицями.

Найбільш суттєвий зв'язок між досліджуваними величинами виявлено для р. Луцави (рис.6) та Тур'янки (рис.7). Розрахунковий критерій Фішера $F_{\text{stat}} = 13,5$, а

табличне значення становить $F_{\text{tabl}} = 5,3$, що задовольняє умову $F_{\text{stat}} > F_{\text{tabl}}$ (для річки Луцави). Достовірність результату підтверджено й для р. Тур'янки ($7,77 > 5,3$).

Отримано функціональні залежності показника якості поверхневих вод р. Луцави та Тур'янки від середньорічної температури повітря, що описуються рівняннями лінії регресії:

$$\text{КІПЯ} = (1,04 - 0,13 t) / (1 - 0,19 t + 0,009 t^2) \quad (1)$$

$$\text{КІПЯ} = (1,8 - 0,9 \ln t) / (1 - 0,6 \ln t + 0,07 (\ln t)^2) \quad (2)$$

де t – середньорічна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; КІПЯ – комплексний індекс потенціалу якості.

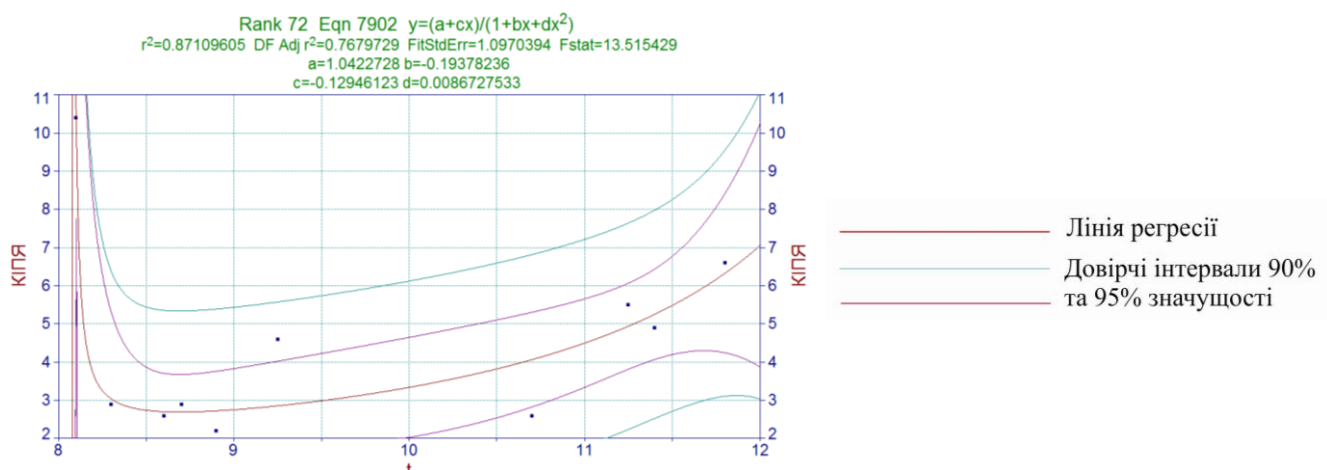


Рис. 6. Функціональна залежність комплексного індексу потенціалу якості р. Луцави від середньорічної температури повітря ($^{\circ}\text{C}$)

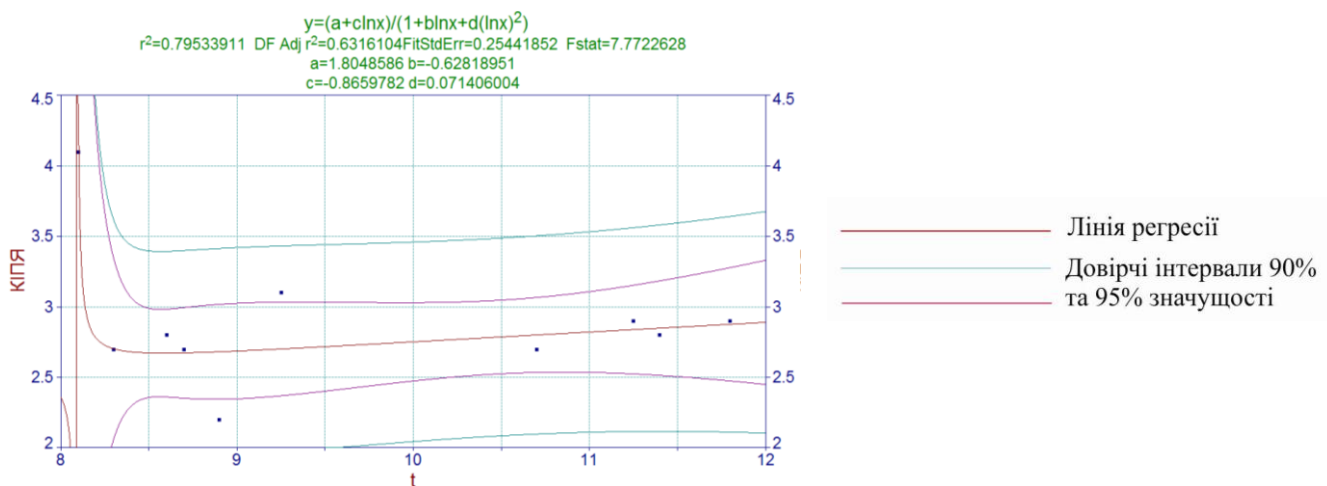


Рис. 7. Функціональна залежність комплексного індексу потенціалу якості р. Тур'янка від середньорічної температури повітря ($^{\circ}\text{C}$)

Таким чином, вперше встановлено закономірності просторово-часового розподілу якісних параметрів гідроєкосистеми басейну Дністра, що дозволяють врахувати самоочисну здатність поверхневих вод від забруднюючих речовин у зв'язку з кліматичними змінами.

Отримавши функціональні залежності між комплексним показником якості поверхневих вод та середньорічною температурою повітря, нами була висунута гіпотеза про ймовірність подібних зв'язків для окремих поелементних показників.

Найбільш тісну залежність з температурними змінами виявляють нітрогеновмісні сполуки (NH_4 , азоту амонійного та нітритів) річок Саджави та Луцави (табл.1).

Таблиця 1 – Кореляційні зв'язки між якісними характеристиками води річок басейну Дністра Карпатського регіону та середньорічною температурою

Водний об'єкт	Тур'янка	Саджава	Луцава
Y(t) Y – концентрація хімічних речовин, мг/дм ³	Сульфати $r^2=0,62$	Хлориди $r^2=0,57$	Сульфати $r^2=0,79$
t – температура повітря, °C	Азот амонійний $r^2=0,84$	Азот амонійний $r^2=0,97$	Азот амонійний $r^2=0,79$
	Нітрати $r^2=0,79$	Нітрити $r^2=0,99$	Нітрити $r^2=0,78$
	Амоній солевий $r^2=0,82$	Амоній солевий $r^2=0,97$	Амоній солевий $r^2=0,77$
	Фосфати $r^2=0,83$	Завислі речовини $r^2=0,72$	Завислі речовини $r^2=0,96$

Проведено камеральну обробку матеріалів польових досліджень (відбір та аналіз проб води) якісних показників правих приток р. Свічі у вересні 2020 р. Досліджено якість води на вміст хімічних речовин на відстані 500 м нижче випуску стічних вод НГВУ «Долинанафтогаз» (табл.2). В результаті виявлено перевищення ГДК для хімічних речовин у річках: Тур'янка – БСК₅ у 2 рази, Саджава – БСК₅ у 4,5 раз, Луцава БСК₅ у 1,7 раз та азоту амонійного.

Таблиця 2 – Результати дослідження проб води правих приток р.Свічі у 2020 р.

Хімічні речовини	р. Тур'янка	р. Саджава	р. Луцава
БСК ₅ , мгО ₂ / дм ³	6	13,5	5,2
Хлориди, мг/дм ³	64	39,5	7,1
Азот амонійний, мг/дм ³	0,18	2,21	1,19
Нітрати, мг/дм ³	2,51	9,40	2,35
Нітрити, мг/дм ³	<0,03	0,04	<0,03

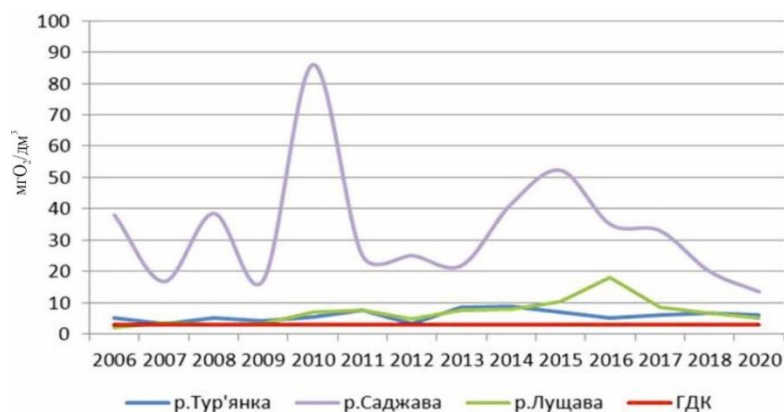


Рис. 8. Динаміка зміни БСК₅ на ділянці 500 м нижче випуску стічних вод НГВУ «Долинанафтогаз» за період 2006–2020 рр.

Представлено динаміку зміни концентрацій БСК₅ за період 2006–2020 р. на основі статистичних даних гідрохімічного моніторингу поверхневих вод НГВУ «Долинанафтогаз» та власних досліджень якості води річок Тур'янка, Саджава Луцава, проведених у 2020 році (рис.8).

Важливим фактором самоочищення води від забруднюючих речовин є процес окислення органічних речовин,

який залежить від кількості кисню, що надходить з атмосфери та продукується водними гідробіонтами.

Вперше виконано регресійний аналіз між зміною показника біохімічного споживання кисню (БСК₅) та середньорічною температурою повітря для правих приток річки Свічі басейну Дністра. Функціональні залежності встановлені з використанням програмного продукту TableCurve 2D. Найбільш тісний зв'язок виявлено між досліджуваними показниками у р. Саджава. Достовірність результату підтверджує значення критерію Фішера, що становить $9,8 > 5,5$ ($F_{stat} > F_{tabl}$). Слід відмітити, що показник БСК₅ у р. Саджаві перевищує норму у досліджених пробах у 5,6-28,6 раз при гранично допустимій концентрації 3 мг/дм³. В забрудненій під впливом антропогенної діяльності екосистемі з підвищенням температури показник має стійку тенденцію до збільшення (рис.9). Залежність між показником біохімічного споживання кисню у р. Саджава та зміною середньорічної температури повітря описується рівнянням лінії регресії:

$$C (\text{БСК}_5) = (4,4 - 0,57 t) / (1 - 0,2 t + 0,009 t^2) \quad (3)$$

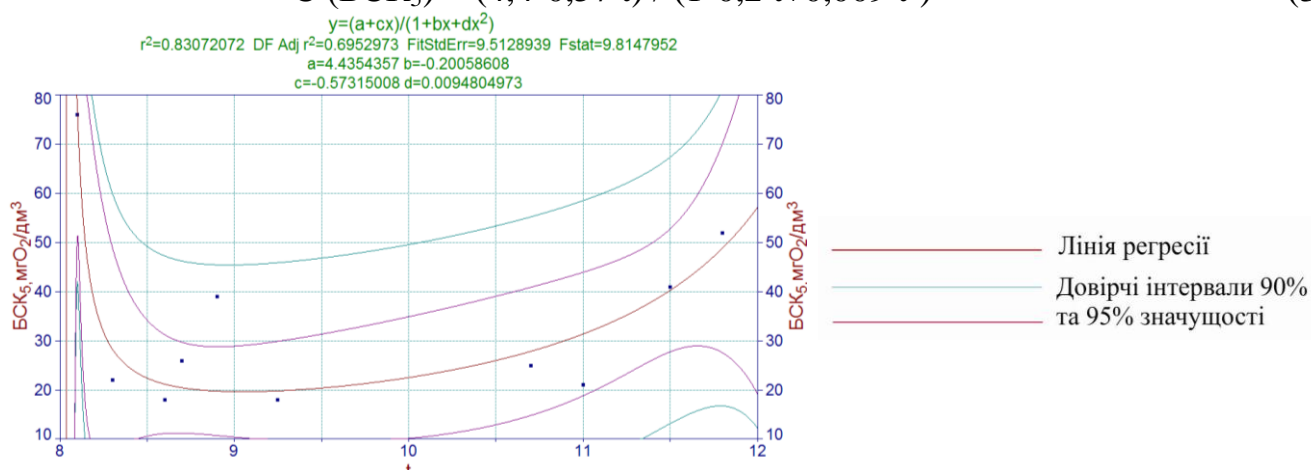


Рис. 9. Функціональна залежність концентрації БСК₅ (мгО₂/дм³) в р. Саджаві від середньорічної температури повітря (°C)

Також функціональну залежність між показником біохімічного споживання кисню та зміною середньорічної температури повітря встановлено для річки Луцави (рис.10), в якій зафіксовано максимальне перевищення у 8,7 раз (2011 р.) нормативу ГДК у стічних водах нафтогазовидобувного підприємства у досліджених пробах води.

Критерій Фішера $7,2 > 5,5$ (для р. Луцави) свідчить про суттєвий зв'язок між досліджуваними показниками та описується рівнянням лінії регресії:

$$C (\text{БСК}_5) = 34 - 0,65t^2 + 0,003t^4 \quad (4)$$

де t – середньомісячна температура повітря, °C; БСК₅ – біохімічне споживання кисню, мгО₂/ дм³.

Проведений регресійний аналіз доводить, що існує певна залежність між якістю води за показником БСК₅ та багаторічними змінами температури повітря. Залежність виявляється тим тіснішою, чим більшому забрудненню піддається водний об'єкт. Для показника біохімічного споживання кисню, згідно наших досліджень, вірне правило: підвищення температури повітря призводить до підвищення значень даного показника.

Встановлена залежність дозволяє прогнозувати зростання біохімічного споживання кисню, що прискорює ступінь окислення забруднюючих речовин та призведе до самоочищення поверхневих вод. Водночас зростає небезпека пониження значень розчиненого кисню у воді.

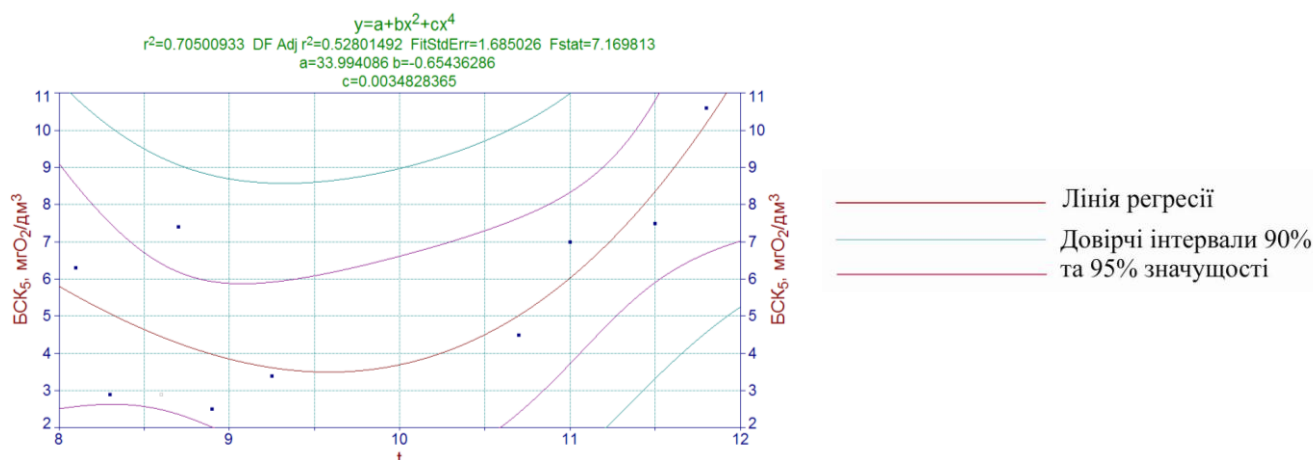


Рис. 10. Функціональна залежність БСК₅ (мгО₂/дм³) в р.Лушаві від середньорічної температури повітря (°C)

Достовірність зв'язку між якістю води та багаторічними змінами температури повітря також підтверджено для таких хімічних речовин: азот амонійний, нітрити, амоній солевий, завислі речовини, фосфати, сульфати.

В результаті, функціональні залежності з достовірним зв'язком виявлено для наступних показників екологічного стану водних об'єктів правих приток Дністра, які представлено наступними рівняннями:

$$C (\text{амоній солевий}) = (4,5 - 4,2 t^{0,5} + 1,3t - 0,14t^{1,5}) / (1 - 0,95 t^{0,5} + 0,3t - 0,03 t^{1,5}) \quad (5)$$

$$C (NO_2^-) = \frac{(0,07 - 0,11 t^{0,5} + 0,06t - 0,02 t^{1,5} + 0,003 t^2 - 0,0002 t^{2,5})}{(1 - 1,5 t^{0,5} + 0,96t - 0,3 t^{1,5} + 0,05 t^2 - 0,003 t^{2,5})} \quad (6)$$

$$C (\text{азот амонійний}) = (3,5 - 3,3t^{0,5} + t - 0,1t^{1,5}) / (1 - 0,9 t^{0,5} + 0,3 t - 0,003t^{1,5}) \quad (7)$$

$$C (\text{зав.реч.}) = 270 - 42t^2 \ln t + 30t^{2,5} - 0,0004e^t \quad (8)$$

Отже, вперше встановлено закономірності просторово-часового розподілу якісних параметрів гідроекосистеми басейну Дністра Карпатського регіону, які дозволяють визначити самоочисну здатність поверхневих вод від забруднюючих речовин з врахуванням глобального потепління.

У четвертому розділі «Самоочищення малих річок Карпатського регіону в межах впливу нафтогазовидобувних підприємств» встановлено показник інтенсивності розбавлення стічних вод, що надходять до правих приток р. Свічі, який характеризує, як знизилася концентрація даних речовин в розрахунковому створі річки стосовно її концентрації у стічній воді. Для простеження динаміки зміни хімічних речовин у фоновому створі та 500 м нижче випуску стічних вод було проведено розрахунки для визначення інтенсивності розбавлення стічних вод конкретно по тих хімічних елементах, які перевищують норматив ГДК.

За результатами досліджень виявлено найбільшу середньорічну інтенсивність розбавлення стічних вод для р. Саджави (4,1), найменшу – для р. Тур'янки (1,2).

Базуючись на обробці даних моніторингових спостережень підприємства НГВУ «Долинанафтогаз» за період 2006–2017 рр. запропоновано удосконалений показник визначення інтенсивності розбавлення стічних вод (метод Родзиллера), який відрізняється тим, що враховуються коефіцієнти, які залежать від значення швидкості течії річки та температури води:

$$n = \frac{C_0 - C_B}{C - C_B} * k_V * k_t \quad (9)$$

де C_0 – концентрація забруднюючої речовини, що міститься у стічних водах, які відводять до природних водотоків, мг/дм³; C_B і C – концентрація забруднюючої речовини у водоймі до і після випуску відповідно, мг/дм³; n – показник інтенсивності процесу розбавлення стічних вод.

Значення коефіцієнтів ґрунтується на результатах проведених розрахунків за формулами:

$$k_V = \frac{V}{V_c} \quad (10)$$

$$k_t = \frac{t}{t_c} \quad (11)$$

де V – виміряна швидкість течії річки, м/с; V_c – середня швидкість правих приток р. Свічі, м/с; t_c – середньорічна температура води правих приток р. Свічі, °С; t – виміряна температура води, °С.

Для побудови графічних залежностей запропонованих коефіцієнтів діапазони обиралися на основі аналізу швидкостей течій та середньорічних температурних показників води для малих та великих річок України. На рис.11 представлено залежності запропонованих коефіцієнтів k_V , k_t від зміни швидкості течії річок та температури води.

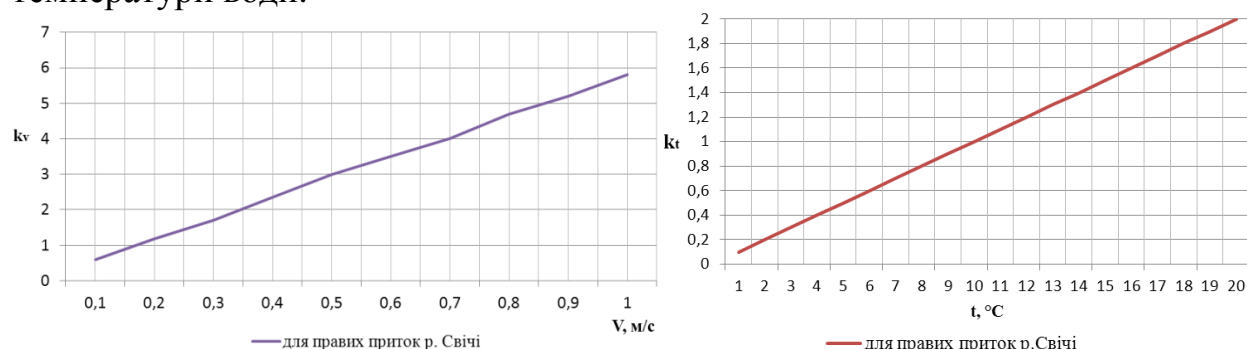


Рис. 11. Залежність k_V від швидкості течії (а); k_t від середньорічної температури води правих приток р. Свічі (б)

Під час розрахунку показника інтенсивності розбавлення води було виявлено, що значення концентрації досліджуваних хімічних елементів 500 м вище випусків № 1, 2, 4 перевищують значення концентрації забруднюючих речовин, що містяться у складі стічних вод НГВУ «Долинанафтогаз». Про це свідчать від'ємні значення показника інтенсивності розбавлення води. В результаті розраховано середньорічну

інтенсивність розбавлення забруднюючих речовин у досліджуваних природних водотоках (табл.3).

Таблиця 3 – Середньорічна інтенсивність розбавлення забруднюючих речовин в правих притоках р. Свічі

Водний об'єкт	Cl	NH ₄	NO ₂	БСК ₅	азот амонійний	<i>n</i>	<i>n</i> з врахуванням k_v, k_t
р. Тур'янка	4	1,1	0,4	-0,9	1,4	1,2	1,3
р. Саджава	4,4	2,7	1,4	9,3	2,8	4,1	6,3
р. Луцава	0,22	8,4	-0,28	0,7	5,2	2,8	2,1

Запропоновано шкалу оцінки природнього самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин в залежності від розрахованої інтенсивності розбавлення (*n*) стічних вод, з врахуванням швидкості течії річки та температурного режиму (табл.4). Із підвищенням швидкості течії збільшується швидкість перемішування водних мас, а підвищення температури води прискорює біохімічні процеси у природному водотоці, що сприяє самоочищенню води.

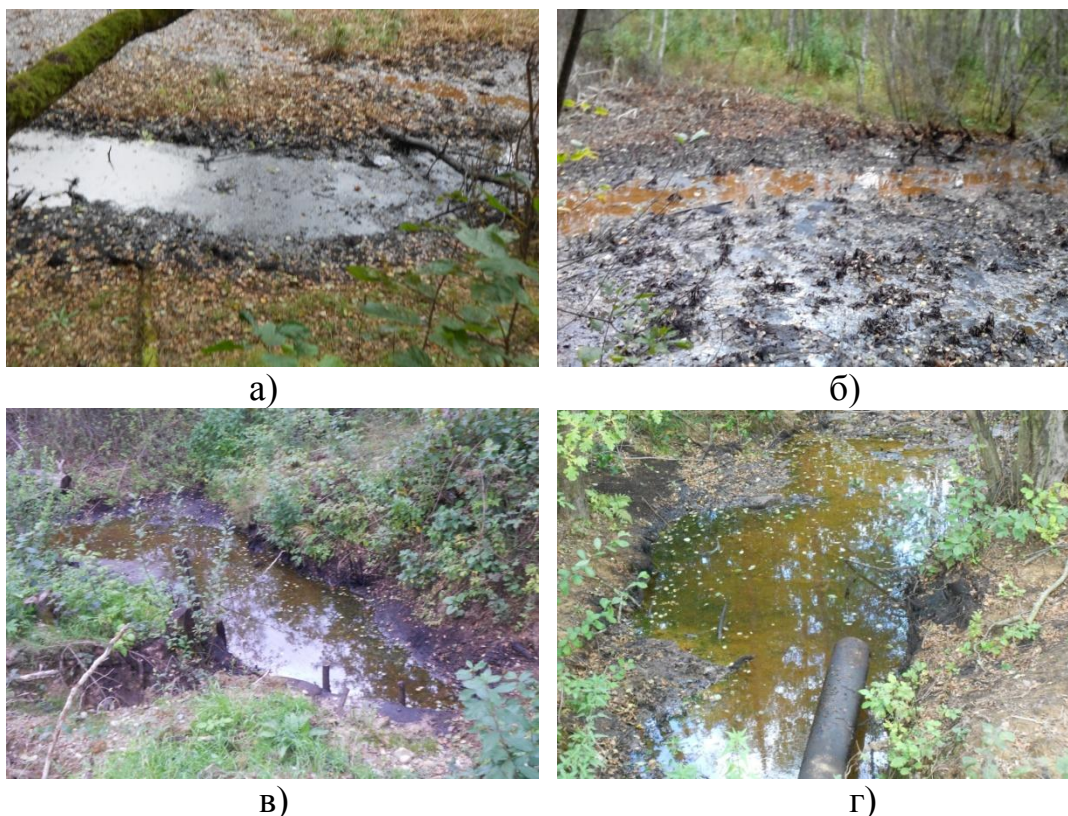
При встановленні діапазону значень *n* враховувалось середнє значення розрахованого показника інтенсивності розбавлення стічних вод для досліджуваних річок, яке становить 4. Згідно запропонованої шкали оцінки природнього самоочищення поверхневих вод визначено ступінь самоочищення води для правих приток р. Свічі в межах впливу нафтогазовидобувних підприємств: р. Тур'янка – слабоінтенсивне (*n*=1,3); р. Саджава – високоінтенсивне (*n*=6,3); р. Луцава – середньоінтенсивне (*n*=2,1). В результаті визначено, що р. Саджава має найбільшу здатність до природнього самоочищення.

Таблиця 4 – Шкала оцінки природнього самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин

Діапазон значень <i>n</i>	Ступінь самоочищення
$n < 1$	Низькоінтенсивне
$1 < n < 2$	Слабоінтенсивне
$2 < n < 4$	Середньоінтенсивне
$4 < n < 6$	Помірне
$n > 6$	Високоінтенсивне

Оскільки в межах впливу нафтогазовидобувних підприємств найбільшу небезпеку для гідроекосистем становить забруднення нафтопродуктами, було проведено польові дослідження поширення нафтопродуктів у природних водотоках на прикладі р.Луцави. Об'єкт дослідження обрано з врахуванням аварійної екологічної ситуації, що трапилася на території нафтогазовидобутку між селами Яворів та Солуків Долинського району Івано-Франківської області (весна 2017 р.). Небезпека даної

ситуації полягала в тому, що відбувся прорив старих законсервованих свердловин в 5-6 місячх на площі 40 м², в результаті чого нафта стікала в річку Лушаву (рис.12).



а) ділянка повністю покрита товстим шаром нафти; б) забруднення води та ґрунту сирію нафтою; в) потрапляння нафти у річку Лушаву; г) водовідвід у річку Лушаву

Рис. 12. Польові дослідження якості води р. Лушави при аварійній ситуації в межах впливу НГВУ «Долина нафтогаз»

Проведено польові дослідження забрудненої території та відібрано 10 проб води з кроком 100 м в р. Лушаві від місця витоку нафти вздовж водного об'єкту (табл.5).

Таблиця 5 – Результати дослідження проб води річки Лушави на вміст нафтопродуктів

Номер проби	Координати		Концентрація нафтопродуктів, мг/дм ³
1	49,026307	23,964353	8
2	49,026728	23,963627	7,99
3	49,0276533	23,963257	8
4	49,0285443	23,963162	7,82
5	49,0294810	23,962462	7,00
6	49,0303972	23,962620	6,8
7	49,0313589	23,962392	5,0
8	49,0322017	23,962507	5,0
9	49,0332274	23,963075	4,2
10	49,0342607	23,963059	3,5

В результаті аналізу відібраних проб води встановлено, що значення концентрації нафтопродуктів коливається в межах 3,5–8 мг/дм³, що в 70–160 раз перевищує допустимі норми (при ГДК 0,05 мг/дм³). Максимальний показник концентрації нафтопродуктів спостерігався в пробі води №1-3 поблизу джерела забруднення та становив 8 мг/дм³.

Для візуальної оцінки якості води на досліджуваній ділянці річки Луцави створено просторову картографічну модель поширення нафтопродуктів із зазначенням точок відбору проб води, побудованими за координатами ОХ та ОУ (за допомогою комп'ютерної програми Golden Software Surfer 15) (рис.13).

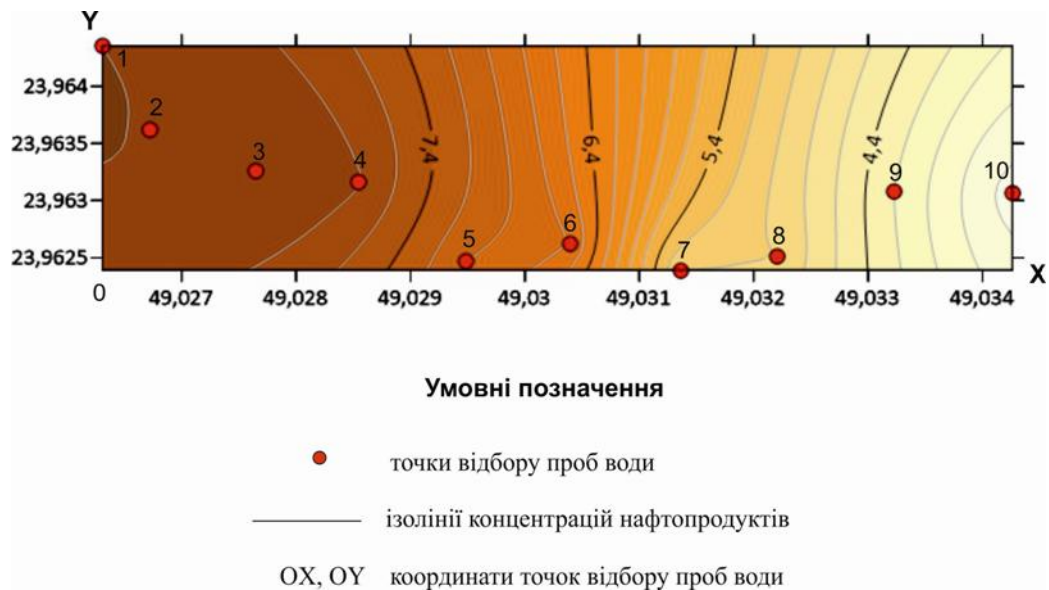


Рис. 13. Просторова картографічна модель поширення нафтопродуктів у р. Луцаві

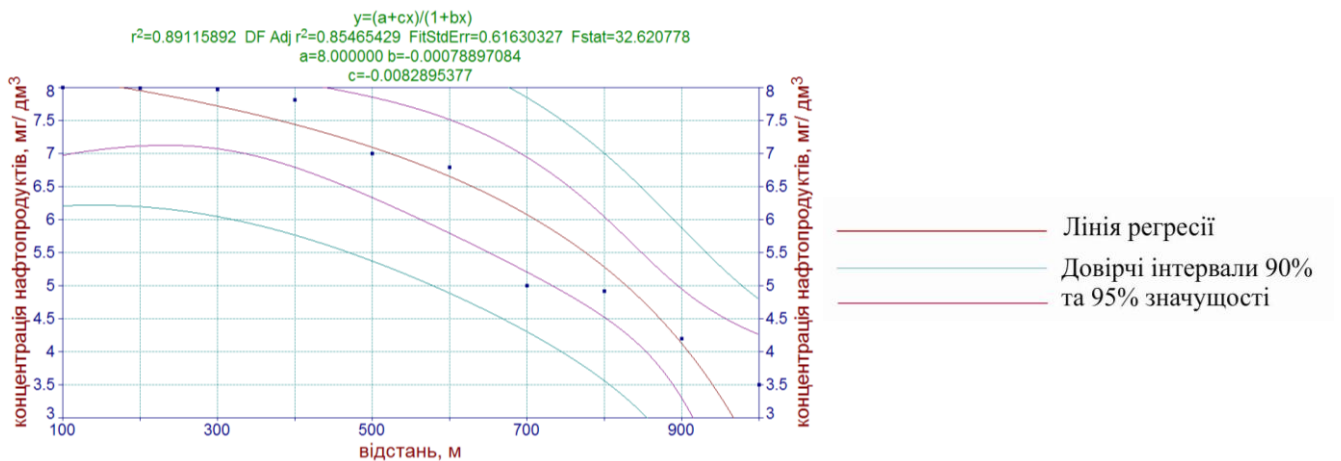


Рис. 14. Функціональна залежність процесу самоочищення поверхневих вод від нафтопродуктів

Проведено регресійний аналіз, який доводить залежність між вмістом нафтопродуктів та відстанню їх поширення у р. Луцаві від джерела забруднення (рис.14). Достовірність зв'язку між показниками підтверджується коефіцієнтом детермінації ($D=r^2$), який становить 0,89. Оскільки фактичне значення критерію

Фішера $F_{stat} > F_{tabl}$ ($32,6 > 5,3$), то це свідчить про не випадковий (суттєвий) зв'язок між досліджуваними показниками.

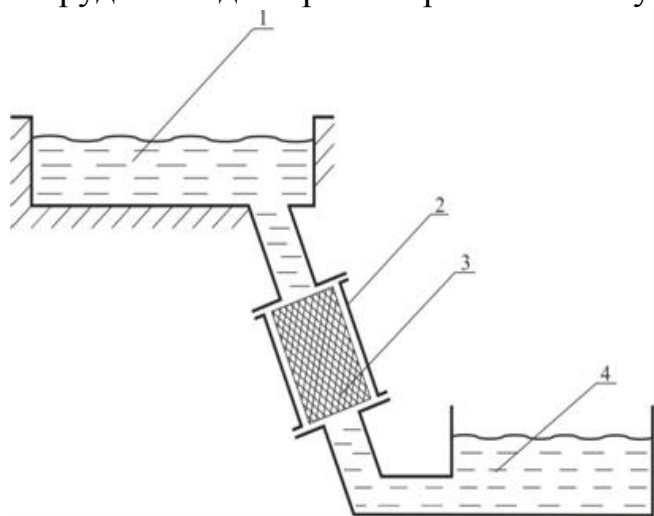
Отже, встановлено функціональну залежність процесу самоочищення поверхневих вод від нафтопродуктів, що описується рівнянням:

$$C(n) = (8 - 0,008 \cdot L) / (1 - 0,0007 \cdot L) \quad (12)$$

де $C(n)$ – концентрація нафтопродуктів, мг/дм³; L – відстань вздовж течії річки, м.

На основі отриманого рівняння самоочищення води від нафтопродуктів з відстанню від джерела забруднення було визначено, що на відстані 1135 м вміст нафтопродуктів у воді досягає нормативу ГДК.

Отож, в дисертаційній роботі вперше встановлено функціональну залежність зменшення концентрації нафтопродуктів із збільшенням відстані від джерела забруднення для правих приток басейну Дністра Карпатського регіону.



Умовні позначення:

1 – відстійник; 2 – корпус фільтра;

3 – картриджний фільтр;

4 – очищена вода

Рис. 15. Установка для очищення води від нафтопродуктів

У п'ятому розділі «Удосконалення системи екологічного моніторингу та заходів для підвищення рівня екологічної безпеки поверхневих вод» розглянуто діючу систему управління екологічною безпекою нафтогазовидобувного підприємства, запропоновано технічні рішення щодо очистки стічних вод від нафтопродуктів, удосконалено систему екологічного моніторингу поверхневих вод у межах впливу НГВУ «Долина нафтогаз», що дозволяють підвищити рівень екологічної безпеки малих водотоків на локальному рівні в межах виробничої діяльності нафтогазовидобувних підприємств.

Одним із запропонованих технічних рішень є спосіб очистки води від нафтопродуктів (рис.15), захищений патентом України на корисну модель

№ 109087, який включає фільтрацію стічних вод із періодичною заміною фільтрів, та відрізняється тим, що створюється фільтр трубчастої структури, покритий парафіном, що вільно пропускає воду та забезпечує велику продуктивність фільтра у часі, має низький гідравлічний опір і дозволяє адсорбувати на поверхні нафтопродукти.

Переваги даного способу: фільтр для очищення води від нафтопродуктів створений з доступного, відносно дешевого та екологічно чистого матеріалу; покриття солом тонким шаром парафіну зменшує намокання матеріалу та підвищує адсорбційну здатність фільтра; картриджний фільтр легко змінювати; передбачає можливість утилізації відходів після висушування і брикетування в якості пального для котлів або як наповнювач для асфальтосмолистих покриттів.

Ефективність запропонованого способу підтверджено експериментальними дослідженнями очистки води, забрудненої нафтопродуктами (табл.6). Ефективність очистки води від машинного масла становить 70%.

Результат експерименту з 5-тикратним повторенням – середня остаточна концентрація нафтопродуктів у воді 0,02 мг/дм³.

Таблиця 6 – Результати експериментальних досліджень

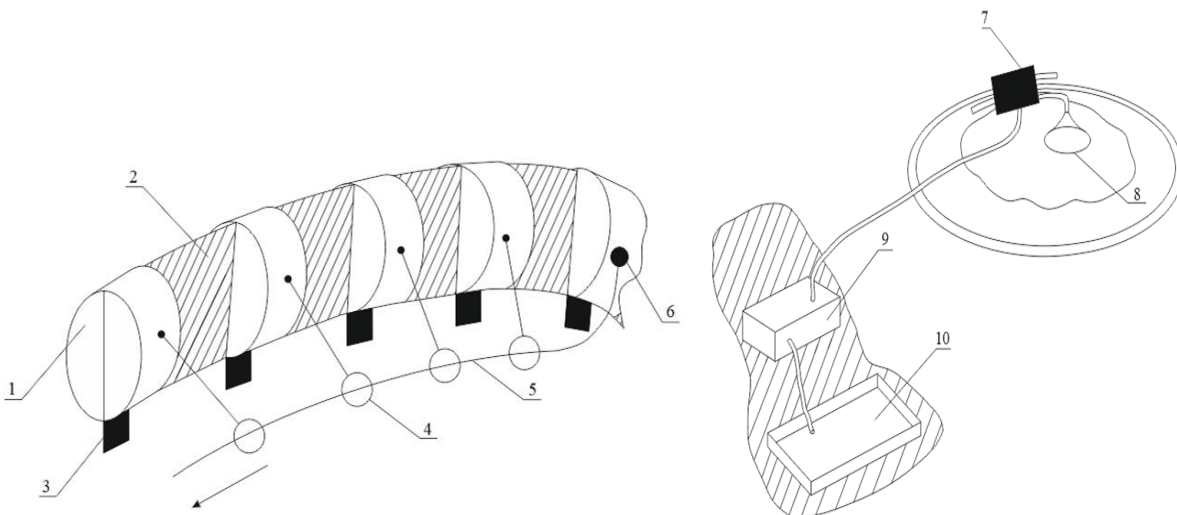
№ експерименту	1	2	3	4	5
Концентрація нафтопродуктів після фільтрації, мг/дм ³	0,01	0,01	0,015	0,03	0,05

Для ліквідації аварійних екологічно небезпечних ситуацій, пов'язаних із витоком нафти із законсервованих свердловин, запропоновано пристрій для локалізації та ліквідації нафтового забруднення на поверхні водойм, котрий може бути використаний на виробничих об'єктах нафтогазовидобувної, нафтогазопереробної промисловостях в цілях охорони навколишнього середовища.

Пристрій, захищений патентом України на корисну модель № 122273, складається із поплавків, механізму для скручування та всмоктуючого насоса з шлангом для відведення нафти із ділянки забрудненої водойми (рис.16).

До поплавків кріпляться стрижні з кільцями, через які проходить гнучка тяга, що міцно закріплена на одній стороні поплавкової огорожі, і на другій стороні з можливістю її стягування, створюючи замкнене коло, що повністю охоплює нафтове забруднення. Перевагою поплавкового пристрою є можливість локалізувати та ліквідувати нафтове забруднення, знаходячись на березі річки й зручність при транспортуванні пристрою.

Запропоновані технічні рішення впроваджено нафтогазовидобувним підприємством, як способи очистки води від нафтопродуктів (акти впровадження НГВУ «Долинанафтогаз» від 12.07.2018 р. 23.08.2018 р).



Умовні позначення:

1 – понтони; 2 – гнучкий матеріал; 3 – обважувальний елемент; 4 – стрижні з кільцями; 5 – гнучка тяга; 6 – закріплення гнучкої тяги; 7 – механізм для спірального скручування поплавкової огорожі; 8 – всмоктуючий пристрій; 9 – насос із шлангом для відведення нафти; 10 – ємність для збору нафтової плями

Рис. 16. Поплавковий пристрій для локалізації нафтового забруднення на стоячій воді

Відповідно до вимог Водного кодексу України скид зворотних вод НГВУ «Долинанафтогаз» у відкриті водотоки здійснюється на основі затвердженого документа «Проекту гранично допустимих скидів речовин, що надходять у водні об'єкти із зворотними водами». Контрольні створи для кожної річки, в яких мають дотримуватися встановлені норми якості води, розташовані на відстанні 500 м від випуску зворотних вод нафтогазовидобувного підприємства (рис.17).

Для підвищення контролю рівня екологічної безпеки поверхневих вод басейну річки Свічі, праві притоки якої є водоприймачами зворотних вод нафтогазовидобувного підприємства НГВУ «Долинанафтогаз», запропоновано удосконалити систему екологічного моніторингу шляхом встановлення додаткових точок спостереження за гідрохімічним складом поверхневих вод.

Для кожної досліджуваної річки, що знаходиться в межах нафтовидобутку, рекомендовано встановити додаткові 2 точки спостереження (перша – до місця змішування води річки та її притоки, 2 – у місці змішування водного потоку річки та її притоки) для контролю самоочисних властивостей води річок. На основі попередніх досліджень якісних показників правих приток р.Свічі визначено перевищення нормативів граничнодопустимих концентрацій для нітрогеновмісних сполук та біологічного споживання кисню.

Оскільки р.Саджава перебуває в зоні напруженого екологічного стану, р. Луцава зазнала впливу аварійної ситуації, що трапилась через фонтанування нафти із законсервованих свердловин, р. Тур'янка перебуває у промисловій зоні та приймає зворотні води підприємства, що надходять до річки через 2 випуски, запропоновано проводити загальний гідрохімічний моніторинг за рекомендованими показниками з частотою спостережень 2 рази в квартал (табл.7). У зонах підвищеного ризику та аварійних ситуаціях рекомендовано проводити кризовий моніторинг за гідрохімічними показниками щомісяця.

Таблиця 7 – Параметри проведення (загального) гідрохімічного моніторингу поверхневих вод

Показники гідрохімічного моніторингу поверхневих вод в межах діяльності НГВУ «Долинанафтогаз»	Частота спостережень	Рекомендовані показники гідрохімічного моніторингу	Частота спостережень
Хлориди, азот амонійний, амоній солевий, нітрати, нітрити, сульфати, сухий залишок, рН, завислі реч., фосфати, ХСК, БСК ₅ , нафтопродукти	1 раз в квартал	Нітрогеновмісні сполуки (нітрати, нітрити, амоній солевий, азот амонійний)	2 рази в квартал
		БСК ₅	
		Нафтопродукти	
		Температура води	

Розроблено макет сайту моніторингу поверхневих вод, який містить багаторічні дані гідрохімічного моніторингу, оцінку якості стічних вод підприємства та річок, в які здійснюється водовідвід зворотних вод; картографічні моделі поширення забруднюючих речовин у річках та інформацію щодо здатності природних водотоків до самоочищення (рис.17).

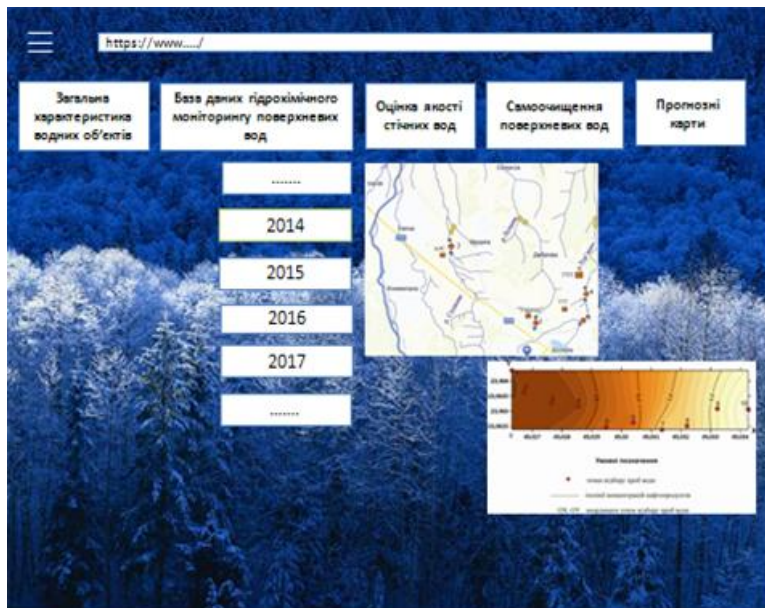


Рис.17. Макет запропонованого сайту моніторингу поверхневих вод

підвищити безпеку природних водотоків у межах діяльності нафтогазовидобувних підприємств.

Запропонований програмний продукт дасть змогу систематизувати інформацію щодо якості поверхневих вод в межах впливу НГВУ «Долинанaftогаз», створювати прогнозні карти поширення забруднюючих речовин та вчасно приймати управлінські рішення, що сприятиме підвищенню рівня екологічної безпеки водних об'єктів в межах впливу нафтогазовидобутку.

Отже, в дисертаційній роботі удосконалено систему управління екологічною безпекою поверхневих вод та дістали подальшого розвитку способи очистки води від нафтопродуктів, що дозволить

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання встановлення закономірностей самоочищення природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств з врахуванням параметрів навколишнього середовища, удосконалення екологічного моніторингу поверхневих вод та способів очистки води від нафтопродуктів.

1. Проведено аналіз екологічного стану правих приток басейну Дністра Карпатського регіону, на які впливає територія нафтогазовидобутку та існуючих методів очистки стічних вод нафтогазовидобувного підприємства «Долинанaftогаз».

2. Виконано екологічну оцінку зворотних вод нафтогазовидобувного підприємства «Долинанaftогаз», що відводяться до поверхневих вод та встановлено багаторічні тенденції часового розподілу якості води на основі розрахунку індексу забруднення води. Зокрема, якість стічних вод, що потрапляють до р. Лушави (випуск №3), катастрофічна, оскільки клас якості стічних вод – VI, категорія – «дуже брудна».

3. Вперше встановлено закономірності самоочищення малих річок Карпатського регіону в залежності від змін температури повітря, отримані в результаті обробки багаторічних даних гідрохімічного моніторингу, що дасть змогу здійснювати прогнозну оцінку рівня забрудненості природних водотоків. Отримано функціональні залежності між комплексним показником якості поверхневих вод та середньорічною температурою повітря, тісну залежність з температурними змінами виявлено для БСК₅ та нітрогеновмісних сполук (NH₄, азоту амонійного та нітритів) річок Саджави та Лушави.

4. Вперше удосконалено показник інтенсивності розбавлення стічних вод на основі емпіричних досліджень якості стічних вод нафтогазовидобувного підприємства «Долинанaftогаз», який відрізняється тим, що враховуються коефіцієнти, які залежать від значення швидкості течії річки й температури води, та дозволяє встановити ступінь

самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин. Згідно запропонованої шкали оцінки поверхневих вод визначено показник інтенсивності розбавлення стічних вод, що відводяться до правих приток р. Свічі басейну Дністра та встановлено ступінь самоочищення поверхневих вод: для р. Тур'янки – низькоінтенсивне ($n=1,3$), р. Саджави – високоінтенсивне ($n=6,3$), для р. Луцави – середньоінтенсивне ($n=2,1$). Результати дослідження свідчать, що р. Саджава має найбільшу здатність до природнього самоочищення, оскільки кратність розбавлення стічних вод становить 6,3.

5. На основі польових досліджень вперше встановлено закономірність поширення нафтопродуктів у правих притоках басейну Дністра вздовж течії річки, що дасть змогу складати прогнозні карти самоочищення поверхневих вод при аварійних розливах нафти. В результаті дослідження відібраних проб води виявлено перевищення концентрації нафтопродуктів у воді р. Луцави в 70–160 раз при нормі 0,05 мг/дм³. На основі запропонованого рівняння самоочищення води було визначено, що на відстані 1135 м вміст нафтопродуктів у воді досягає нормативу ГДК.

6. Проаналізовано систему управління екологічною безпекою на рівні промислового підприємства «Долинаназгаз» із зосередженням уваги на охороні поверхневих вод з врахуванням самоочисних властивостей природних водотоків. Дістали подальшого розвитку способи очистки води шляхом удосконалення пристроїв для локалізації та ліквідації нафтового забруднення, що дасть змогу покращити екологічний стан природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств та можливість швидкого прийняття управлінських рішень щодо локалізації забруднюючих речовин.

Запропонований спосіб очистки води від нафтопродуктів може бути використаний для очистки стічних вод промислової території нафтогазового підприємства, а саме: стічні води з територій знаходження технологічного транспорту та автомийок. Поплавковий пристрій дає можливість локалізувати нафтове забруднення на стоячій воді за допомогою механізму для спірального скручування поплавної огорожі, знаходячись на березі річки чи у човні.

Удосконалено екологічний моніторинг поверхневих вод Карпатського регіону в межах нафтовидобутку шляхом встановлення додаткових точок спостереження за гідрохімічним складом поверхневих вод та створення макету сайту моніторингу поверхневих вод, що дасть змогу ефективно контролювати й прогнозувати екологічний стан водних об'єктів, а також швидко реагувати на аварійні ситуації. Результати науково-дослідної роботи підтверджено актами впровадження в НГВУ «Долинаназгаз» в цілях охорони навколишнього середовища.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Патенти

1. Спосіб очистки води від нафтопродуктів: пат. на корисну модель 109087 Україна / **Гринюк В.І.**, Архипова Л.М.; власник ІФНТУНГ; опубл. 10.08.2016, Бюл. №15, 2016. *Особистий внесок – технічне рішення, проведення експериментальних досліджень.*

2. Поплавковий пристрій для локалізації нафтового забруднення на стоячій воді: пат. на корисну модель 122273 Україна / **Гринюк В.І.**; власник ІФНТУНГ; опубл. 26.12.2017, Бюл. №24, 2017.

Статті у наукометричних виданнях України

3. **Нрунчук, В.І.**, Arkhipova, L.M. Regularity of effects of climatic changes on quality indicators of surface water of Dniester basin. *Scientific Bulletin of National Mining University*. Dnipro, Ukraine, 2018. №3. P.118–126 (індексується в базі Scopus). *Особистий внесок – встановлення функціональних залежностей якісних показників поверхневих вод від температури повітря.*

Статті у фахових виданнях України

4. **Гринюк В.І.**, Архипова Л.М. Аналіз якості зворотних вод допоміжних об'єктів нафтогазовидобувного управління «Долина нафтогаз». *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал*. 2016. № 1. С. 30–37. *Особистий внесок – оцінка якості зворотних вод підприємства нафтогазової промисловості.*

5. **Нрунчук, В.**, Arkhipova, L. The quality research of wastewater treatment of Dolyna oil districts of Ivano-Frankivsk region. *Екологічна безпека*. 2016. №1. С. 46–54 (індексується в Ulrich's Web Global Serials Directory, Index Copernicus, Open Academic Journals Index). *Особистий внесок – аналіз ефективності системи водовідведення зворотних вод від структурних підрозділів нафтогазовидобувного підприємства.*

6. **Гринюк В.І.** Вдосконалення системи управління екологічною безпекою поверхневих вод на рівні промислового підприємства. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал*. 2017. №1(15). С. 72–81

7. **Гринюк В.І.** Дослідження процесів самоочищення правих приток річки Свічі басейну Дністра. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Вип. №3(28). С.77–83 (індексується в наукометричних базах INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL, Eurasian Scientific Journal Index, Directory of Research Journals Indexing, JIFACTOR, AE GLOBAL INDEX, INFOBASE INDEX).

8. **Гринюк В.І.** Моделювання процесу поширення нафтопродуктів у воді правої притоки річки Свічі. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал*. 2020. № 1(21). С. 41–48 (індексується в наукометричних базах ERIN PLUS, Scientific Indexing Services, Rootindexing, INFOBASE INDEX, EBSCOhost).

Тези та матеріали наукових конференцій

9. **Гринюк В.І.** Техногенне навантаження нафтогазовидобувних підприємств на водне середовище. XVI Всеукраїнська наук.-техн. конф. м. Одеса, 14 квітня 2016 р. Одеса, 2016. С.22–24.

10. **Гринюк В.І.** Методика визначення вмісту нафтопродуктів у воді. *Інформаційна культура у просторі професійної комунікації: Всеукраїнська наук.-метод. інтернет-конференція*. м. Івано-Франківськ, 14–15 квітня 2016 р. Івано-Франківськ, 2016. С.96–98.

11. **Гринюк В.І.** Міграція нафтопродуктів в зоні впливу нафтогазовидобувних підприємств. *Сучасний стан та якість навколишнього середовища окремих регіонів: зб. наук.праць Міжнародної наукової конференції молодих вчених*, м. Одеса, 1–3 червня 2016 р. Одеса, 2016. С.85–88.

12. **Гринюк В.І.** Проблема забруднення поверхневих вод Прикарпатського регіону. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: зб. наук. праць IV Міжн. наук. конф. молодих вчених*, м. Харків, 1–2 грудня 2016 р. Харків, 2016. С.113–114.

13. **Гринюк В.І.** Перспективи використання ГІС-технологій для забезпечення екологічної безпеки нафтогазовидобувних підприємств. *ЕКОГЕОФОРУМ. Актуальні проблеми та інновації: збірник наукових праць* Міжн. наук.-практ. конференції. м. Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р. Івано-Франківськ, 2017. С.178–179.

14. **Гринюк В.І.** Визначення факторів впливу на екологічний стан річки Саджави. XVII Всеукраїнська наук.-техн. конф. молодих вчених та студентів. м. Одеса, 14 квітня 2017 р. Одеса, 2017. С.39–40.

15. **Гринюк В.І.** Самоочищення річок Карпатського регіону в умовах впливу нафтогазової промисловості. *Проблеми екологічної безпеки: зб. наук.праць XV Міжн. Наук.-техн. конф.* Кременчук, 11–13 жовтня 2017 р. Кременчук, 2017. С.86.

16. **Гринюк В.І.** Вплив кліматичних умов на екологічний стан водних об'єктів в межах нафтогазових підприємств. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: зб. матер. XX Міжн. наук.-практ. конф.* м. Харків, 19–22 квітня 2017 р. Харків, 2017. С.74–76.

17. **Гринюк В.І.,** Архипова Л.М. Вплив змін клімату на якісні показники гідро екосистеми. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: зб. матер. V Міжн. наук. конф. молодих вчених.* Харків, 29–30 листопада 2017 р. Харків, 2017. С.177–178. *Особистий внесок – дослідження якісних параметрів поверхневих вод в залежності від кліматичних умов.*

18. **Гринюк В.І.** Аналіз впливу антропогенного фактора на природне самоочищення річки Луцави. *Наукова весна: зб. тез доп. Всеукраїнської наук.-практ. конф.* 12–13 квітня 2018 р. Дніпро, 2018. С.135–136.

19. **Гринюк В.І.** Спосіб очищення води від нафтопродуктів за допомогою природних сорбентів. *«Нафтогазова галузь: Перспективи нарощування ресурсної бази ІГГ – 2018»:* зб. тез доп. Міжн. наук.-техн. конф. м. Івано-Франківськ, 23–25 травня 2018 р. Івано-Франківськ, 2018. С. 344–347.

20. **Гринюк В.І.** Забруднення поверхневих вод при аварійних ситуаціях в зоні впливу нафтогазової промисловості. *Регіональні проблеми охорони довкілля: зб. тез доп. Міжн. наук.-техн. конф.* м. Одеса, 30 травня–1 червня 2018 р. Одеса, 2018. С.71–74.

21. **Гринюк В.І.** Підвищення рівня екологічної безпеки гідроекосистем в межах діяльності нафтогазових підприємств. *Інноваційні наукові дослідження: теорія, методологія, практика: зб. тез доп. Міжн. наук.-практ. конф.* м. Київ, 22–23 лютого 2019 р. Київ, 2019. С.116–117.

АНОТАЦІЯ

Гринюк В.І. Закономірності самоочищення природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств (на прикладі НГВУ «Долина нафтогаз»). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – «Екологічна безпека», Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, Івано-Франківськ, 2021. Спеціалізована вчена рада Д 20.052.05.

У дисертаційному дослідженні вирішено актуальне науково-практичне завдання встановлення закономірностей самоочищення природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств з врахуванням параметрів навколишнього

середовища, удосконалення екологічного моніторингу поверхневих вод та способів очистки води від нафтопродуктів.

Вперше встановлено закономірності самоочищення малих річок Карпатського регіону в залежності від змін температури повітря, отримані в результаті обробки багаторічних даних гідрохімічного моніторингу, що дасть змогу здійснювати прогнозну оцінку рівня забрудненості природних водотоків.

Удосконалено показник інтенсивності розбавлення стічних вод, який відрізняється тим, що враховуються коефіцієнти, які залежать від значення швидкості течії річки й температури води, що в кінцевому результаті дозволяє встановити ступінь самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин.

На основі польових досліджень вперше встановлено закономірність поширення нафтопродуктів у правих притоках басейну Дністра вздовж течії річки з можливістю подальшого прогнозування якості поверхневих вод. Побудовано просторову картографічну модель поширення нафтопродуктів у природному водотоці, що дасть змогу скласти прогнозні карти самоочищення поверхневих вод при аварійних розливах нафти та можливості швидкого прийняття управлінських рішень щодо локалізації забруднюючих речовин.

Дістали подальшого розвитку способи очистки води шляхом удосконалення пристроїв для локалізації та ліквідації нафтового забруднення, що дасть змогу покращити екологічний стан природних водотоків в межах впливу нафтогазовидобувних підприємств. Удосконалені способи очистки води від нафтопродуктів ґрунтуються на використанні природних сорбентів з подальшою утилізацією відходів; пристроєм для локалізації та ліквідації нафтового забруднення на стоячій воді шляхом формування поплавкової огорожі, яка з'єднана з механізмом для зменшення площі нафтової плями та пристроєм збору нафтового забруднення з поверхні води.

Удосконалено систему екологічного моніторингу поверхневих вод Карпатського регіону, що є складовою частиною системи екологічної безпеки навколишнього середовища на рівні промислового підприємства, з метою підвищення контролю якості природних водотоків та прогнозування змін їх екологічного стану.

Ключові слова: стічні води, природні водотоки, закономірності, температура повітря, самоочищення води, інтенсивність розбавлення води, нафтопродукти, екологічний моніторинг, спосіб очистки води.

ABSTRACT

Hryniuk V. Regularities of self-purification of natural watercourses within the influence of oil and gas enterprises (on the example of OPGD «Dolynanaftogaz»). – Scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the scientific degree of candidate of technical sciences (PhD), speciality 21.06.01 – «Ecological safety», Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2021. Specialized scientific council D 20.052.05.

The current scientific and practical task of establishing patterns of natural watercourses self-purification within the oil and gas enterprises influence and environmental parameters taking into account, improving environmental monitoring of surface waters and methods of water purification from petroleum products was solved in the thesis.

For the first time it was possible to establish the regularities of self-cleaning of small rivers of the Carpathian region, depending on changes in air temperature, obtained as a result of processing long-term hydrochemical monitoring data, that allows to make a forecast assessment of pollution of natural watercourses.

The indicator of wastewater dilution intensity has been improved, which differs in that the coefficients that depend on the river velocity and water temperature value are taken into account, which ultimately allows to establish the degree of self-purification of surface waters from pollutants.

On the basis of field research for the first time the regularity of oil products distribution in the right tributaries of the Dniester basin along the river with the possibility of further forecasting of surface water quality was established. A spatial cartographic model of oil products distribution in a natural watercourse has been built, which will make it possible to compile forecast maps of surface water self-purification in case of emergency oil spills and the ability to quickly make management decisions on the localization of pollutants.

Methods of water purification have been further developed by improving devices for localization and elimination of oil pollution, which will improve the ecological condition of natural watercourses within the influence of oil and gas enterprises. Improved methods of water purification from petroleum products are based on the use of natural sorbents with subsequent waste disposal; device for localization and elimination of oil pollution on standing water by forming a float fence, which is connected to the mechanism for reducing the area of the oil slick and the device for collecting oil pollution from the water surface.

The system of ecological monitoring of surface waters of the Carpathian region has been improved, which is an integral part of the environmental safety system at the level of an industrial enterprise for the purpose of improving the order to increase quality control of natural watercourses and forecast changes in their ecological condition.

Key words: sewage, natural watercourses, regularities, air temperature, water self-purification, intensity of water dilution, oil products, ecological monitoring, method of water purification.