

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГРИНЮК ВІКТОРІЯ ІГОРІВНА

УДК 628.357:622.32.012

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

Спеціальність 21.06.01 – Екологічна безпека

Галузь знань 10 – Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів містить посилання на відповідне джерело

Гринюк В.І.

Науковий керівник: **Архипова Людмила Миколаївна**, доктор технічних наук,
професор

Івано-Франківськ – 2021

АНОТАЦІЯ

Гринюк В.І. Закономірності самоочищення природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств (на прикладі НГВУ «Долинанафтогаз»). – 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 вод 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 прогностичну 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 складати прогностичні 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 у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств. Удосконалені способи очистки води від нафтопродуктів ґрунтуються на використанні природних сорбентів з подальшою утилізацією відходів; пристрою 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 OGPD “Dolynanaftogaz»). - Scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the scientific degree of candidate of technical sciences, 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.

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

ІРНИНІОК

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:

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

2. **Hryniuk, V.**, 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.*

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

4. **Hryniuk, V.I.**, 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.*

5. **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).

6. **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 ERIH PLUS, Scientific Indexing Services, Rootindexing, INFOBASE INDEX, EBSCOhost).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. **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.

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

9. **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.

10. **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.

11. **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.

12. **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.

13. **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.

14. **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.

15. **Гринюк В.І.,** Архипова Л.М. Вплив змія клімату на якісні показники гідроекосистеми. *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 змін якісних параметрів поверхневих вод в залежності від кліматичних умов.*

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

17. **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.

18. **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.

19. **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.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

20. 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.*

21. 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.

ГРИНЮК

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	12
ВСТУП	13
РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У РЕЗУЛЬТАТІ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ	19
1.1 Вплив нафтогазової промисловості на гідросферу.....	19
1.2 Міграція та трансформація нафтопродуктів у водному середовищі.....	26
1.3 Методи очищення стічних вод.....	35
1.4 Система управління екологічною безпекою нафтогазовидобувних підприємств.....	41
Висновки до розділу 1. Постановка завдань	45
РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРАВИХ ПРИТОК Р. СВІЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	47
2.1 Комплексний алгоритм наукового дослідження.....	47
2.2 Екологічний стан правих приток річки Свічі Карпатського регіону.....	49
2.3 Характеристика водоспоживання та водовідведення НГВУ «Долина нафтогаз».....	57
2.4 Методи дослідження.....	65
2.4.1 Метод розрахунку індексу забруднення води.....	65
2.4.2 Комплексний індекс потенціалу якості води.....	66
2.4.3 Визначення нафтопродуктів у воді гравіметричним методом.....	69
2.4.4 Визначення кратності розбавлення стічних вод.....	71
Висновки до розділу 2	73
РОЗДІЛ 3. ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ ДНІСТРА	74
3.1 Антропогенний вплив на якість води правих приток р. Свічі.....	74
3.2 Екологічна оцінка природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувного підприємства.....	77

3.3 Дослідження впливу змін температури повітря на якісні показники поверхневих вод басейну Дністра	90
3.4 Встановлення функціональних залежностей хімічних елементів поверхневих вод від температурних умов	99
3.5 Дослідження біохімічного споживання кисню як основного показника самоочищення поверхневих вод	110
Висновки до розділу 3	118
РОЗДІЛ 4. САМООЧИЩЕННЯ МАЛИХ РІЧОК КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ В МЕЖАХ ВПЛИВУ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ	120
4.1 Дослідження процесів самоочищення правих приток річки Свічі басейну Дністра	120
4.2 Моделювання природного самоочищення поверхневих вод від нафтопродуктів у межах впливу нафтогазовидобувного підприємства	130
Висновки до розділу 4	136
РОЗДІЛ 5. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД	137
5.1 Удосконалення способу очищення води від нафтопродуктів	137
5.2 Поплавковий пристрій для локалізації та ліквідації нафтового забруднення	143
5.3 Управління екологічною безпекою поверхневих вод на рівні промислових підприємств	147
Висновки до розділу 5	161
ВИСНОВКИ	163
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	166
ДОДАТКИ	188

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ПАР – поверхнево-активні речовини

НГВУ – нафтогазовидобувне управління

КІПЯ – комплексний індекс потенціалу якості

ІЗВ – індекс забруднення води

ГДК – гранично-допустима концентрація

БСК₅ – біохімічне споживання кисню (впродовж 5 діб)

ГРИНЮК

ВСТУП

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 відходи 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 «Рациональне 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, і 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, що збирають води з території нафтогазовидобутку та існуючих методів очистки стічних вод нафтогазовидобувного підприємства «Долина нафтогаз»;

2) виконати екологічну оцінку зворотних вод нафтогазовидобувного підприємства «Долина нафтогаз», 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 врахуванням 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 «Долина нафтогаз» 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 складати 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 прогнозу 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 «Долинанaftогаз» (Акт впровадження 12.07.2018 р.); а також для підвищення 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).

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 методів 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 науковометричній 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.

РОЗДІЛ 1

ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У РЕЗУЛЬТАТІ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Вплив нафтогазової промисловості на гідросферу

Нафтогазова промисловість – це діяльність підприємств, які здійснюють видобуток, переробку таких природних ресурсів, як нафта та газ [1]. З однієї сторони нафтогазова промисловість займає важливий сектор в економіці України та приносить великий прибуток, а з іншої – завдає шкоди навколишньому природному середовищу, зокрема забруднення ґрунтів, водних об'єктів, атмосферного повітря та здійснює негативний вплив на флору, фауну й здоров'я населення. Проте особливої уваги потребує екологічна безпека поверхневих та підземних вод, які знаходяться на території нафтовидобутку.

Згідно Водного кодексу України «водний об'єкт» – природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води (море, лиман, річка, струмок, озеро, водосховище, ставок, канал, а також водоносний горизонт) [2].

Значний внесок у дослідження впливу діяльності нафтогазовидобувних підприємств на екологічний стан підземних і поверхневих вод здійснили: О. М. Адаменко [3], Я. О. Адаменко [4], Л. М. Архипова [5], Я. М. Семчук [6], Г. І. Рудько [7], М. Й. Цайтлер [8], О. Ю. Митропольский. [9], Р. С. Чалов [10], А. М. Васильєв [11], І. М. Петрушка [12], Б. Ю. Депутат [13], В. З. Сабан [14], В. М. Шмандій [15], Т. Bakke [16], W. T. Foreman [17], J. Pichtel [18].

Що стосується скидів шкідливих речовин у водне середовище, то відомо, що нафтогазова промисловість використовує воду у великих кількостях. Вода необхідна як для основних, найбільш водовитратних технологічних процесів, так і для допоміжних та побутових потреб. Технічне водопостачання бурових майданчиків переважно організовується з розташованих поблизу водоймищ або спеціально пробурених на воду свердловин [19].

На основі проведених досліджень фахівці стверджують, що на території нафтогазової промисловості втрачається 3-7% від усього обсягу видобутої нафти, враховуючи те, що більша частина виділених забруднюючих речовин – до 75% надходить в атмосферу, 20% у водні об'єкти і 5% потрапляє в ґрунт [20].

Забруднення природних вод відбувається не тільки в результаті водовідведення неочищених стічних вод, але й при безпосередньому потраплянні забруднюючих речовин у водні об'єкти. Причинами таких забруднень є процес буріння та кріплення нафтогазових свердловин, при якому в пласт проникає фільтрат, промивна рідина та цементні розчини [21].

Нафтова плівка, що утворюється на поверхні води природних водотоків у межах виробничої діяльності нафтогазовидобувних підприємств, може охоплювати великі ділянки водного середовища. Наукові дослідження доводять, що при потраплянні однієї краплі нафти утворюється пляма на поверхні водойм, площа якої становить $0,25 \text{ м}^2$, а одна тонна нафти забруднює природні водойми площею близько 500 га [22].

Основною причиною забруднення водних об'єктів у межах впливу виробничої діяльності нафтогазовидобувних підприємств є аварійні розливи нафтопродуктів у результаті технічного зношування обладнання, внаслідок чого відбуваються надзвичайні екологічні ситуації, вірогідність появи яких неможливо виключити [23]. В таких випадках у природні водотоки потрапляють забруднюючі речовини: буровий розчин, нафта, горючі мастильні матеріали, шлам, хімреагенти.

Небезпечним є відкрите фонтанування нафти та мінералізованих пластових вод на суші і в межах акваторій. Забруднення водного середовища нафтопродуктами виникає і внаслідок порушення цілісності стовбура свердловини. Проте для водного середовища найнебезпечнішою є нафта, здатна покривати тоненькою плівкою величезні ділянки водної поверхні, що порушує нормальний обмін речовин [24].

Розглянемо більш детально фактори впливу діяльності нафтогазової промисловості на якість підземних та поверхневих вод.

Забруднення підземних вод відбувається за рахунок просочування бурових розчинів і нафтопродуктів з відстійників, а також за рахунок аварійних викидів, фонтанування свердловин, при виливах поверхнево-активних речовин (ПАР), паливно-мастильних матеріалів [25].

У своїй науковій праці [13] Депутат Б.Ю. зазначає, що найбільшу небезпеку для об'єктів природного середовища становлять відходи буріння, які накопичуються та зберігаються безпосередньо на території бурової. Серед відходів буріння найбільший об'єм мають бурові стічні води. Так, добове споживання води залежно від умов буріння та організації водопостачання сягає від 25-30 м³ до 100-120 м³. Автор стверджує, що ступінь впливу нафтопромислів на навколишнє середовище залежить від стадії їх розробки. На кінцевій стадії розробки нафтових родовищ зростає кількість супутніх пластових вод, які видобуваються, в результаті чого створюють екологічну небезпеку разом з нафтопродуктами та розсолами, потрапляючи у водоносний горизонт.

В.М. Курганський також вказує на небезпечне для гідросфери хімічне забруднення території буріння, яке пов'язане з проникненням в гідродинамічну систему поверхнево-активних речовин (у великих концентраціях ПАР – політропна отрута), важких металів та нітратів при аварійних виливах або фільтрації з резервуарів-відстійників. Поверхнево-активні речовини, до складу яких входять канцерогени, розчиняють тверді забруднювачі, а ґрунтові або пластові води переносять їх, забруднюючи великі території [26].

Варто зазначити, що основним напрямком переносу забруднення з підземних у поверхневі води є: забруднення через витоки крізь порушення ізоляції резервуарів та трубопроводів, які часто важко виявити та контролювати; стічні води, що містять забруднення, також, в першу чергу, потрапляють у підземні й ґрунтові води. Якщо забруднення підземних, ґрунтових вод унаслідок витоків з резервуарної ділянки можна уникнути

встановленням сучасного обладнання, то втрати на лінійній частині є невід’ємною частиною діяльності підприємств даного типу. Тут втрати нафтопродуктів відбуваються через ущільнення засувки та компенсаторів, внаслідок аварій, а також через отвори ізоляції, які виникають під дією корозії. Систематичні аварії, зумовлені зменшенням товщини та перфорацією стінок трубопроводів, є характерними при тривалій експлуатації. Хоча втрати через отвори в стінках трубопроводів незначні, для всього трубопроводу вони можуть досягати 50 % загальних втрат [27].

На основі аналізу літературних джерел [28-31] автором дисертаційної роботи представлено схему факторів впливу нафтогазової промисловості на підземні води (рис.1.1).



Рис. 1.1. Фактори впливу діяльності нафтогазовидобувних підприємств на підземні води (розроблено автором)

Основними причинами, унаслідок яких погіршується стан поверхневих вод внаслідок діяльності нафтогазовидобувних підприємств є [32]:

- аварійні розливи нафти та нафтопродуктів при розгерметизації трубопроводів і при транспортуванні нафти через природні водотоки;
- витоки з резервуарів для зберігання продукції, відстійників, лінійних комунікацій, призначених для переміщення нафтопродуктів у межах складів або від резервуарів до пунктів видачі;
- скид недостатньо очищених стічних вод нафтогазовидобувних підприємств;
- при бурінні нафтових свердловин чи експлуатації родовищ відбувається міграція нафтопродуктів за такою послідовністю: ґрунт – поверхневі води – підземні води;
- при перекачуванні нафтопродуктів через магістральні трубопроводи (при аваріях чи надзвичайних ситуаціях); зливові стічні води з поверхні автомобільних доріг та промайданчиків території промислового підприємства.

На основі аналізу літературних джерел автором дисертаційної роботи представлено схему основних факторів впливу нафтогазової промисловості на поверхневі води (рис. 1.2).

Основними причинами виникнення аварійних розливів нафти та нафтопродуктів на трубопроводному транспорті є зношеність основних фондів та несанкціоновані втручання у цілісність трубопроводів [33, 34]. Загрози довкіллю, які виникають під час експлуатації нафтопроводів, пов'язані з аварійними виливами нафти, особливо небезпечні, якщо вони супроводжуються потраплянням розливої нафти у водні системи. А тому значну небезпеку для водних екосистем становлять переходи трубопроводів через річки та озера [35]. Техногенне навантаження нафтогазовидобувної діяльності на водне середовище спричинене також функціонуванням відкритих ставків додаткового відстою та амбарів. Їх негативний вплив полягає у фільтрації токсичних речовин у підземні води. Досить часто внаслідок

затяжних дощів відбувається переповнення цих споруд і розтікання забруднюючих речовин на прилеглі території та водоймища [36].



Рис. 1.2. Фактори впливу діяльності нафтогазовидобувних підприємств на поверхневі води (розроблено автором)

Особливої шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообмінові між водою та атмосферою й знижує вміст у воді кисню. У результаті розливу 1 т нафти плівкою покриється 12 км² води. Згустки мазуту, осідаючи на дно, призводять до загибелі донних мікроорганізмів, які беруть участь у процесі самоочищення води. Внаслідок гниття донних осадів, забруднених органічними речовинами, виділяються шкідливі сполуки, зокрема сірководень, що отруюють усю воду в річці чи в озері [37].

Значний внесок у наукову спадщину щодо оцінки якісних параметрів гідроекосистем здійснив С. Яковлев (1991), котрий запропонував визначати індекс якості води за сукупністю основних показників залежно від видів водокористування. Й. Гриб (1991) розробив концепцію екологічної класифікації якості поверхневих вод [38]. Трохи пізніше (1992) А. Яциком було розроблено

методику комплексної оцінки стану річкових басейнів із водогосподарських позицій. В його основі лежить складання модель-карти та виведення екологічного коефіцієнта якості води. Результати наукових досліджень, які стосуються індексу забрудненості води, висвітлено в працях С. Кукурудзи «Гідроекологічні проблеми суходолу» (1999) [39], С. Сніжко «Оцінка та прогнозування якості природних вод» (2001) [40].

Дослідженню комплексної оцінки якісних параметрів гідроекосистем приділили увагу вчені не тільки на теренах України (Романенко В.Д. [41], Жукинський В.С., Оксіюк О.П., Верниченко Г.А., Яцик А.В., Чернявська А.П., Васенко О.Г., Гриб Й.В., Пелешенко В.І., Закревський Д.В., Хільчевський В.К. [42], Архипова Л.М. [43], Осадчий В.І. [44], Осадча Н.М., Ухань О.О. [45]), а й закордоном (Харкінс, Браун, Гарсія, Труїтт, Р. Altenburger [46], Мартинез, М. Loga [47], N. Szczerbińska [48], S. Poikane [49]). Удосконалено методики оцінки екологічного стану поверхневих вод, що представлені в наукових працях Л.Г. Руденко, О.В. Степової, Т.В. Паршикової.

Забезпечення безпечних умов водокористування обумовлено законом України «Про охорону навколишнього середовища» [50] і регламентується «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» [51]. Водним кодексом регулюються відносини щодо збереження, наукового обґрунтованого, раціонального використання вод для потреб населення та різних галузей економіки, охорони вод від забруднення, відтворення водних ресурсів, запобігання засміченню, шкідливим діям вод та усуненню їх наслідків, покращення стану водних об'єктів, а також охорони прав громадян, установ, підприємств, організацій на водокористування [2].

Американські вчені стверджують, що кожного року в моря та океани надходить 6,1 млн. т нафтопродуктів, враховуючи те, що 2,1 млн. т втрачається при транспортуванні нафти, 1,9 млн. т виносяться ріками, решта нафтопродуктів потрапляють разом із міськими та промисловими стічними водами прибережних територій, а також із природних джерел [52].

Особливості забруднення водних об'єктів нафтопродуктами вивчали О.П. Белоусова [53], О.М. Крайнюков [54].

Проте проблема оцінки якості малих річок Карпатського регіону, які знаходяться в межах виробничої діяльності підприємств нафтогазовидобувної промисловості ще недостатньо досліджена.

Зважаючи на те, що найбільшу небезпеку на сьогодні представляють аварійні ситуації, що супроводжуються відкритим фонтануванням нафти, порушенням герметичності систем збору та транспортування нафти, що в кінцевому результаті призводить до забруднення поверхневих вод, тому особливу увагу варто приділити дослідженню процесу самоочищення малих річок, які знаходяться в межах нафтовидобутку. Недосконалість управління екологічною безпекою навколишнього середовища, відсутність збалансованого водокористування призводить до забруднення та деградації річок, що в свою чергу становить загрозу здоров'ю людини.

Отже, подальші дослідження зфокусовані на визначенні якості поверхневих вод Карпатського регіону, які знаходяться у межах впливу виробничої діяльності підприємств нафтогазовидобувної промисловості та потребують детального вивчення.

1.2 Міграція та трансформація нафтопродуктів у водному середовищі

Для ефективного усунення наслідків нафтового забруднення поверхневих вод треба володіти не тільки достовірною інформацією про джерела та масштаби забруднення, а й здійснити прогноз поширення і трансформації нафтової плями у водному середовищі. Тому, спочатку слід розглянути сукупність чинників, які впливають на швидкість міграції нафтопродуктів у воді.

Нафтопродукти містяться в природних водах у різних міграційних формах: розчиненій, емульгованій, сорбованій на твердих частинках завислих речовин та донних відкладів, у вигляді плівки на поверхні води. Кількісне

співвідношення цих форм визначається такими факторами: умови надходження нафтопродуктів, відстань від місця скидання, швидкість течії та перемішування водних мас, ступінь забрудненості природних вод, а також склад нафтопродуктів, їх густина, в'язкість, розчинність, температура кипіння компонентів.

В'язкість впливає на швидкість міграції нафтопродуктів. Чим нижча в'язкість, тим вищі міграційні властивості вуглеводнів. Нафтопродукти, що мають високу в'язкість, можуть не досягати ґрунтових вод, залишаючись нерухомими в зоні аерації [55].

Окремі складові нафтопродуктів характеризуються високою розчинністю. Чим вища розчинність нафтопродукту, тим вища його концентрація в підземних водах, і, в результаті вони забруднюють більшу площу водоносного горизонту. Здатність нафтопродуктів до сорбції уповільнює процес міграції. У розчиненому стані у водному середовищі може знаходитися від 20 до 500 мг/дм³ нафтопродуктів. Як правило, для розчинених нафтопродуктів характерний підвищений вміст низькомолекулярних ароматичних вуглеводнів (до 90 %), які володіють вищою розчинністю [56].

Також чинниками, що сприяють міграції нафти є геостатичний та геодинамічний тиски, сила тяжіння, рух води, капілярні сили, явища дифузії, пружні властивості флюїдів та гірських порід, їх термічна здатність до розширення чи стиснення. Шляхами міграції нафти можуть бути проникні пласти природніх резервуарів, зони розривних порушень та зони тріщинуватості порід [57].

Розтіканню нафтової плями сприяє сила атмосферного тиску та сила плавучості. Чим більша величина сил атмосферного тиску і плавучості, тим вищий ступінь розтікання. Перша сила визначається атмосферним тиском, що залежать від термобаричних характеристик атмосфери, друга – різницею щільності водного середовища і нафтопродукту, що залежать від фізико-хімічних властивостей вуглеводнів [58].

Нафтова плівка змінює склад спектру та інтенсивність проникнення у воду світла. Пропускання світла тонкими плівками сирової нафти складає від 11-10% (280 нм) до 60-70% (400 нм). Плівка товщиною 30-40 мкм повністю поглинає інфрачервоне випромінювання. Змішуючись із водою, нафта створює емульсію двох типів: пряму «нафту у воді» і зворотною – «вода у нафті». Прямі емульсії, складені з крапель нафти діаметром до 0,5 мкм менш стійкі та характерні для нафт, що містять поверхнево-активні речовини. При вилученні летючих фракцій, нафта утворює в'язкі обернені емульсії, які можуть зберігатися на поверхні, переноситися течією, викидатися на берег і осідати на дно [59].

Важливу роль відіграє температура повітря, від якої залежить й температура води. Враховуючи те, що холодна погода сприяє уповільненню розтікання нафти та нафтопродуктів на водній поверхні, можна стверджувати, що влітку нафтопродукти забруднюють значно більшу територію водного середовища порівняно із зимовим сезоном. Варто зазначити, що найбільша товщина нафти при аварійних розливах буде уздовж берегової лінії.

Оскільки нафта має меншу густину ніж вода, тому при потраплянні у водний об'єкт утворює тонку плівку на поверхні води, що створює бар'єр для віддачі кисню. Внаслідок цього відбувається пригнічення водної флори та фауни, а також погіршення якості води (наявність специфічного запаху, присмаку, зміни величини водневого показника, кольоровості). Основними причинами таких змін є вміст нафтопродуктів у природних водотоках, а також продуктів їх хімічного та біохімічного окислення.

Враховуючи те, що основна маса нафтопродуктів зосереджена в плівці, то при віддаленні їх від джерела забруднення відбувається перерозподіл між основними формами міграції. Плівкові нафтопродукти, які знаходяться на поверхні водного об'єкту у вигляді тонкого, нерідко мономолекулярного шару (плівки), є найбільш стійкою формою міграції нафти [60]. Завдяки великій стійкості нафтові плівки здатні пересуватися під дією вітрів і течій на відстані до десятків і сотень кілометрів від місць надходження. В результаті, нафта, що

поступила у водний об'єкт, може здійснювати складний шлях, забруднюючи все нові та нові частини водного об'єкту. Процес самоочищення води від нафтопродуктів відбувається унаслідок випаровування легких фракцій (зменшує обсяг розлитої нафти на 50% протягом перших днів після розливу), осідання на дно важчих фракцій і бактеріального окислення [61].

У турбулентних водах частина нафти диспергується у водному середовищі у вигляді суспензійних крапель. Деякі з крапель нафти в суспензії можуть бути прикріплені до суспензій твердих частинок і повільно осідати разом на дно; проте деякі з них піднімаються до поверхні води за рахунок плавучості для утворення емульсії «вода в нафті» (рис.1.3).

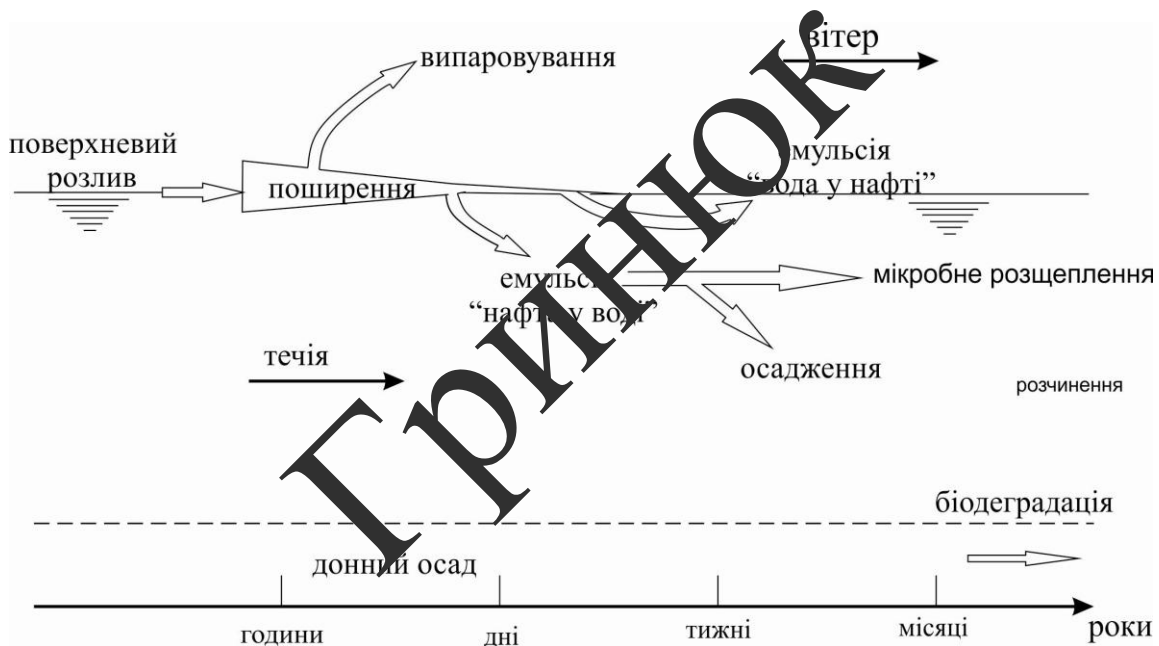


Рис. 1.3. Процес самоочищення поверхневих вод від нафтопродуктів [62]

Емульговані нафтопродукти – це вуглеводні, що знаходяться у водній товщі у вигляді емульсії (розмір частинок більше 0,45 мкм). Емульгування нафти і нафтопродуктів відбувається в результаті хвильового перемішування і проникнення вуглеводнів у водну масу і в донні відклади. Значні кількості нафтопродуктів, що знаходяться в завислому стані, адсорбуються на частинках тонкодисперсних мінеральних і органічних речовинах та осідають разом з ними на дно, накопичуючись в донних відкладах. У донні відклади поступають і

важкі фракції нафтопродуктів, що залишаються у водному середовищі при утилізації вуглеводнів бактеріями і при випаровуванні легких фракцій. Кількість нафтопродуктів, що осіли на дно, може досягати до 40 % від загальної кількості. Ці нафтопродукти надходять в харчовий ланцюг біоти, вступають у фізико-хімічну взаємодію з компонентами донних відкладів, створюючи різний вплив (головним чином негативний) на бентосні організми та на стан інгредієнтів донних відкладів.

Таким чином, у водній масі знаходиться в середньому від 50 до 90 % нафтопродуктів, що надходять у водний об'єкт в емульгованому і сорбованому завислими речовинами станах, в розчиненому - від 10 до 90 %, частка плівкових нафтопродуктів не перевищує 1 % [63].

Гранично допустима концентрація нафтопродуктів (у розчиненому і емульгованому стані) для води господарсько-питного і культурно-побутового використання становить 0,3 мг/дм³, для рибогосподарських водних об'єктів – 0,05 мг/дм³ [55].

За даними Міністерства екології та природних ресурсів України (нині Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (травень 2020р.)) разом із стічними водами до поверхневих водних об'єктів у 2017 році було скинуто 259,1 т нафтопродуктів [64], що свідчить про необхідність розробки технічних рішень щодо очистки води від вуглеводнів.

Спосіб та інтенсивність трансформації нафтопродуктів у водних об'єктах залежить від способу потрапляння у природні водойми, відстані від місця скиду стічних вод нафтогазової промисловості, гідрохімічного режиму водойм [65].

Автором дисертації розроблено схему міграції нафтопродуктів, що зображена на рис.1.4.

Моделювання розливів нафти на водну поверхню представлено у наукових працях українських (Арсан О.М., Ситник Ю.М., Тимченко І.В., Бабаджанова О.Ф., Ковач В.О., Тарнапольський А.Г., Безсонний В.Л. та іноземних вчених Johansen., G. Copeland, M. Fingas, J. Nelson, T. Nordam, M. Reed [69-73].

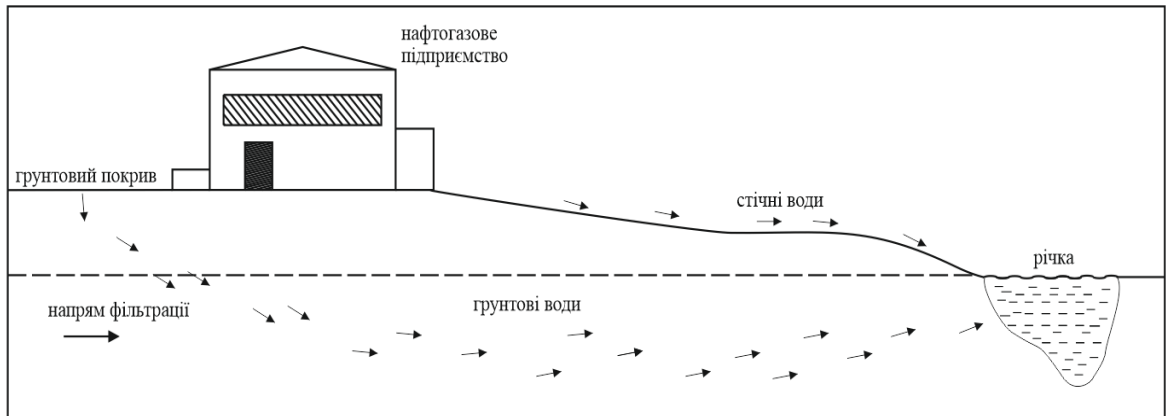


Рис. 1.4. Схема міграції нафтопродуктів (складена автором на основі опрацювання літературних джерел [66-68])

Наприклад, Johansen O., Tkalich P., Chan E., Дембрицький С.І., розробили моделі, в яких деформація нафтової плями розглядається як результат руху крапель нафти під дією хвиль. Thian-Yew W., Copeland G., Markatos N., Psaltak M. запропонували моделі, в яких враховується процес біорозкладу. Fay I. [74], Maskay D. [75] запропонували моделі поширення нафти у водному середовищі, враховуючи тимчасову динаміку плями нафти.

Більшість існуючих моделей нафтових розливів імітують лише адвекцію і розтікання поверхневої нафтової плями [76,77]. Інші моделі широко стосуються фізико-хімічних процесів, але не мають компонента для імітації руху нафтової плями. Проте в моделях (Huang і Monastero 1982, Spaulding 1988) були зроблені спроби включення обох процесів: транспортування та процеси вивітрювання.

Тільки декілька моделей розроблені для внутрішніх вод [78], що пов'язані із прогнозуванням поширення нафтової плями в річці. У цих моделях розподіл швидкості течії в річці розраховується за емпіричними зв'язками, визначені на основі польових даних із деякими модифікаціями для вторинної течії в річкових згинах. Передбачається, що нафтова пляма залишається круговою, з її обчисленням радіусу згідно із законами про поширення Фая.

Втрати нафти в поверхневому шарі внаслідок випаровування і розчинення розраховують на основі аналітичного та емпіричного методів, які

враховують вплив плямистості, швидкості вітру, температури і властивостей нафти [79].

Процеси вивітрювання, які відбуваються довго після початку розливу, не є зрозумілими і менш значними, тому вони не розглядаються в цій моделі. Це також виправдано з оперативної точки зору, оскільки основною метою моделі є короткострокові тактичні прогнози для формування природоохоронних заходів при великих розливах нафти. Велике значення при моделюванні має обсяг нафтових розливів і властивості нафти. Відмінність властивостей води і нафти обумовлює особливості їх поведінки в підземних і поверхневих водоймах [80].

В науковій праці [81] описано поширення нафтового забруднення при аварійних розливах в річкових водах, де автор використав нестационарне рівняння передачі пасивної домішки і турбулентної дифузії в тривимірній площині [82]:

$$\frac{dc}{dt} + U \frac{dc}{dx} + V \frac{dc}{dy} + (W - W_0) \frac{dc}{dz} = -\sigma c + \frac{d}{dx} \left(\gamma_1 \frac{dc}{dx} \right) + \frac{d}{dy} \left(\gamma_2 \frac{dc}{dy} \right) + \frac{d}{dz} \left(\gamma_3 \frac{dc}{dz} \right) \quad (1.1)$$

де c – концентрація нафтових вуглеводнів, кг/м^3 ; U , V , W – компоненти швидкості течії води по осях координат x , y , z ; W_0 – швидкість седиментації осаду нафти; σ – швидкість втрат домішок через випаровування; γ_1 , γ_2 , γ_3 – кінематичні коефіцієнти турбулентності уздовж осей координат x , y , z відповідно.

Фіксується початок системи координат в нижній частині річки, причому вісь Oz спрямована вертикально вгору; вісь Ox спрямована вздовж течії річки; Oy спрямована вздовж перпендикуляру до берега. Швидкість течії річки приймають наступним чином: $U = U_0 + bx$. Тоді отримують компоненти швидкості з рівняння безперервності наступним чином:

$$V = - (by / 2), \quad W = - (bz / 2), \quad (1.2)$$

де $b = \text{const}$ – значення зміни швидкості або його градієнта.

Однак, у цій моделі не врахована температура води, яка безпосередньо впливає на швидкість розщеплення органічних речовин, а також підвищення процесу самоочищення води від нафтопродуктів.

Також відома просторово-тривимірна модель поширення забруднюючих речовин в мілководній водоймі [83], що включає поширення домішок та гідродинамічну складову води, базується на математичних моделях Сухінова А.І., Васильєва В.С., Нікітіної А.В., Чистякова А.Є. Дану модель представлено у вигляді:

$$\begin{aligned}
 u'_x + v'_y + w'_z &= 0 \\
 u'_t + (u^2)'_x + (uv)'_y + (uw)'_z &= -\frac{1}{\rho} p'_x - \\
 \varphi'_x + \frac{\eta}{\rho} (u''_{xx} + u''_{yy} + u''_{zz}) + 2\Omega (v \sin \vartheta - w \cos \vartheta), \\
 v'_t + (uv)'_x + (v^2)'_y + (vw)'_z &= -\frac{1}{\rho} p'_y + \frac{\eta}{\rho} (v''_{xx} + v''_{yy} + v''_{zz}) - 2\Omega u \sin \vartheta, \\
 w'_t + (uw)'_x + (vw)'_y + (w^2)'_z &= -\frac{1}{\rho} p'_z - \varphi'_z + \frac{\eta}{\rho} (w''_{xx} + w''_{yy} + w''_{zz}) + 2\Omega u \cos \vartheta \\
 \frac{\partial s}{\partial t} + \text{div}(SV) &= D \Delta s + \frac{\partial}{\partial z} \left(\gamma \frac{\partial s}{\partial z} \right) - \mu s + f(x, y, z, t)
 \end{aligned} \tag{1.3}$$

В систему рівняння поширення забруднюючої речовини у водному середовищі (1.3) входять: рівняння нерозривності, рівняння Нав'є-Стокса для вязкої нестисливої рідини (стала щільність $\rho = \text{const}$). Кутова швидкість обертання Землі:

$$\Omega = \Omega (\cos \vartheta j + \sin \vartheta k) \tag{1.4}$$

де j, k – одиничні орти; $V = (u, v, w)$ – вектор швидкості водного потоку, $h = h(x, y, t)$ – висота стовпця рідини, ϑ – широта місця,

p – значення повного гідростатичного тиску,

η – коефіцієнт вязкості; φ – гравітаційний потенціал;

$$f_s = -\mu S + f(x, y, z) \quad (1.5)$$

де S – концентрація забруднюючої речовини, що переноситься водним потоком; μS – параметр, що характеризує взаємодію забруднюючої речовини з водою; f – внутрішні джерела (стоки) речовини, $f_s=f(x,y,z)$ – функція джерела забруднення із значення концентрації S ; k_s , D_s – коефіцієнти вертикальної та горизонтальної дифузії.

Проте модель (1.3) має недоліки, оскільки в ній не враховуються біологічні процеси деструкції забруднюючої речовини, які мають великий вплив на поширення забруднення в прибережній системі, що, тим самим, сприяє зниженню точності адекватного прогнозування розподілу концентрацій шкідливих речовин у водоймі та в подальшому негативному відображенню екологічного стану природних екосистем.

Отже, в процесі виробничої діяльності нафтогазовидобувних підприємств виникає загроза забруднення нафтопродуктами, які в природних умовах розкладаються протягом багатьох років, завдаючи значної шкоди природі. Найбільш небезпечним є забруднення водного середовища, оскільки нафтопродукти швидко поширюються, проникають в поверхневі та підземні води, водозабірні споруди, що відбирають воду для водопостачання населення [84].

Тому актуальним завданням дисертаційної роботи є встановлення функціональних закономірностей показників якості води природних водотоків та їх залежності від кліматичних змін, а також моделювання процесу самоочищення поверхневих вод від нафтового забруднення на основі польових досліджень.

1.3 Методи очищення стічних вод

Очищення стічних вод нафтогазовидобувні підприємства здійснюють з використанням механічних, фізико-хімічних та хімічних методів (рис.1.5). Вибір технології очищення залежить від показників забруднення, можливостей повторного використання вод для виробничих потреб, а також екологічного стану водойм.

Метод механічного очищення полягає в механічному вилученні із стічних вод нерозчинних домішок за допомогою флотаційних і фільтраційних установок, решіток, сит, жировловлювачів, нафтовловлювачів та вловлювачів піщаної фракції. У відстійниках осідають важкі частинки, а легкі речовини спливають на поверхню. На великих нафтобазах, перекачувальних станціях та інших об'єктах нафтової промисловості застосовують також мазутопастки, бензо- та маслопастки – аналоги нафтопасток. Механічним очищенням можна вилучити з побутових вод до 60 %, а з промислових – до 95 % нерозчинних домішок [85].

Механічне очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів використовують переважно як попереднє. Цей метод є найдешевшим, його проводять для виділення зі стічної води нерозчинених грубодисперсних домішок. Використання механічного очищення доцільне тоді, коли до водного об'єкту регулярно потрапляють значні об'єми вуглеводнів [86].

Основним методом очищення стічних вод у нафтовидобувній галузі є процес відстоювання, який вимагає відведення під відстійники великих територій і супроводжується виділенням забруднюючих компонентів в атмосферу [87].

Цей метод характеризується низькою ефективністю (ступінь очищення від завислих часток, нафтопродуктів (н/п) 35-50 %) та довготривалістю [88].

У нафтовій промисловості зазвичай застосовують фільтри із зернистим завантаженням. Загальним недоліком усіх фільтрів (крім пінополіуретанових) є те, що в результаті їх регенерації утворюються високоемульговані і стійкі

емульсії, які істотно ускладнюють утилізацію виділених нафтопродуктів. Такі фільтри доцільно застосовувати після попереднього очищення стоків у пісковловлювачах та нафтовловлювачах [89].



Рис. 1.5. Методи очищення стічних вод нафтогазовидобувних підприємств [86]

В нафтогазовидобувній галузі використовуються методи гравітаційного очищення (відстійники) стічних вод для закачки в нафтогазові пласти для підвищення пластового тиску, що приводить до витіснення нафти і газу на поверхню землі [90].

Недоліком цього методу є те, що механічні пристрої не забезпечують достатню ефективність очищення води від нафти.

Для збору нафти на воді механічними способами можуть бути застосовані два основних типи нафтозбірних робіт:

- стаціонарний збір нафти, при якому застосовують бонові огороження для локалізації та ліквідації нафтових плям, починаючи з джерела розливу або на відстані від нього, або у відкритій водоймі чи поблизу берега;

- пересувний спосіб збору нафти, при якому застосовуються забортові скімери [91].

Але ці методи потребують удосконалення, оскільки у реальних умовах в міру зменшення товщини нафтової плівки, що пов'язано з природною трансформацією під дією зовнішніх умов, продуктивність ліквідації розливу нафти за допомогою скімерів різко знижується.

Найпоширенішими фізико-хімічними методами є: коагуляція, флотація, екстракція та сорбція. Фізико-хімічне очищення стічних вод проводиться за допомогою розчинників. Вибірково видаляють небажані компоненти з очищеного продукту – зі стічних вод видаляються тонкодисперсні і розчинені домішки, руйнуються органічні речовини, які не окиснюються чи погано окиснюються.

Процес доочищення стічних вод методом флотації [92] включає насичення стічної води повітрям від компресорів з наступною дегазацією у флотаційній камері. Ступінь очищення складає 65-88%, а затрати електроенергії є значними [93], оскільки тільки 25% поданого для насичення повітря використовується для процесу очищення.

Диспергенти використовують в складних умовах, коли механічний збір нафтопродуктів здійснити складно чи неможливо, тобто при глибині понад 10 метрів, температурі води нижче 5 °С і температура зовнішнього повітря нижче 10°С. Перевагою диспергентів є те, що за їх допомогою можна оперативно ліквідувати розливи. Проте диспергенти мають певні недоліки: токсичність та обмеженість застосування за температурою [94].

Недоліком фізико-хімічного методу очищення є утворення та нагромадження відходів, які потребують утилізації. Варто врахувати те, що фізико-хімічний метод не рекомендовано використовувати як самостійний, оскільки після нього необхідне доочищення.

Далі стічні води переважно очищують хімічними методами. Напоширенішими хімічними методами очищення води на підприємствах нафтогазової промисловості є озонування, хлорування та пом'якшення води. Озонування застосовують для глибокого очищення стічних вод, що пройшли механічну, фізико-хімічну або біологічну очистку від розчинених в них

нафтопродуктів та інших органічних домішок, а також сірководню, тетраетилсвинцю, дезодорації (усунення специфічного запаху нафтопродуктів) і бактеріального знезараження води.

Різні хімічні реагенти вступають у реакцію з нафтою і осідають у вигляді нерозчинних осадів. Проте використання детергентів тільки посилює вражаючу дію нафтової плями, оскільки емульгована нафта легше потрапляє в організм водних мешканців. Отож, даний метод застосовують тільки для очищення локалізованої кількості води від нафти, він не є екологічним [95].

А.М. Луценко у науковій праці [96] зазначає, що на сьогоднішній день 20% забруднень поверхневих вод нафтопродуктами ліквідуються за допомогою найбільш неефективного та трудомісткого способу очистки – механічного, ще 20% – із застосуванням сучасних сорбентів, а решта 60% – не ліквідуються взагалі.

У даний час одними з найефективніших пристроїв для очищення поверхні природних та штучних водойм є скімери. Вони призначені для очищення поверхневих вод в резервуарах; очищення поверхневих вод від мастила в колодязях; очищення поверхні води в промислових відстійниках та шламових амбарах; видалення нафти з поверхневих водойм [97; 98].

На сьогоднішній день важливою проблемою є створення простих, доступних та надійних методів очищення води від нафтового забруднення. Відсутність цих методів в значній мірі стримує вирішення проблеми очищення води від нафтопродуктів. Тому вивчення сорбційної здатності матеріалів різної природи по відношенню до нафти та нафтопродуктів свідчить про актуальність даної тематики [99].

Проблема забруднення природних водойм нафтою та нафтопродуктами, їх знешкодження у водних екосистемах із застосуванням сорбентів є комплексною темою, що висвітлена у наукових працях таких учених і практиків, як: Г. О. Білявський, О. П. Хохотва, Павлюх Л.І., А. В. Шеметова, О.В. Кравченко, О. М. Бугаєнко, А. В. Хохлова [100].

Існує певна класифікація сорбентів: природні органічні та органо-мінеральні, неорганічні, а також синтетичні.

В якості неорганічних сорбентів використовуються як відходи виробництва, так і матеріали природного походження. До таких сорбентів можна віднести: глини різних видів, діатомітові породи, цеоліти, туфи, пемзу та інше. Перевагою неорганічних сорбентів є їх низька вартість та можливість великотоннажного виробництва.

З іншого боку, використання неорганічних сорбентів є не зовсім ефективним з екологічної точки зору. Оскільки вони мають дуже низьку ємність, тому леткі фракції бензину, гасу, дизельного палива зовсім не утримують. Якщо розглядати аварійні розливи нафтопродуктів на водну поверхню, то в такій ситуації неорганічні сорбенти не здатні ліквідувати забруднення, а тонуть разом з поглинутою речовиною. Практично єдиними методами утилізації таких сорбентів є їх промивання екстрагентами або водою з поверхнево-активними речовинами, а також випалювання [101].

Синтетичні сорбенти виготовляються на основі гідратцелюлози, поліуретану в губчастому або гранульованому виді, також поліпропіленових волокон, формованих в неткані рулонні матеріали різної товщини, застосовується також формований поліетилен з полімерними наповнювачами та інші види пластиків. Найчастіше їх використовують в країнах із високорозвиненою промисловістю (США, країни ЄС, Японія). Хоча синтетичні сорбенти мають високу нафтоємність, але більшість з них токсичні (що обмежує їх використання у вигляді тонких порошків), особливо у разі загоряння [102].

Найбільш перспективними для ліквідації вуглеводневих забруднень є природні органічні та органо-мінеральні сорбенти. Найчастіше застосовують деревну тріску та ошурки, модифікований торф, висушені зернові продукти, шерсть, макулатуру, відходи виробництва льону.

Одним з кращих природних сорбентів, схожих за своєю здатністю до поглинання з модифікованим торфом, є шерсть. Вона може поглинути до 8 -

10 кг нафти, при цьому природна пружність шерсті дозволяє віджати велику частину легких нафтових фракцій. Проте після декількох таких віджимань шерсть стає непридатною для подальшого використання. Висока вартість шерсті, недостатня її кількість і високі вимоги до зберігання (шерсть притягує гризунів, комах, зазнає біохімічного перетворення) не дозволяють вважати її перспективним сорбентом [103].

Також найбільш розповсюдженими є сорбенти на основі синтетичних матеріалів (пінополістирол, карамідоформальдегідна смола, гранульований пінопласт, каучукові крихти, поролон, синтепон, лавсан, поліпропіленове волокно) та неорганічних матеріалів (скловолокно, графіт модифікований та ін.) [104, 105]. Характеристика деяких сорбентів нафти і нафтопродуктів наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Характеристика сорбентів нафти і нафтопродуктів [106]

Сорбент	Коефіцієнт нафтопоглинання	Час збирання, с	Плавучість	Ефективність очистки, %
Гумова крихта	1:4	60	Не тоне	92
Текстильний	1:16	60	Не тоне	99,98
Пінополіуретан	1:9	30	Не тоне	83
Перліт	1:3	30	Не тоне	82,5
Тирса	1:1	30	Не тоне	67

Незважаючи на отримання первинного екологічного ефекту – розриву суцільного плівкового забруднення, сорбції розчинених і емульгованих нафт, існує певний недолік таких сорбентів – вимагають збору та утилізації, які не завжди на практиці здійсненні [107].

Слід зауважити, що важливим сучасним напрямом екологізації виробництва є повторне використання відходів. Виводити відходи з

виробничого циклу і викидати їх нераціонально з двох причин: по-перше, ми цим самим виводимо із виробничого процесу продукт, який містить у собі ще деяку кількість цінних компонентів, і, по-друге, забруднюємо природні об'єкти, ускладнюючи соціоекологічну ситуацію у районі діяльності виробництва. Тому найбільш раціональним рішенням є регенерація первинних відходів, тобто залишення їх у циклі виробництва з метою додаткової переробки і вилучення невикористаних елементів або сполук [108].

Отже, на основі проведених досліджень виявлено, що існуючі технології очищення води від нафтопродуктів не повністю відповідають сучасним вимогам. Процеси відділення органічних домішок у нафтовловлювачах характеризуються невисокою продуктивністю та ефективністю. Фізико-хімічні методи вимагають застосування дорогих матеріалів та реагентів, значних енергетичних витрат. Застосування сорбентів в значній мірі обмежується складністю процесів відновлення їх ємності. Проте різноманітність сорбційних матеріалів, широка сировинна база та порівняно висока ефективність підтверджує необхідність проведення наукових досліджень в даній області з метою удосконалення нафтовмісних властивостей існуючих сорбентів, створенні нових підходів до вирішення проблеми. Тому задачею подальших досліджень є пошук нових технічних рішень щодо очистки води від нафтопродуктів.

1.4 Система управління екологічною безпекою нафтогазовидобувних підприємств

Забезпечення належного рівня екологічної безпеки передбачає наявність ефективного механізму управління природокористуванням. Як доводять наукові дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених [109-113] та підтверджує практика, сьогодні такий механізм є недосконалим. Підвищення ефективності управлінського механізму вимагає попереднього його аналізу. В той же час методичні підходи, що використовуються з цією метою, не забезпечують

виявлення всього комплексу недоліків. Тому виникає необхідність розробки нових підходів для поглиблення аналізу, підвищення його комплексності. Це дасть змогу обґрунтувати реальні шляхи удосконалення механізму управління екологічною безпекою нафтогазовидобувних підприємств.

Проблеми управління екологічною безпекою, умови формування та реалізації екологічної політики, показників та методичних прийомів оцінювання екологічної безпеки знайшли відображення в працях вітчизняних та зарубіжних вчених: В. І. Андрейцева, Н. М. Андрєєва, В. Н. Буркова, Т. П. Галушкіна, А. Ю. Галяметдінова, О. П. Добровольської, О. С. Заржицького, Д. В. Зеркалова, В. С. Кравціва, В. І. Крутякова, В. І. Лозо, А. В. Подковського, В. Г. Полякова, Ю. І. Стадницького, М. Р. Трухана, І. К. Бистрякова, І. М. Синякевича, А. В. Яцика, П. О. Фесюнова, С. К. Харічкова, Є. В. Хлобистова, О. М. Шаповалової, А. В. Шелкіна, Л. М. Якушенка, М. Е. Берлянда, В. С. Сафронова, У. Фергісон [114].

Дослідження у сфері управління техногенно-екологічною безпекою, концепції мінімізації ризику, попередження надзвичайних ситуацій техногенного походження та ліквідації їх наслідків, пошук практичних рекомендацій щодо техногенної безпеки на рівні держави, регіону та господарюючого суб'єкту представлено у наукових працях таких вчених: С. Вакуленка, С. Дорогунцова, Л. Мельника, О. Васенка, Н. Мінакової, Г. Обиход, Д. Округіна, І. Підкамінного, Г. Плосконос, А. Проценка, І. Шевченка, А. Качинського [115-125].

Порівняння способів та методів екологічного управління в різних країнах світу здійснено в роботі В.Р. Лозанського [126]. Екологічні аспекти регіонального розвитку досліджено в праці Б.В. Буркінського та Н.Г. Ковальнової [127]. Питанням впровадження екологічного менеджменту на окремих промислових підприємствах присвячене дослідження В.М. Кислого, Є.В. Лапіна, М.О. Трофименка [128].

Також вирішенню проблем удосконалення еколого-економічного управління діяльності підприємств присвячені роботи як вітчизняних, так і

закордонних учених-економістів: Н. Бондаренко, О. Веклич, Г. Григорян, В. Гриньова, М. Кизим, К. Низькодубова, Л. Мельник, А. Низ, М. Пашкевич, І. Семеняк, І. Варламова, В. Трегобчук, Л. Українська, В. Хесле, М. Хохлов, В. Шевчук, В. Шепя.

Наприклад, Низькодубова К.В. у своїй науковій роботі пропонує методику, що полягає у плануванні та організації екологічної діяльності підприємства. Дана методика включає такі елементи: еколого-економічний аналіз, поетапне планування екологічної діяльності з урахуванням внутрішньої та зовнішньої політики підприємства, визначення напрямків організації екологізації, критеріальна якісна оцінка системи екологічного менеджменту [129-132].

У більшості наукових публікацій основна увага приділяється вивченню економічної складової управлінського механізму [133-134]. Адже зміни екологічної ситуації (як позитивні, так і негативні) є результатом реалізації не лише економічних заходів. Проте не меншого значення мають також і організаційні елементи: оптимальність організаційних структур, обґрунтованість управлінських рішень, процедури їх прийняття та реалізації тощо. Більше того, ефективність економічних важелів значною мірою залежить від організаційних факторів.

Сучасний стан системи управління екологічною безпекою вітчизняних підприємств перебуває на початковій стадії формування механізму її забезпечення. Аналіз природокористування, екологічного управління та екологічної діяльності підприємств в Україні свідчить про гостру необхідність негайного формування чіткого діючого механізму екологічного й безпечного розвитку. Для досягнення цієї мети необхідне, насамперед, вдосконалення і трансформація існуючої законодавчої та нормативної бази державного екологічного регулювання, системи екологічного менеджменту нафтогазових підприємств, всебічного врахування екологічного фактору в усіх аспектах виробничої діяльності.

Проблеми нафтогазових підприємств Західного нафтогазоносного регіону необхідно розглядати в площині проблем нафтогазового комплексу загалом, оскільки останній є складною системою. Очевидно, що проблеми геологорозвідки, видобутку нафти і газу, транспортування вуглеводнів магістральними та промисловими трубопроводами впливають також і на господарську діяльність нафтопереробних підприємств, на їх облаштування й експлуатацію.

Варто врахувати, що значна частина нафти в регіоні видобувається на родовищах, що експлуатуються тривалий час, які часто обладнані малопристосованою до сучасних вимог охорони природи технікою, де ще використовується і застаріла технологія. Все це сприяє появі аварійних розливів і витоків продукції із свердловин інколи із значними негативними наслідками для навколишнього середовища. Крім того, навіть сучасна техніка і технологія не можуть повністю виключити негативного впливу процесів буріння свердловин, видобування, транспортування і переробки нафти на навколишнє середовище, що викликане специфікою галузі. Тому виникає потреба у пошуку більш ефективних технологічних рішень, що дозволяють з найменшим шкідливим впливом на навколишнє середовище видобувати і транспортувати нафту і газ, підвищувати нафтовіддачу родовищ, швидко і без ускладнень усувати причини та наслідки аварійних розливів, а також проводити заходи з підвищення рівня техногенної і екологічної безпеки. Крім того, для ефективного управління техногенно небезпечними нафтогазовими підприємствами стратегічний підхід має поєднуватися із системою управління навколишнім середовищем [135].

Система управління навколишнім середовищем нафтогазовидобувних підприємств діє відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 14001. Однак особливу увагу слід звернути на таку важливу ланку, як управління екологічною безпекою водних об'єктів, яке потребує глибоких знань про функціонування та зміну водних екосистем в умовах комплексного використання водних об'єктів, вміння прогнозувати зміни у структурній та

функціональній організації під впливом антропогенних та природних чинників, наукового обґрунтування заходів, спрямованих на попередження можливих негативних змін екологічного стану водних об'єктів та погіршення якості води.

Тому одним із завдань дисертаційного дослідження є аналіз системи управління екологічною безпекою на рівні нафтогазовидобувного підприємства та удосконалення екологічного моніторингу поверхневих вод Карпатського регіону в межах нафтовидобутку.

Висновки до розділу 1. Постановка завдань

Аналіз попередніх досліджень показав, що вітчизняні та закордонні науковці приділяють велику увагу дослідженню впливу нафтогазовидобувних підприємств на підземні та поверхневі води, міграції нафтопродуктів у водному середовищі, методам очищення стічних вод, а також механізмам управління екологічною безпекою промислових підприємств.

В той же час існуючі методи очищення стічних вод не спроможні забезпечити якість зворотних вод відповідно до норм ГДК. 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 та використання нових технічних рішень.

Таким чином, актуальною науково-технічною задачею 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.

Метою дисертаційної роботи є вирішення задачі 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.

Відповідно до поставленої мети сформульовано такі завдання дослідження:

1) провести аналіз екологічного стану правих приток басейну Дністра Карпатського регіону, що збирають води з території 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;

6) проаналізувати систему управління екологічною безпекою на рівні промислового підприємства «Долинанaftогаз» та запропонувати шляхи удосконалення екологічного моніторингу поверхневих вод Карпатського регіону, а також технічних рішень щодо способу очистки води від нафтопродуктів.

РОЗДІЛ 2

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРАВИХ ПРИТОК Р. СВІЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Комплексний алгоритм наукового дослідження

Перш ніж почати будь-яке наукове дослідження потрібно скласти алгоритм етапів, проведення яких дасть змогу вирішити основні завдання обраної тематики, що полягають у встановленні просторово-часових закономірностей самоочищення природних водотоків Карпатського регіону.

Оскільки об'єктом дослідження є процес самоочищення природних водотоків від забруднюючих речовин у межах впливу нафтогазовидобувних підприємств, перш за все виникає потреба оцінити якість води в річках 500 м вище місця скиду стічних вод. Послідовність запропонованого наукового дослідження представлено на рис. 2.1.

На хімічний склад води в річках впливають антропогенні та природні фактори, які слід розглядати комплексно. Це дасть змогу оцінити рівень забрудненості поверхневих вод та здійснювати подальші прогнози екологічного стану води з врахуванням природних факторів. В даному випадку пропонується встановити закономірність між якісними показниками природних водотоків та зміною кліматичних параметрів (середньорічною температурою повітря).

При забрудненні поверхневих вод важливу роль відіграє інтенсивність біохімічних природних реакцій у водному потоці річки, тобто здатність до самоочищення. Основним показником процесу самоочищення є біохімічне споживання кисню, зміну якого пропонуємо дослідити на відстанні 1000 м. До основних індикаторів біохімічного споживання кисню належать органічні речовини та амонійні сполуки, від яких залежать умови для збереження необхідного рівня вмісту кисню у природних водотоках.

У межах діяльності нафтогазовидобутку є загроза виникнення аварійних ситуацій: негерметичність трубопроводів, фонтанування нафтових свердловин,

розлив нафти при транспортуванні. Тому наступним етапом є відбір та аналіз проб води на вміст нафтопродуктів в досліджуваному природному водотоці.

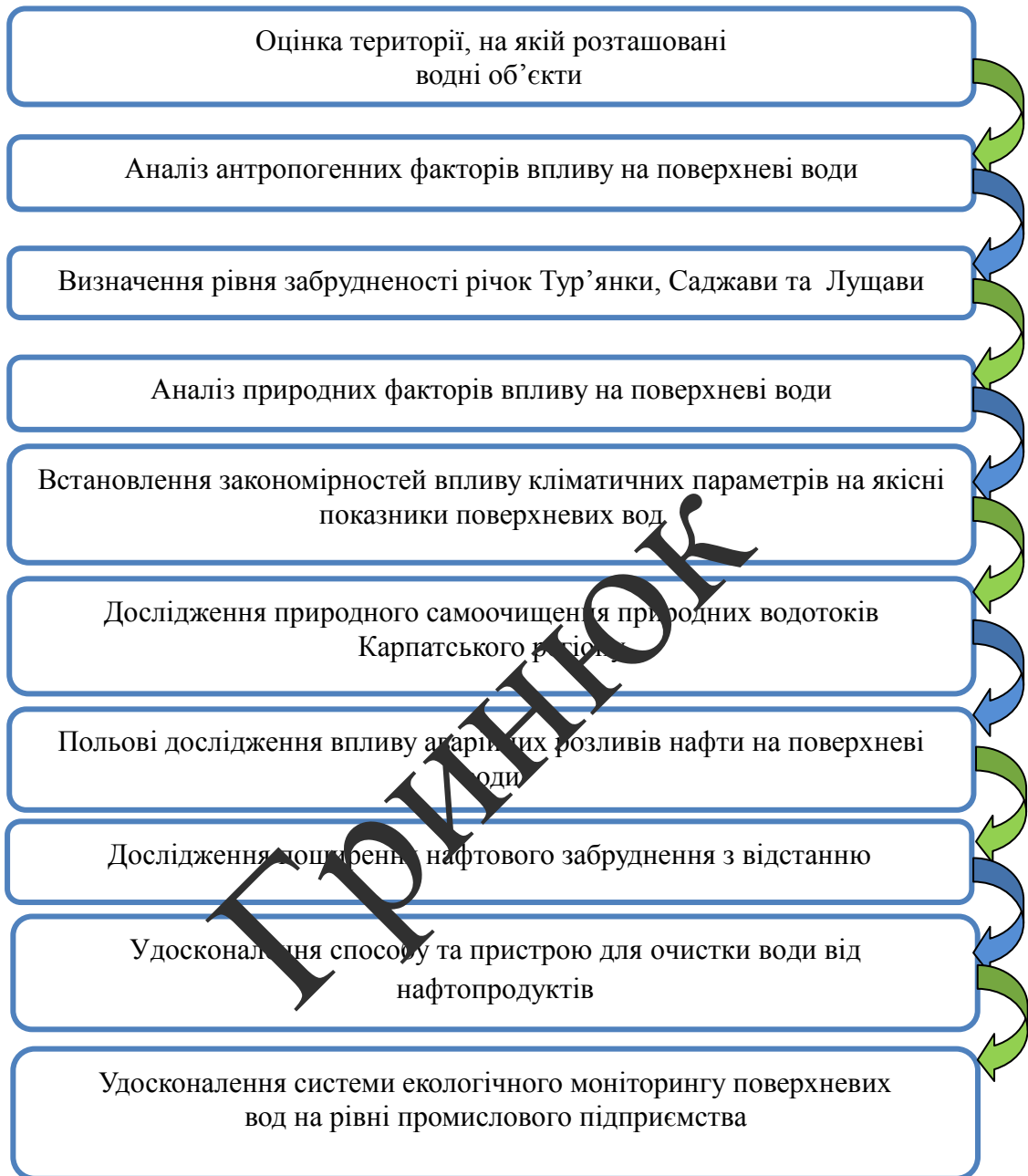


Рис. 2.1. Комплексний алгоритм наукового дослідження

Моделювання поширення нафтопродуктів з відстанню дозволить візуально оцінити швидкість самоочищення води та розрахувати відстань, на якій вміст нафтопродуктів досягне гранично допустимої концентрації.

Використання удосконалених технічних пристроїв дасть змогу підвищити рівень екологічної безпеки водних об'єктів в межах нафтогазовидобутку.

В результаті запропоновано удосконалити систему екологічного моніторингу управління екологічною безпекою 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.

2.2 Екологічний стан правих приток річки Свічі Карпатського регіону

Для дослідження обрано праві притоки річки Свічі басейну Дністра (річки Тур'янка, Саджава, Лушава), які приймають стічні води від підприємства нафтогазової промисловості НГВУ «Долина нафтогаз» (рис.2.2).

Територія дослідження знаходиться в межах Долинського та Північно-Долинського нафтового родовища НГВУ «Долина нафтогаз» Івано-Франківської області.

Перш ніж дослідити якість обраних природних водотоків після скиду стічних вод нафтогазовидобувним підприємством необхідно розглянути природні умови території їх ресташування, проаналізувати гідрографічні та морфометричні характеристики правих приток р. Свічі, а також встановити їх якість води у фоновому створі.

Річка Свіча є складовою частиною басейну Дністра, яка протікає через центральну та зовнішню зони Карпат та внутрішню і зовнішню зони Передкарпатського прогину. Долина річки сформована з дернових опідзолених ґрунтів та оглеєних їх видів, піщано-легкосуглинкових, піщано-середньосуглинкових, а також місцями болотних ґрунтів на алювіально-делювіальних відкладах. Загальна довжина річки Свічі – 107 км.

За режимом течії та речовим складом алювію, річка Свіча ділиться на дві частини – гірську та рівнинну [136].

Праві притоки р. Свічі відносяться до рівнинної частини даної річки та мають помірну течію, середня швидкість якої становить 0,2 м/с, з незначними перекатами на окремих ділянках.



Рис. 2.2. Карта-схема об'єктів дослідження (розроблена автором)

На основі аналізу гідрографічних та морфометричних характеристик правих приток р. Свічі (табл.2.1), можна зробити припущення, що більшу здатність до самоочищення мають р. Саджава та Луцава (швидкість течії більша ніж у р. Тур'янки).

Річка Саджава бере свій початок на висоті 520 м над рівнем моря, в 5 км на південний схід від м. Долини. Площа водозабору річки Саджави становить 22,5 км², коефіцієнт звивистості річки –1,08. Русло ріки нерозгалужене, помірно звивисте. Дно рівне піщане, місцями замулене. Береги помірно круті та пологі, місцями обривисті висотою 0,8–1 м [137].

Таблиця 2.1

**Гідрографічні та морфометричні характеристики
правих приток р. Свічі [109]**

Водний об'єкт	Тур'янка	Саджава	Луцава
Площа водозабору, км ²	8,88	22,5	1,17
Довжина, км	38	17	15
Ширина річки, м	2,06	2,8	0,79
Середня глибина, м	0,08	0,09	0,05
Максимальна глибина річки, м	0,25	0,11	0,11
Нахил водозабору, м/км	46,7	9,4	21
Швидкість течії, м/с	0,17	0,24	0,10

Максимум стоку річки Саджави припадає на весняно-літній період. Середньо-багаторічна витрата води річки Саджави у фоновому створі, який знаходиться за 5,5 км від гирла, складає $\approx 0,25 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для оцінки якості води 500 м вище від місця скиду стічних вод НГВУ «Долинанарфтогаз» до правих приток р.Свічі басейну Дністра проведено розрахунок середніх значень концентрацій таких контрольних показників: рН, хлориди, сульфати, амоній солевий, азот амонійний, нітрити, нітрати, фосфати, завислі речовини, БСК₅, сухий залишок та нафтопродукти. Обчислення здійснено на основі статистичних щоквартальних даних НДП ПАТ «Укрнафта», який безпосередньо проводив гідрохімічний моніторинг поверхневих вод на замовлення НГВУ «Долинанарфтогаз» [138].

Осереднені результати розрахунків середньорічних концентрацій забруднюючих речовин та визначення якості води річок Тур'янки, Саджави, Луцави після скиду зворотних вод підприємства представлено у розділі 3.

Якщо розглянути вміст хімічних речовин у фоновому створі річки Саджави, то в даному випадку слід звернути увагу на перевищення нормативу ГДК за такими елементами: БСК₅, амоній солевий, азот амонійний, нітрити та фосфати (табл.2.2).

Таблиця 2.2

Гідрохімічна характеристика р. Саджава у фоновому створі за період 2006-2017 рр. (розроблена автором на основі даних екологічного моніторингу)

Назва контрольованих показників, од.вимір.	Значення показника	ГДК Згідно ДСТУ	Перевищення ГДК (рази)
рН	7,07	6,5-7,8	в нормі
Хлориди, мг/дм ³	38,19	300	в нормі
Сульфати, мг/дм ³	26,74	100	в нормі
Амоній солевий (NH ₄), мг/дм ³	5,78	0,5	11,5 ГДК
Азот амонійний, мг/дм ³	3,76	0,5	3,76 ГДК
Нітрити, мг/дм ³	0,18	0,08	2,25 ГДК
Нітрати, мг/дм ³	4,34	45	в нормі
Фосфати, мг/дм ³	1,65	–	1,65 ГДК
Завислі речовини, мг/дм ³	58,4	+0,75 до фону	в нормі
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	39,7	3	13,2 ГДК
Сухий залишок	515	1000	в нормі
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,027	0,05	в нормі

Наступною досліджуваною річкою є Луцава (табл.2.3), яка бере початок з джерел, що виходять із залісної болотистої території на висоті 450 м над рівнем моря, що знаходиться на відстані 6 км від м. Долина. Протікає у північно-східному напрямку на території Долинського району Карпатського регіону.

Територія басейну річки характеризується гірським горбистим рельєфом. Середня річна кількість опадів, що випадає на територію водозбору становить 700-900 мм, 75% з яких випадає в теплий період року.

**Гідрохімічна характеристика р. Лушава у фоновому створі
за період 2006–2017рр. [108]**

Назва контрольованих показників	Значення показника	ГДК	Перевищення ГДК (рази)
рН	7,1	6,5-7,8	в нормі
Хлориди мг/дм ³	268	300	в нормі
Сульфати мг/дм ³	97	100	в нормі
Амоній солевий, NH ₄	0,83	0,5	1,66 ГДК
Азот амонійний, мг/дм ³	3,5		3,5 ГДК
Нітрити, мг/дм ³	0,16	0,08	2 ГДК
Нітрати, мг/дм ³	31	45	в нормі
Фосфати, мг/дм ³	1,08	–	1,08 ГДК
Завислі речовини, мг/дм ³	21	0,75 до фону	в нормі
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	6,2	3	2 ГДК
Сухий залишок, мг/дм ³	748	1000	в нормі
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,04	0,05	в нормі

Русло ріки слабо звивисте, нерозгалужене. Дно нерівне, глинисте, місцями галькове. Середньо-багаторічна витрата води складає 0,0083 м³/с (табл.2.1).

Живлення снігове і дощове. Річний хід рівня води, що притаманний більшості річок Передкарпаття, характеризується частими підйомами. Максимум стоку припадає на весняно-літній період.

Визначення гідрохімічних показників якості води р. Лушави проводились у фоновому створі, що розташований за 11,6 км від гирла даної річки. Нами розраховано середнє арифметичне значення хімічних елементів р. Лушави за період 2006–2017 рр. В результаті виявлено перевищення нормативу ГДК для таких же хімічних елементів, як у р. Саджаві.

Річка Тур'янка бере початок з джерел, що виходять із залісної місцевості на висоті 500 м над рівнем моря за 3 км на південь від м. Долина. Територія басейну річки характеризується горбистим рельєфом, посіченим балками та ярами.

Місце розташування басейну – передгір'я Карпат та Прикарпатська височина. Річна кількість опадів становить 700-800 мм, більша частина з яких випадає у теплий період року [139].

Русло ріки звивисте, нерозгалужене (коефіцієнт звивистості ріки $k=1,3$). Береги річки круті та обривисті, переважно лугові, порослі чагарниками та деревами. Живлення р. Тур'янка переважно відбувається за рахунок опадів, що випадають в даному районі з помітним впливом ґрунтових вод [140].

Категорія водокористування водотоку – комунально-побутова [141].

Середньоарифметичні розрахунки фонових концентрацій р. Тур'янки за період 2006–2017 рр. проводились на водній ділянці 500 м вище випуску №1 та вище випуску №4.

Результати середньорічних даних вмісту хімічних речовин у р. Тур'янці також вказують на перевищення концентрацій БСК₅, амонію солевого, нітритів, азоту амонійного, фосфатів, але вони незначні (табл.2.4; табл.2.5).

Отже, у фоновому створі правих приток річки Свічі виявлено невідповідність якості води нормативу ГДК. На швидкість природного самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин впливає: термічний режим повітря, вітровий режим, режим опадів.

Тому подальше дослідження спрямоване на встановлення причин забруднення поверхневих вод 500 м вище скиду зворотних вод нафтогазового підприємства та просторово-часових закономірностей показників якості правих приток р. Свічі басейну Дністра з врахуванням гідрометеорологічних факторів.

Таблиця 2.4

**Гідрохімічна характеристика р. Тур'янка у фоновому створі
(вище випуску №1) за період 2006-2017рр. [108]**

Назва контрольованих показників	Значення показника	ГДК	Перевищення ГДК (рази)
рН	7,18	6,2-7,8	в нормі
Хлориди мг/дм ³	203,02	300	в нормі
Сульфати, мг/дм ³	45,09	100	в нормі
Амоній солевий, NH ₄	0,68	0,5	1,36 ГДК
Азот амонійний, мг/дм ³	0,51	–	0,51 ГДК
Нітрити, мг/дм ³	0,13	0,08	1,62 ГДК
Нітрати, мг/дм ³	3,06	45	в нормі
Фосфати, мг/дм ³	0,09	–	0,09 ГДК
Завислі речовини, мг/дм ³	30,6	0,75 до фону	в нормі
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	6,34	3	2,11 ГДК
Сухий залишок, мг/дм ³	545,4	1000	в нормі
Нафтопродукти	0,04	0,05	в нормі

Таблиця 2.5

Гідрохімічна характеристика р. Тур'янка у фоновому створі (вище випуску №4) за період 2006-2017рр. (розроблена автором на основі даних екологічного моніторингу [108])

Назва контрольованих показників	Значення показника	ГДК	Перевищення ГДК (рази)
рН	7,21	6,5-7,8	в нормі
Хлориди мг/дм ³	89,9	300	в нормі
Сульфати, мг/дм ³	44,47	100	в нормі
Амоній солевий, NH ₄ , мг/дм ³	0,67	0,5	1,34 ГДК
Азот амонійний, мг/дм ³	0,54	–	0,54 ГДК
Нітрити, мг/дм ³	0,18	0,08	2,25 ГДК
Нітрати, мг/дм ³	4,89	45	в нормі
Фосфати, мг/дм ³	0,17	–	0,17 ГДК
Завислі речовини, мг/дм ³	21,8	0,75 до фону	в нормі
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	5	3	1,67 ГДК
Сухий залишок, мг/дм ³	350	1000	в нормі
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,03	0,05	в нормі

2.3 Характеристика водоспоживання та водовідведення НГВУ «Долинанaftогаз»

Інтенсифікація нафтогазовидобувної промисловості, на сучасному етапі розвитку економіки, в великій мірі залежить від наявності та можливості використання водних ресурсів. При цьому, раціональне споживання та охорона навколишнього середовища, мають бути першочерговим в постачанні підприємства водою. З метою підвищення ефективності використання водних ресурсів, стимулювання раціонального використання свіжої води і контролю за її використанням розробляються норми і нормативи водоспоживання та водовідведення.

Для аналізу та дослідження рівня екологічної безпеки водних об'єктів у межах впливу нафтопромислів обрано нафтогазовидобувне управління (НГВУ) «Долинанaftогаз», що знаходиться в м. Долинці Івано-Франківської області та здійснює видобуток нафти, конденсату, попутного і природного газу, а також перекачку до споживачів. Виробничі об'єкти НГВУ розташовані на Долинському, Вигода-Витвицькому, Північно-Долинському, Танявському родовищах (Долинський район Івано-Франківської області) та на Струтинському, Спаському, Ріп'янському, Підлісівському, Чечвинському та Рожнятівському родовищах (Рожнятівський район Івано-Франківської області).

Розробка родовищ здійснюється з підтриманням пластового тиску шляхом нагнітання води в продуктивні горизонти прісних та нафтопромислових вод. Всі основні родовища знаходяться на пізній стадії розробки. На цьому етапі розробки продукція характеризується високим ступенем обводненості, при цьому спостерігається тенденція до зменшення продуктивності покладів, експлуатація видобувних свердловин проводиться механізованим способом за допомогою глибинних штангових насосів та установки електровідцентрових насосів.

Одним з найбільш ефективних методів підвищення нафтовилучення родовищ є підтримка пластового тиску шляхом заводнення. Для цього

створений цілий комплекс об'єктів: водозабори на річках Свіча, Чечва, Жижава, Смерека, фільтрувальні станції, насосні станції першого і другого підйомів, кущові насосні станції (КНС), система низьконапірних і високонапірних водоводів. Нагнітання води в продуктивні горизонти проводиться під тиском 16-20 МПа із КНС, які обладнані електропривідними насосами продуктивністю 180 м³/год.

Щорічно в продуктивні пласти нагнітається біля 3 млн м³ води. На всіх родовищах в системі підтримання пластового тиску використовується прісна та підтоварна мінералізована пластова вода, яка відділяється від нафти в процесі її підготовки. Такий замкнутий цикл використання води є найбільш ефективним, оскільки запобігає потраплянню пластових вод у ґрунти, поверхневі та підземні води.

Процес видобування та підготовки сировини до переробки відбувається на основних технологічних дільницях ПГВУ «Долинанaftогаз»: цехи видобутку нафти і газу, цех підготовки та перекачки нафти, цех підтримки пластового тиску, цех підземного та капітального ремонту свердловин [142].

В процесі підготовки нафти відбуваються операції зневоднення та знесолення нафти. При цьому вода використовується на охолодження насосів.

Основні технологічні дільниці нафтогазового підприємства обслуговуються допоміжними структурними підрозділами, що використовують в роботі воду та відводять очищену зворотну у природні водні об'єкти (табл.2.6). До таких допоміжних підрозділів належать: база матеріально-технічного забезпечення (БМТЗ), цех технологічного транспорту №1,3 (ЦТТ-1,3). При видобуванні нафти і газу із застосуванням вище наведених процесів вода витрачається на :

- охолодження підшипників насосів;
- промивання (пропарювання) обладнання;
- промивання сирової нафти;
- приготування розчинів хімреагентів, робочих рідин;
- гідравлічні випробування.

Таблиця 2.6

**Технологічні процеси основного виробництва, що застосовуються в
НГВУ «Долина нафтогаз»**

№ п/п	Назва процесу	Технологічне обладнання, в якому використовується вода
1	Експлуатація свердловин. Збір, підготовка та внутрішньопромисловий транспорт сирови та товарної нафти	Насоси для транспортування сировини Трубопровідне обладнання, резервуари- відстійники Ємності реагентного господарства
2	Підтримка пластового тиску	Насоси для транспортування води Трубопровідне обладнання Ємності реагентного господарства
3	Ремонт свердловин	Ємності реагентного господарства Ємності для зберігання та транспортування води

Водопостачання допоміжних структурних підрозділів здійснюється з системи комунального водопроводу Долинського водопровідно-каналізаційного господарства (для господарсько-питного водокористування) та власних водозаборів, розташованих на річках Свіча, Чечва, Жижава та Смерека (для виробничого водокористування).

Правила контролю скидання стічних вод і оцінки їх впливу на якість води у водних об'єктах, а також скиду і властивості вод встановлює керівний нормативний документ – КНД 211.1.2.008-94 «Гідросфера. Правила контролю складу і властивості стічних та технологічних вод».

Згідно вимог додатку В цього нормативного документу проби води у природних водотоках відбираються у фоновому створі (на відстані 500 м вище випуску зворотних вод) та у контрольному створі (500 м нижче випуску зворотних вод) [143].

Водозабір із річки Свіча здійснюється із заплави, яка вирита в гравійно-піщаному ґрунті. Вода в заплаву поступає із р.Свіча і далі, через вісім водозабірних фільтрів, потрапляє в колектор насосної станції. Для забору води

встановлено три насоси. Продуктивність одного насосу складає 100 м³/добу. В роботі знаходиться один насос, а два інші резервні.

На другому підйомі встановлено 5 освітлювачів води, 5 фільтрів, реагентне господарство для приготування і дозування розчину коагулянта та перекачувальні насоси.

В якості коагулянту використовується сірчано-кислий алюміній (Al₂(SO₄)₂), який подається в потік води при підвищеній забрудненості води (в паводковий період, після дощів).

На об'єктах НГВУ «Долинанафтогаз» формуються три типи зворотних вод: виробничі, господарсько-побутові та дощові. Відведення зворотних вод проводиться від таких структурних підрозділів як:

- автоколони №1,3 цеху технологічного транспорту;
- автоколони №5;
- база матеріально-технічного забезпечення;
- очисні споруди адміністративного корпусу НГВУ «Долинанафтогаз» [144].

Відповідно до вимог ст.32 Водного кодексу України скид зворотних вод у відкриті водотоки проводиться на основі розробленого та затвердженого документу «Проекту гранично допустимих скидів (ГДС) речовин, що надходять у водні об'єкти зі стічними водами». Проект нормативів ГДС речовин для НГВУ «Долинанафтогаз» затверджено і узгоджено для чотирьох випусків стічних вод [145].

Для прийому, транспортування, очищення та випуску виробничих, господарсько-побутових зворотних вод, служить комплекс очисних споруд (рис.2.3), каналізаційних мереж та обладнання.

Випуск №1 формується з виробничих, господарсько-побутових та дощових очищених зворотних вод автоколони №1,3 цеху технологічного транспорту (рис.2.4).

До складу підрозділу входить мийка автомобілів, майстерня. З мийки автомобілів автоколони №3 зворотні води скидають на двохкоридорний залізобетонний відстійник з переливом (20*8 м) глибиною 9 м. Далі після

очищення зворотні води подаються в самотічний колектор з системою колодязів і виходом на річку Тур'янка. Очистка відстійника проводиться два рази на рік.



Рис. 2.3. Фото з головних очисних споруд НГВУ «Долинанافتогаз» (зроблені автором при дослідженні технології очистки стічних вод)

Після випуску №1 проводиться механічна очистка зворотних вод на очисних спорудах з проектною потужністю для дощових стічних вод 20 л/с, для мийки автомобілів – 10 л/с. Вимоги до води річки Тур'янки прийняті як до водойм комунально-побутового водокористування.

Випуск №2 формується із зворотних вод автоколони №5, які від боксів тракторного парку проходять механічне очищення на відстійнику і далі

скидаються в самотічний колектор із системою колодязів відстійників з переливами в річку Саджава (рис.2.5).

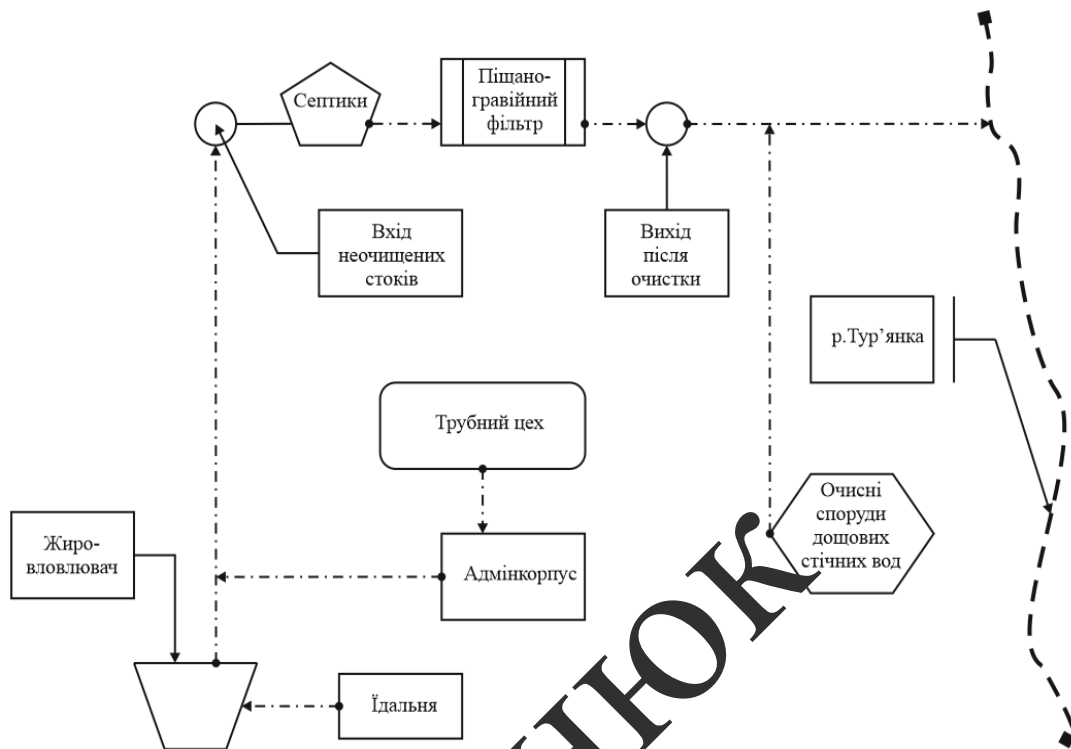


Рис. 2.4. Схема водовідведення зворотних вод від автоколони №1 та №3 цеху технологічного транспорту НГВУ «Долинанафтогаз»

Проектна потужність очисних споруд складає $9,32 \text{ м}^3/\text{добу}$, $3400 \text{ м}^3/\text{рік}$. У зв'язку з тим, що випуск зворотних вод здійснюється за межами населеного пункту, вимоги до води річки Саджава прийняті як для водойми рибогосподарського водокористування [145].

Якісні параметри гідроекосистеми річки Саджава біля шосе Долина-Стрий свідчать про те, що вода в ній має гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий склад. При дослідженні якості води нижче газозбірника (ГЗ)-5 виявлено, що склад змінюється на хлоридний натрієво-кальцієвий. Також на цій ділянці зафіксовано, що концентрація хлоридів і натрію збільшується у 5 разів. Виявлено й зростання концентрації сульфатів, Sr, Li, нітратів.

Причиною такої зміни хімічного складу води у р. Саджава є вплив технологічних процесів видобутку та системи підтримки пластового тиску. В

даному випадку промстична вода з високим вмістом Cl, Na, Li, Sr являється основним забруднювачем природних водотоків.

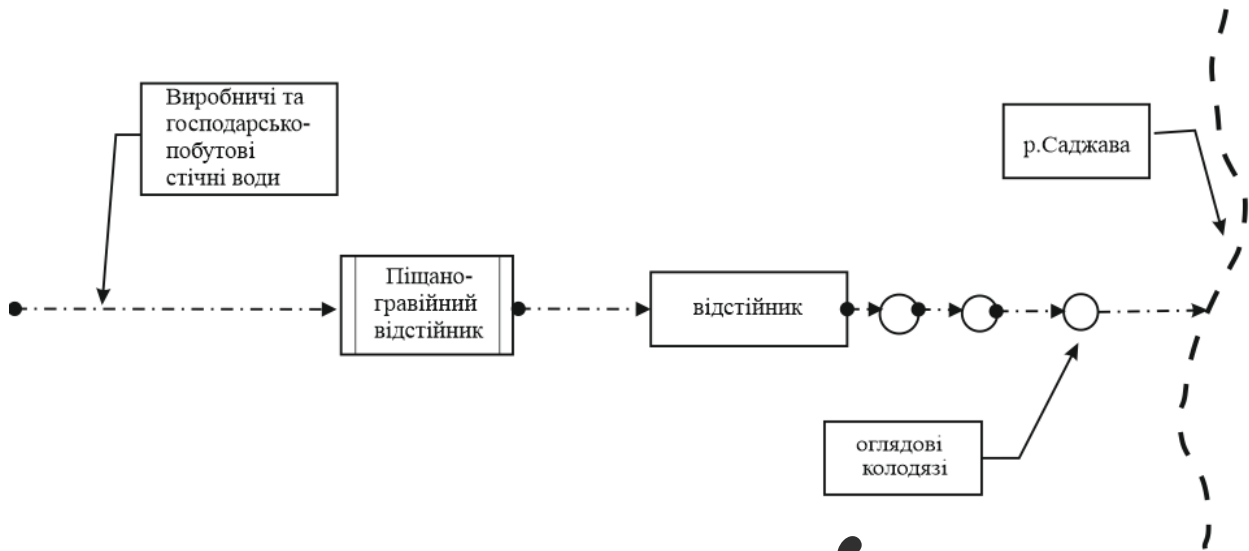
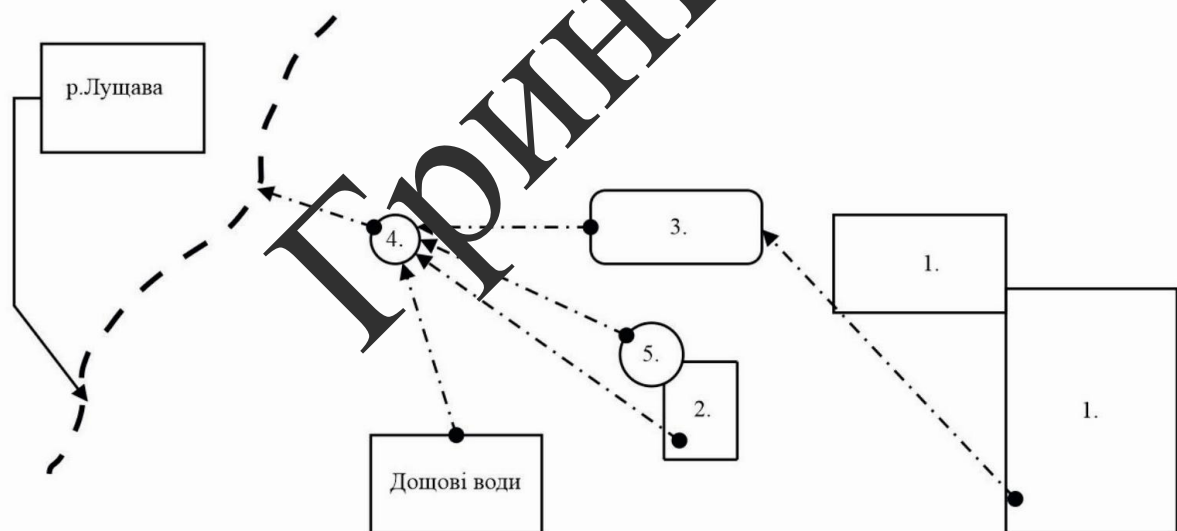


Рис. 2.5. Схема водовідведення зворотних вод від автоколони №5



Умовні позначення:

1. адміністративний корпус
2. паливна
3. очисні споруди господарсько-побутових та дощових стічних вод (залізобетонний септик, піщано-гравійний фільтр)
4. контактний резервуар
5. хлоратна

Рис. 2.6 . Схема водовідведення зворотних вод адміністративного корпусу

НГВУ «Долинанафтогаз»

Високі концентрації нітратів свідчать, що вода р. Саджави забруднена побутовими стічними водами внаслідок забрудненого поверхневого стоку, скиду забруднених стічних вод із проммайданчиків, а також при забрудненні підземними водами сучасних та верхньочетвертинних алювіальних відкладів [146].

Випуск №3 формується з господарсько-побутових зворотних вод адмінкорпусу, виробничих вод від паливної та дощових вод (рис.2.6). Води від паливної потрапляють в дощову каналізацію, минаючи біологічну очистку (піщано-гравійний фільтр), в проміжному колодязі з'єднуються з очищеними господарсько-побутовими стічними водами і далі відводяться у річку Лушава. Проводиться біологічна очистка зворотних вод на очисних спорудах з проектною потужністю $4,3\text{ м}^3/\text{добу}$, $1600\text{ м}^3/\text{р}.$ Очищення господарсько-побутових стічних вод відбувається на очисних спорудах, які складаються із залізобетонного септика, колодязя дозотора, піщано-гравійного фільтра, контактного резервуару.

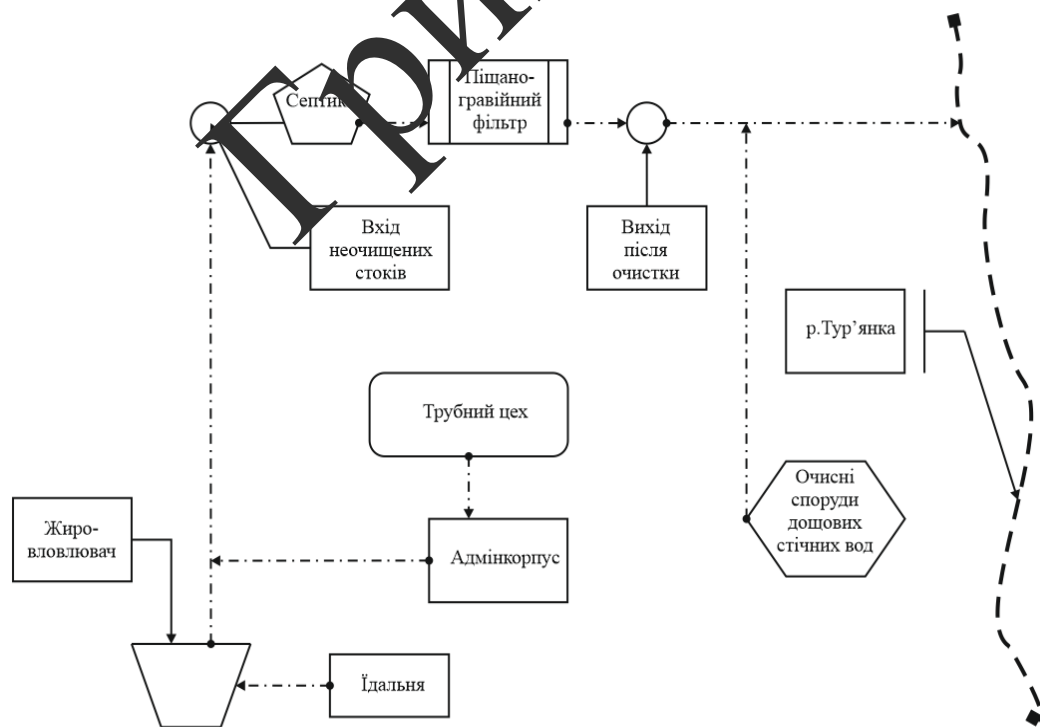


Рис. 2.7. Схема водовідведення зворотних вод Бази матеріально-технічного забезпечення НГВУ «Долинанафтогаз»

Водовідвід господарсько-побутових та дощових зворотних вод бази матеріально-технічного забезпечення здійснюється через випуск №4 (рис.2.7).

Спочатку зворотні води проходять очищення в септику, а далі надходять до відстійника та фільтруються на піщано-гравійному фільтрі. Проектна потужність біологічної очистки води на очисних спорудах становить 12,5 м³/добу, 1600 м³/рік, механічна очистка для дощових стічних вод 30 л/с.

2.4 Методи дослідження

2.4.1 Метод розрахунку індексу забруднення води

До найбільш відомих методів, які дозволяють у короткий термін здійснити оцінку якості води природних водотоків, можна віднести гідрохімічний індекс забрудненості води, значення якого є однією з найпростіших методик комплексної оцінки якості води.

Розрахунок індексу забруднення можна провести лише за наявності певної кількості інгредієнтів (не менше чотирьох). На сьогодні існує ряд спроб характеризувати ступінь забрудненості води за допомогою одного узагальненого показника (ІЗВ), який дорівнює середньому арифметичному відношенню [147]:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (2.1)$$

де ІЗВ – індекс забруднення води;

ГДК_і – гранично допустима концентрація хімічного компонента, мг/дм³;

С_і – фактична концентрація хімічного компонента, мг/дм³; n – кількість інгредієнтів.

Воду, яку досліджують за величинами розрахованого ІЗВ, відносять до відповідного класу якості, критерії якого наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Класи якості поверхневих вод в залежності від значень ІЗВ [148]

Категорія якості води	Значення ІЗВ	Класи якості води
Дуже чисті	< 0,3	1
Чисті	0,3–1	2
Помірно забруднені	1,1–2	3
Забруднені	2,1–4	4
Брудні	4,1–6	5
Дуже брудні	6,1–10	6
Надзвичайно брудні	> 10	7

2.4.2 Комплексний індекс потенціалу якості води

Для оцінки якості води в природних водотоках також використано спосіб, який полягає у визначенні комплексного індексу потенціалу якості водних об'єктів [149]. За допомогою даного способу оцінки якості поверхневих вод проведено аналіз хімічного складу природних водотоків басейну р.Свіча та подальше узагальнення з отриманням комплексного індексу потенціалу якості (КПЯ), знаходження його просторових закономірностей розподілу та норми потенціалу якості в будь-якій точці досліджуваних водних об'єктів.

Отримані закономірності використовують для забруднених водних об'єктів-аналогів, оцінюючи рівень потенціалу якості за розробленою шкалою. Запропонована модель може використовуватись при оцінці кількісних показників самоочищення річок. Даний показник розраховується за формулою:

$$\text{КПЯ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.2)$$

$$x_i = \begin{cases} \frac{\text{НЯ}_i}{C_i}, & \text{якщо } \frac{\text{НЯ}_i}{C_i} > 1 \\ -\frac{C_i}{\text{НЯ}_i}, & \text{якщо } \frac{\text{НЯ}_i}{C_i} < 1 \end{cases}$$

де НЯ_i – норматив якості води для i -го показника – граничні величини (допустимі) показників стану вод та їх властивостей, що відповідають вимогам різних споживачів, мг/дм³; C_i – фактичне значення якості води для i -го показника, мг/дм³; n – кількість показників.

В розрахунках КПЯ підсумовуються так звані коефіцієнти запасу показників (відносна величина резервної потужності), що розраховуються як перевищення допустимих значень над фактичними (концентраціями, одиницями, балами, кількістю та відносяться коефіцієнти дефіциту запасу показників (відносна величина частини резерву), що розраховуються як перевищення концентрацій (або інших вимірів) над допустимими значеннями (в тих же одиницях). Результат ділиться на кількість використаних показників.

При проведенні розрахунків КПЯ потрібно враховувати різноманітні показники: органолептичні, фізичні, хімічні, біологічні, токсикологічні, санітарного стану. Загальна кількість показників, що необхідні для розрахунку КПЯ має бути, не менше 10–15, незалежно від того перевищують вони допустимі значення показників якості чи ні, але обов'язково варто включати показники з гідрохімічної, трофосапробіологічної та токсикологічної груп: розчинений кисень, ХСК (хімічне споживання кисню), рН, мінералізацію та БСК₅. Крім того, обов'язково повинні бути включені всі показники вказаних груп, значення яких перевищують оптимальні, фонові, нормативні. З обчислень необхідно виключати показники забруднень, яких немає у воді в природному стані, якщо концентрація забруднення далека від ГДК (гранично допустима концентрація).

При розрахунках КІПЯ для показників мінералізації, лужності, водневого показника враховуємо нижню та верхню межу як безпечний інтервал фізіологічної повноцінності води. Тобто, у підсумку додатнім буде перевищення верхньої межі над фактичним значенням показника та від'ємним перевищення фактичної концентрації над нижнім допустимим значенням. Якщо ж фактичне значення показника не попадає в безпечний інтервал, (наприклад, такі випадки ймовірні для забруднень поверхневих вод в районах спорудження нафтогазових свердловин), то у підсумку від'ємним буде перевищення фактичного значення показника над верхнім і над нижнім допустимим значенням. Виключення складають ті показники якості, для яких встановлений нижній поріг, тобто перевищення нормативу якості є бажаним (наприклад, вміст розчиненого кисню, прозорість тощо).

Якщо виміри концентрації речовини дорівнюють нулю, у формулу необхідно підставляти те значення концентрації яке ще може бути виявлено за найбільш чутливою методикою вимірювання даної речовини, тобто найменший з порогів його виявлення [150]. Результати розрахунку КІПЯ оцінюються за шкалою, яка представлена в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

**Шкала оцінки комплексного індексу потенціалу якості
природних водотоків [150]**

Стан гідроекосистеми	Значення КІПЯ
Буферний (зона екологічної рівноваги)	$\text{КІПЯ} > 5$
Оптимальний	$3 < \text{КІПЯ} < 5$
Напруження адаптації	$1 < \text{КІПЯ} < 3$
Зона песимуму	$-1 < \text{КІПЯ} < 1$
Критичний	$-3 < \text{КІПЯ} < -1$
Кризовий	$-3 < \text{КІПЯ} < -5$

2.4.3 Визначення нафтопродуктів у воді гравіметричним методом

Для дослідження якості води на вміст нафтопродуктів обрано річку Лушаву, яка знаходиться на території с. Яворів Долинського району. Вибір даної річки для відбору проб води спричинений тим, що навесні 2017 р. трапилась аварійна ситуація неподалік р.Лушави внаслідок витоку нафти із старих законсервованих свердловин.

В результаті проведення польових досліджень забрудненої території відібрано 10 проб води з кроком 100 м в р. Лушаві від місця витоку нафти вздовж водного об'єкту. Відбір проб води здійснювався у місці найшвидшої течії на глибині 5-8 см від поверхні води. Посуд для відбору проби має бути чистим і забезпечувати зберігання складу та властивостей відібраної проби води при транспортуванні. Перед тим, як провести відбір проб води посудину треба попередньо кілька разів промити досліджуваною водою, а потім заповнювати її таким чином, щоб бульбашки повітря були відсутні під пробкою чи кришкою (рис.2.8).



Рис. 2.8. Процес відбору проб води в р. Лушаві

В даному випадку пробу води відбирали у поліетиленову пляшку (ємністю 1,5 л) промарковану етикеткою, на якій вказували місце відбору, дату та час. Варто зазначити, що проби води потрібно доставити в лабораторію для аналізу в найкоротші терміни після відбору (до 3 діб). Оскільки відбір проб води здійснювався з використанням поліетиленової тари, тому потрібно забезпечити всі умови, щоб зберегти хімічний вміст проби води без втрати її частини при перевезенні [151].

Наступний етап – дослідження якості проб води р. Луцави, яке відбувалось у хіміко-аналітичній лабораторії НГВУ «Долинанaftогаз».

Кількісне визначення вмісту нафтопродуктів у воді ґрунтується на екстрагуванні нафтопродуктів органічними розчинниками з наступним вимірюванням оптичної густини розчину [152].

Спочатку із поверхні води відбирається проба нафта, яка висушується хлористим кальцієм і відфільтровується під вакуумом.

Для приготування стандартних розчинів необхідний 1г підготовленої нафти, що розчиняється в невеликій кількості (від 10 до 15 см³) хлороформу, а потім доводиться до мітки 100 см³ хлороформом.

В результаті розведення в робочому розчині має бути забезпечений вміст в 1 см³ хлороформу 10 мг нафти [153].

Із робочого розчину готується серія стандартних розчинів. Вміст нафти в 1 см³ стандартного розчину повинен бути відповідно рівним: 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,5 мг.

Оптичні густини стандартних розчинів вимірюються на фотоелектроколориметрі згідно інструкції з експлуатації приладу.

Після заміру оптичної густини всіх розчинів будується градувальний графік, відкладаючи по осі абсцис відомі концентрації нафти, а по осі ординат – відповідні їм значення оптичної густини.

За одержаним значенням оптичної густини визначають концентрацію нафти, користуючись градульованим графіком.

Вміст нафтопродуктів у воді (С) в мг/дм³ розраховується за формулою:

$$C = \frac{C_1 * V * 1000}{W} \quad (2.4)$$

де C_1 – вміст нафти в 1 см³ екстракту (за градуовальним графіком для визначення оптичної густини екстракту), мг/дм³;

W – об'єм проби води, взятої для дослідження, см³;

V – об'єм екстракту, отриманого при екстракції проби води, см³.

Остаточний результат аналізу проби води на вміст нафтопродуктів визначається як середнє арифметичне двох паралельних значень. Допустиме відхилення між двома визначеннями в одній лабораторії не повинно перевищувати 5 % .

2.4.4 Визначення кратності розбавлення стічних вод

Кратність розбавлення стічних вод визначаємо методом Фролова-Родзиллера [154]:

$$K = \frac{\gamma * Q + q_{ск.}}{q_{ск.}} \quad (2.5)$$

де γ – коефіцієнт, який враховує ступінь повноти змішування та розбавлення стічних вод у водному об'єкті;

Q – мінімальна витрата води водотоку в контрольному створі скиду стічних вод, м³/с; $q_{ск.}$ – витрата стічних вод, що надходить у річку, м³/с .

Витрата води річки є гідрометричною характеристикою, що є мінливою в часі. Вона визначається дослідним шляхом відповідними гідрометеорологічними організаціями. Оскільки річки мають неоднаковий стік; як по роках, так і протягом року, то для розрахунків беруть найгірші умови, тобто найменші середньомісячні витрати 95% забезпеченості [154].

Коефіцієнт γ знаходимо за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q_{ck}} * \beta}, \quad (2.6)$$

$$\text{де } \beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = \frac{1}{2.72^{\alpha \sqrt[3]{L}}}. \quad (2.7)$$

e – основа натурального логарифма, що дорівнює 2, 72;

L – відстань від місця випуску до контрольного створу по фарватеру річки, м;

β – коефіцієнт, що враховує гідравлічні фактори змішування.

Коефіцієнт α знаходимо за формулою:

$$\alpha = \zeta \sqrt[3]{\frac{D}{q_{ck}}} \quad (2.8)$$

де φ – коефіцієнт звивистості русла річки, який визначається як відношення відстані від місця випуску стічних вод до контрольного створу по фарватеру l_φ до відстані між цими пунктами по прямій, тобто $\varphi = l_\varphi / l$. Для розрахунку приймаємо $\varphi = 1$, який є однаковим для річок Тур'янка, Саджава та Луцава.

Коефіцієнт ζ обирається в залежності від від випуску стічних вод. Якщо водовідвід стічних вод здійснюється біля берега, то $\zeta = 1$; якщо в стрижні річки, то $\zeta = 1,5$.

Враховуючи те, що нафтогазовидобувне управління «Долинанафтогаз» здійснює водовідвід стічних вод у праві притоки річки Свічі на відстані 0,1 м від берега, то коефіцієнт ζ становить 1.

Д – коефіцієнт турбулентної дифузії.

Визначення кратності та інтенсивності розбавлення стічних вод дасть змогу дослідити природне самоочищення природних водотоків, що в подальшому буде виконано.

Висновки до розділу 2

Розроблено комплексний алгоритм наукового дослідження, що дозволить вирішити основні завдання дисертаційної роботи, що полягає у встановленні просторово-часових закономірностей самоочищення природних водотоків Карпатського регіону та дасть змогу здійснювати прогнозу оцінку рівня забрудненості природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувної промисловості.

Проведено аналіз якісних параметрів правих приток річки Свічі у фонових створах, в результаті якого встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій для таких хімічних речовин: БСК₅, амонію солевого, нітритів, азоту амонійного, фосфатів на відстані 500 м вище випуску стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз».

Досліджено системи водовідведення стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз», які формуються із виробничих, господарсько-побутових та дощових зворотних вод та після очищення потрапляють до природних водотоків.

Обґрунтовано вибір методик визначення комплексних показників якості води в природних водотоках, кратність розбавлення води, відбір проб води та визначення нафтопродуктів гравіметричним методом, використання яких необхідні для встановлення закономірностей самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин, що дадуть змогу прогнозувати якість води з врахування параметрів навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 3

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ ДНІСТРА

3.1 Антропогенний вплив на якість води правих приток р. Свічі

Оскільки антропогенний вплив визначається кількістю недостатньо очищених зворотних вод НГВУ «Долинанaftогаз», що відводять до поверхневих вод, тому для подальшої оцінки якості води в досліджуваних природних водотоках важливо врахувати ще й вплив інших підприємств-забруднювачів.

На основі проведених досліджень встановлено, що найбільший об'єм зворотних вод (56,8 тис.м³) Долинського нафтогазовидобувного підприємства було відведено у р.Тур'янку (випуск №1) у 2010 році. Зазвичай збільшення об'ємів скидів у природні водотоки пов'язано з більшою кількістю води, що надходила з території НГВУ «Долинанaftогаз» в період інтенсивних атмосферних опадів. Загалом спостерігається тенденція зменшення об'ємів скиду зворотних вод через випуски №1,2,3 за період 2007-2017 рр. Показники скидів через випуск №4 коливаються в межах 9,4-14,1 тис.м³ (рис. 3.1).

У річку Луцаву найбільший скид зворотних вод відбувся у 2008 р., об'єм якого становив 52,5 тис.м³ та найменший – у 2011 р., об'єм якого склав 31,4 тис.м³.

Максимальну кількість зворотних вод, що надходила через випуск №4 виявлено у 2013 р. (14,1 тис. м³), мінімальну кількість зафіксовано у 2009 р. (7,1 тис. м³).

Річки Тур'янка та Луцава приймають стічні води в основному від нафтогазовидобувного підприємства «Долинанaftогаз». Проте варто зазначити, що до р. Тур'янки надходять ще стічні води та ДП «Підприємства Долинського ВЦ 118». Річка Луцава також є водоприймачем стічних вод

ПАТ «Укрспецтрансгаз». Найменшу кількість зворотних вод серед всіх чотирьох випусків НГВУ «Долинанaftогаз» відводить до р. Саджави. Мінімальний показник зафіксовано у 2017 р., що становив 0,2 тис. м³.

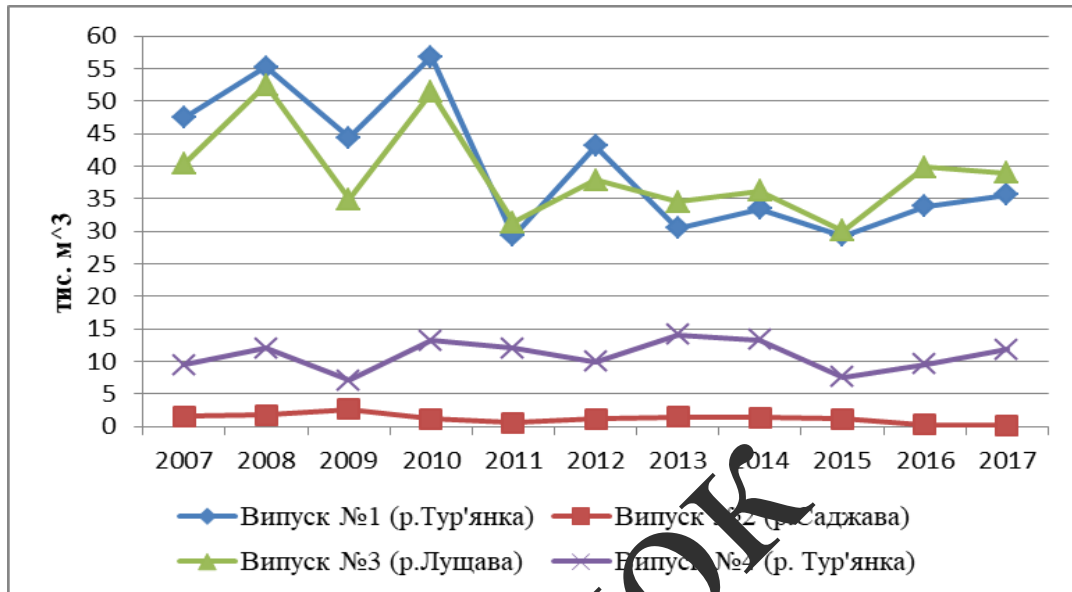


Рис. 3.1. Порівняльна динаміка об'ємів скидів зворотних вод НГВУ «Долинанaftогаз» до краєвих витоків р.Свічі басейну Дністра

Проте р. Саджава залишається однією з назабрудненіших річок Карпатського регіону. Причиною несприятливого екологічного стану даної річки є водовідвід стічних вод деревообробного підприємства ТОВ «Уніплит» 12 км вище скиду зворотних вод НГВУ «Долинанaftогаз». Представлено порівняльну характеристику динаміки зміни об'ємів скидів досліджуваних підприємств (рис. 3.2), що побудована на основі даних екологічного паспорту Івано-Франківської області [155].

В результаті виявлено, що максимальний показник скиду стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз» становив 2,6 тис.м³ (2009 р.), мінімальний – 0,6 тис. м³ (2011 р.). Найбільший об'єм скидів стічних вод деревообробного підприємства ТОВ «Уніплит» за період 2007-2016 рр. зафіксовано у 2008 р. (1,062 млн. м³), найменший – 0,89 млн. м³ у 2014 р. [156]. Внаслідок скиду недостатньо очищених зворотних вод ТОВ «Уніплит» на дні річки Саджава

накопичується велика кількість мулу, що забарвлює воду в бурий колір та надає неприємний запах.

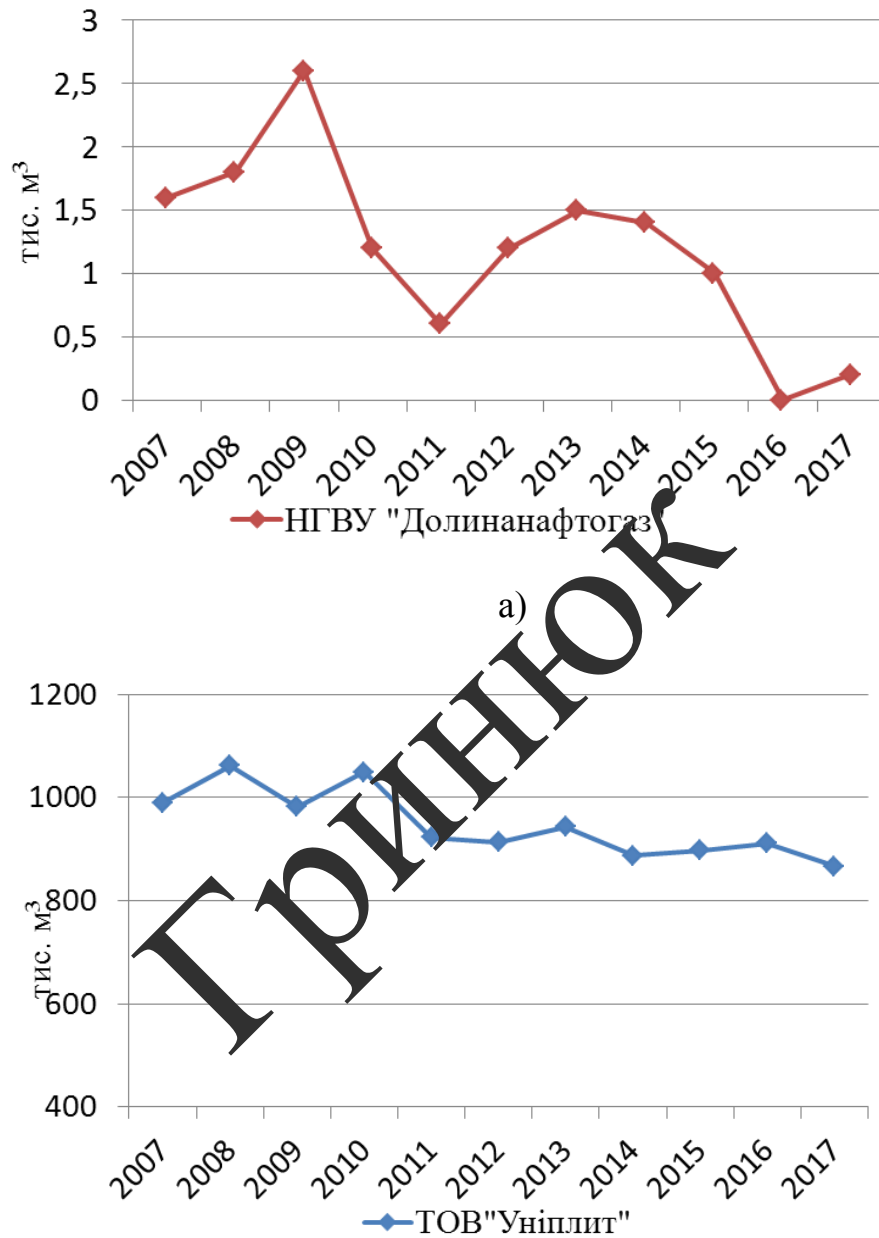


Рис. 3.2. Порівняльна динаміка обсягів скидів зворотних вод підприємств НГВУ «Долинанaftогаз» та ТОВ «Уніплит»

Отже, результати дослідження свідчать, що ТОВ «Уніплит» є основним забруднювачем р. Саджави, оскільки скидає значно більшу кількість зворотних

вод порівняно з НГВУ «Долинанaftогаз». Якість води у р. Саджава відноситься до класу «брудна».

Хоча в II кварталі 2018 р. показники ХСК та БСК₅ в річці Саджаві зменшилися в 1,5 рази, але і надалі залишаються дуже високими. Для прикладу показник ХСК рівний 391 мгО₂/дм³, БСК₅ рівне 110 мгО₂/дм³, що у 48,7 та 36,7 раз відповідно перевищує ГДК [157].

Визначивши основні антропогенні фактори впливу на екологічний стан правих приток р. Свічі, подальшим напрямом дослідження є оцінка якості стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз» та визначення класу якості води правих приток річки Свічі Карпатського регіону з подальшим моделюванням процесу самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин.

3.2 Екологічна оцінка природних водотоків у межах впливу нафтогазовидобувного підприємства

Екологічна оцінка якісних показників природних водотоків є основою для з'ясування тенденцій їх просторово-часових змін та визначення антропогенного впливу на екосистеми водних об'єктів.

Для оцінки якості води в правих притоках річки Свічі було проведено розрахунок індексу забруднення стічних вод Долинського нафтогазовидобувного підприємства та встановлено рівень забруднення води 500 м вище та 500 м нижче випусків №1,2,3,4. Обчислення даного індексу здійснено за такими хімічними речовинами: Cl, SO₄, NO₃, NO₂, БСК₅, NH₄, нафтопродукти.

В результаті представлено динаміку зміни індексу забруднення води (ІЗВ) по всіх чотирьох випусках підприємства (рис.3.3–3.6), а також визначено класи якості води в залежності від значення даного показника (табл.3.1).

Таблиця 3.1

**Оцінка якості природних вод правих приток річки Свічі
Карпатського регіону**

Період дослідження	Значення ІЗВ	Клас якості води	Категорія
500 м вище випуску №1(р.Тур'янка)			
2006	1,3	3	помірно забруднена
2007	0,77	2	чиста
2008	1,41	3	помірно забруднена
2009	1,0	2	чиста
2010	1,12	3	помірно забруднена
2011	0,96	2	чиста
2012	0,55	2	чиста
2013	1,33	3	помірно забруднена
2014	0,95	2	чиста
2015	0,86	2	чиста
2016	0,82	2	чиста
2017	1,28	3	помірно забруднена
Випуск №1(р.Тур'янка)			
2006	0,84	2	чиста
2007	0,75	2	чиста
2008	0,96	2	чиста
2009	0,46	2	чиста
2010	0,76	2	чиста
2011	0,93	2	чиста
2012	0,78	2	чиста
2013	0,81	2	чиста
2014	0,66	2	чиста

Продовження таблиці 3.1

2015	0,58	2	чиста
2016	0,61	2	чиста
2017	0,55	2	чиста
500 м нижче випуску №1 (р. Тур'янка)			
2006	1,02	2	чиста
2007	0,75	2	чиста
2008	1,1	3	помірно забруднена
2009	0,76	2	чиста
2010	0,81	2	чиста
2011	1,11	3	помірно забруднена
2012	0,46	2	чиста
2013	1,20	3	помірно забруднена
2014	0,87	2	чиста
2015	0,73	2	чиста
2016	0,71	2	чиста
2017	1,33	3	помірно забруднена
500 м вище випуску №2 (р. Саджава)			
2006	3,87	4	забруднена
2007	2,66	4	забруднена
2008	3,66	4	забруднена
2009	3,19	4	забруднена
2010	5,09	5	брудна
2011	3,55	4	забруднена
2012	3,04	4	забруднена
2013	4,27	5	брудна
2014	5,57	5	брудна

Продовження таблиці 3.1

2015	5,35	5	брудна
2016	3,90	4	забруднена
2017	4,19	5	брудна
Випуск №2 (р.Саджава)			
2006	0,91	2	чиста
2007	0,74	2	чиста
2008	2,5	4	забруднена
2009	0,99	2	чиста
2010	0,75	2	чиста
2011	0,87	2	чиста
2012	0,85	2	чиста
2013	0,9	2	чиста
2014	0,83	2	чиста
2015	0,94	2	чиста
2016	0,8	2	чиста
2017	0,78	2	чиста
500 туннижче випуску №2 (р.Саджава)			
2006	3,44	4	забруднена
2007	2,15	4	забруднена
2008	3,53	4	забруднена
2009	2,93	4	забруднена
2010	4,84	5	брудна
2011	2,73	4	забруднена
2012	2,75	4	забруднена
2013	3,61	4	забруднена

Продовження таблиці 3.1

2014	5,61	5	брудна
2015	4,91	5	брудна
2016	3,60	4	забруднена
2017	3,09	4	забруднена
500 м вище випуску №3 (р.Лушава)			
2013	1,76	3	помірно забруднена
2014	1,79	3	помірно забруднена
2015	1,34	3	помірно забруднена
2016	1,63	3	помірно забруднена
2017	1,86	3	помірно забруднена
Випуск №3 (р.Лушава)			
2006	10,38	7	надзвичайно брудна
2007	7,38	6	дуже брудна
2008	4,09	5	брудна
2009	3,39	4	забруднена
2010	5,92	5	брудна
2011	7,90	6	дуже брудна
2012	6,65	6	дуже брудна
2013	10,33	7	надзвичайно брудна
2014	10,16	6	дуже брудна
2015	3,63	4	забруднена
2016	3,92	4	забруднена
2017	1,62	3	помірно забруднена
500 м нижче випуску №3 (р.Лушава)			
2006	0,44	2	чиста
2007	0,82	2	чиста
2008	0,77	2	чиста

Продовження таблиці 3.1

2009	0,43	2	чиста
2010	0,83	2	чиста
2011	1,55	3	помірно забруднена
2012	1,75	3	помірно забруднена
2013	3,15	4	забруднена
2014	1,55	3	помірно забруднена
2015	1,91	3	помірно забруднена
2016	2,4	4	забруднена
2017	2,71	4	забруднена
500 м вище випуску №4 (р. Тур'янка)			
2006	0,69	2	чиста
2007	0,61	2	чиста
2008	0,86	2	чиста
2009	0,69	2	чиста
2010	0,65	2	чиста
2011	1,15	3	помірно забруднена
2012	1,08	3	помірно забруднена
2013	1,01	2	чиста
2014	1,23	3	помірно забруднена
2015	1,18	3	помірно забруднена
2016	0,72	2	чиста
2017	1,54	3	помірно забруднена
Випуск №4 (р. Тур'янка)			
2006	0,76	2	чиста
2007	0,54	2	чиста
2008	0,65	2	чиста

Продовження таблиці 3.1

2009	1,0	2	чиста
2010	0,54	2	чиста
2011	0,59	2	чиста
2012	0,64	2	чиста
2013	0,98	2	чиста
2014	0,78	2	чиста
2015	0,63	2	чиста
2016	0,68	2	чиста
2017	0,66	2	чиста
500 м нижче випуску №4 (р. Тур'янка)			
2006	0,75	2	чиста
2007	0,65	2	чиста
2008	0,79	2	чиста
2009	0,6	2	чиста
2010	0,6	2	чиста
2011	0,98	2	чиста
2012	0,77	2	чиста
2013	0,78	2	чиста
2014	1,07	3	помірно забруднена
2015	0,82	2	чиста
2016	0,66	2	чиста
2017	1,14	3	помірно забруднена

Загалом ІЗВ стічних вод (р. Тур'янка, випуск №1) за період 2006–2017 рр. не перевищує встановлені нормативи (значення ІЗВ<1) (рис.3.3). Якість води у зворотних вод відповідає класу якості – II та категорії «чиста».

Якщо порівнювати значення ІЗВ 500 м вище та 500 м нижче випуску №1, то чітко простежується перевищення індексу забруднення води вище випуску №1 над показниками нижче випуску №1. Максимальне значення ІЗВ у річці Тур'янці (вище вип.№1) становить 1,4 (у 2008 р).

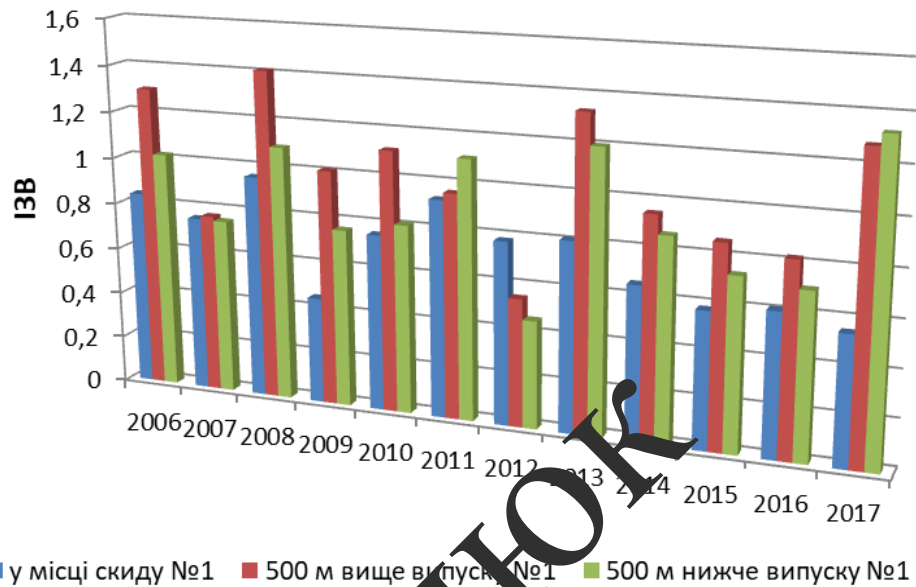


Рис. 3.3. Динаміка зміни індексу забруднення води р. Тур'янки (випуск №1)

Якість води 500 м вище та нижче випуску №1 коливається в межах II-III класу якості та відноситься до категорій «чиста-помірно забруднена».

Індекс забруднення стічних вод (випуск №4) за період 2006–2017 рр. не перевищує значення 1, що вказує на відповідність чинному нормативу ГДК (рис.3.4).

Незначні перевищення виявлено у 2011–2017 рр. вище скиду стічних вод. Якість стічних вод, що відводять до р. Тур'янки (випуск №4) та 500 м нижче по течії відповідає II класу якості, категорія «чиста», а вище випуску стічних вод у р. Тур'янці – II-III класу якості, категорія «чиста»-«помірно забруднена».

Варто відмітити, що в пробах води р. Тур'янки протягом 2008–2009 рр. зафіксовано збільшення концентрації хлоридів. Найбільші показники визначено в пробах води 500 м вище випуску №1. Максимальне значення становить

772,7 мг/дм³ (I квартал 2009 р.), що майже в 3 рази перевищує ГДК. Далі по течії концентрація хлоридів зменшується. Це явище можна пояснити наявним скидом стічних вод у річку від недавно пробуреної свердловини, яка знаходиться 500-600 м вище від місця скиду зворотних вод Автоколони 1,3. Також для даного водотоку характерний підвищений вміст речовин групи азоту.

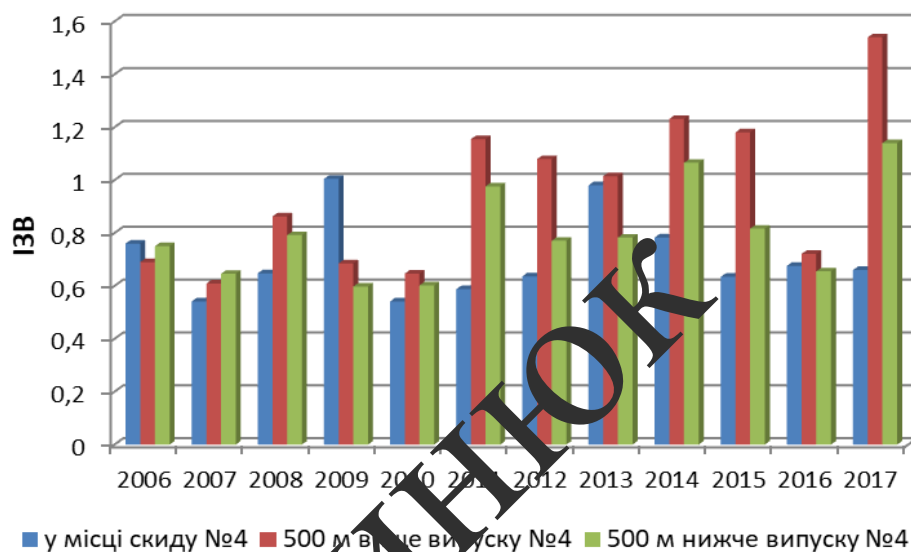


Рис. 3.4 Динаміка змін індексу забруднення води р. Тур'янки (випуск №4)

Динаміка ІЗВ 500 м вище від місця випуску №2 у річці Саджаві за період 2006–2017 р. вказує на значне перевищення концентрацій забруднюючих речовин (рис.3.5). Максимальний показник ІЗВ становить 5,56 (у 2014 р.), що майже у 6 разів перевищує норматив. Даний екологічний стан річки Саджави є цілком закономірним, адже джерелом забруднення є деревообробне підприємство ТОВ «Уніплит», яке здійснює найбільше техногенне навантаження на гідроекосистему даної річки. Найбільший об'єм скиду ТОВ «Уніплит» становив 1,062 млн.м³ у 2008 р.

У воді вище випуску №2 фіксується перевищення концентрацій нітрогеновмісних сполук та БСК₅. Найбільші показники виявлено в період

після масштабних паводків (2008 р.), що пройшлись на всій території Західної України.

Якість води річки Саджави 500 м вище та 500 м нижче випуску стічних вод відноситься до IV-V класу якості та категорії «забруднена», «брудна» відповідно.

Значення ІЗВ стічних вод (випуск №2) знаходиться в межах 0,74–0,98, що цілком відповідає вимогам нормативу ($ІЗВ < 1$). Клас якості – II, категорія «чиста». Виняток становить значення $ІЗВ = 2,5$ у 2008 р. (клас якості IV, категорія «забруднена»).

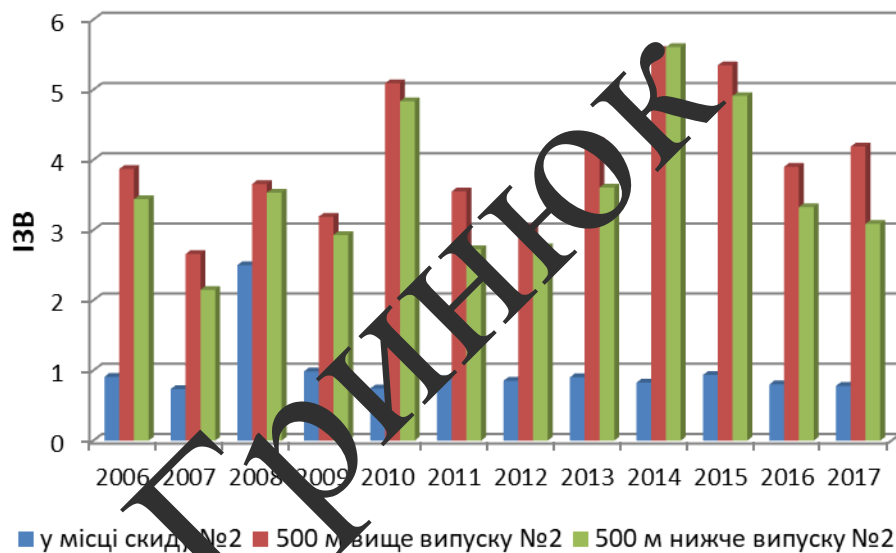


Рис. 3.5. Динаміка зміни індексу забруднення води р. Саджави (випуск №2)

Значення ІЗВ стічних вод, що потрапляють у р. Лушаву (випуск №3) за період 2006–2017 р. знаходяться в межах 1,6–10,38, що свідчить про значне забруднення даної річки (рис.3.6). Максимальний ІЗВ становить 10,38 (2006 р.), а далі спостерігається тенденція до спаду значень ІЗВ. Клас якості води VI, категорія – «дуже брудна».

Клас якості води 500 м вище випуску стічних вод – III, категорія – «помірно забруднена». Розрахунок ІЗВ проводився тільки за період

2013–2017 рр., оскільки дані екологічного моніторингу вище випуску №3 на підприємстві за попередні роки відсутні.

Клас якості води 500 м нижче випуску №3 – III, категорія – «помірно забруднені». Виявлено певну закономірність за період 2006–2008 рр.: чим більший показник ІЗВ стічних вод, тим менший показник ІЗВ 500 м нижче випуску №3, що свідчить про природне самоочищення води.

Період 2009–2014 рр. характеризується значним забрудненням стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз», про що свідчить підвищення ІЗВ до максимального показника 10,3 (клас якості VII; категорія – «надзвичайно брудна»). Далі спостерігається тенденція до зменшення забруднення води даної річки, адже у 2017 р. клас якості стічних вод – III, категорія – «помірно забруднена».

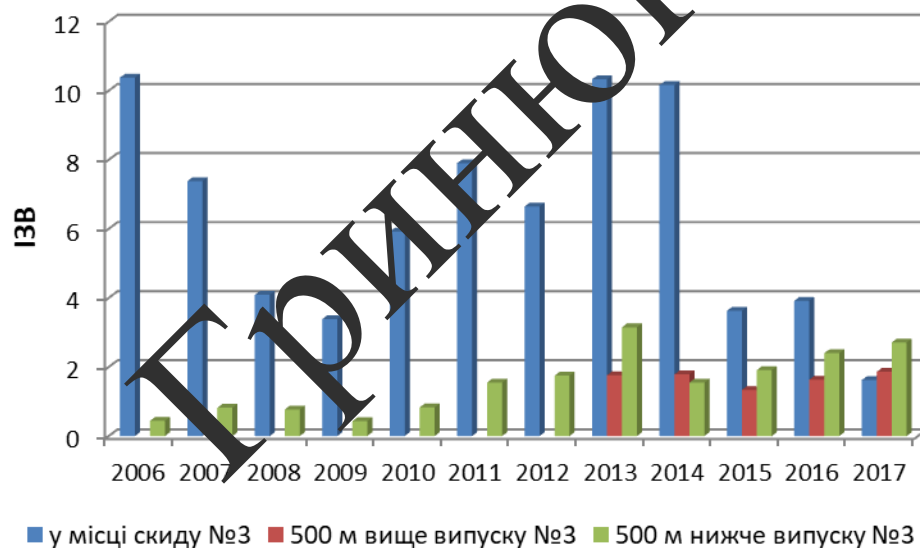


Рис. 3.6. Динаміка зміни індексу забруднення води р. Лушави (випуск №3)

Причиною забруднення є те, що р. Лушава приймає зворотні води від Адмінкорпусу НГВУ та Автоколони № 2 нижче по течії. А також між контрольними створами річка приймає стічні води інших виробничих об'єктів, які впливають на якість водотоку.

Для визначення класу якості стічних вод НГВУ «Долинанافتогаз», які відводять у праві притоки р. Свічі, обчислено середнє арифметичне ІЗВ за період 2006–2017 рр.

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. Луцави (випуск №3), катастрофічна, оскільки клас якості стічних вод –VI, категорія – «дуже брудна» (рис.3.7);

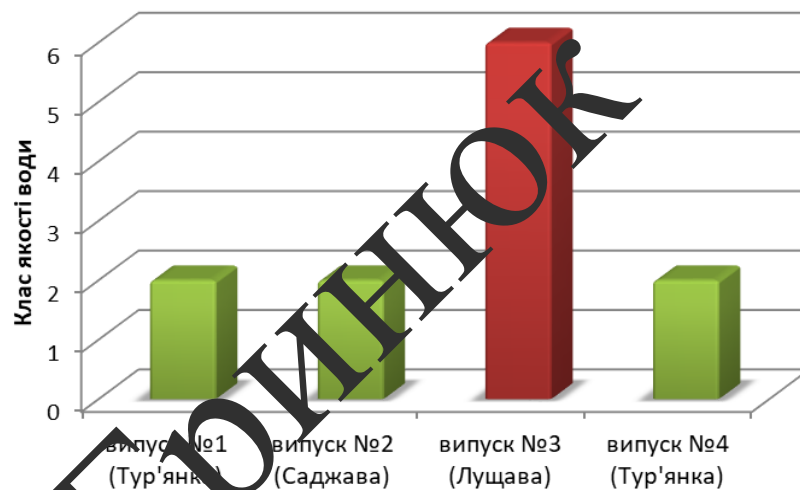


Рис. 3.7. Екологічна оцінка якості стічних вод, які відводять у річки Тур'янка, Саджава та Луцава за період 2006–2017 рр.

При аналізі складу стічних вод НГВУ «Долинанافتогаз», які потрапляють до р. Луцави виявлено значне перевищення хімічних сполук: амоній солевий, азот амонійний та БСК₅. Максимальне значення амонію солевого у стічних водах підприємства становило 5,7 мг/дм³ (11,4 ГДК), азоту амонійного – 5,9 мг/дм³ (згідно нормативу ГДК вміст азоту амонійного відсутній) та БСК₅ – 26,1 мгО₂/дм³ (8,7 ГДК).

– клас якості води 500 м вище випуску стічних вод для: р. Тур'янки – II, категорія «чиста»; р. Саждави IV, категорія «забруднена»; р. Луцави – III, категорія «помірно забруднена» (рис.3.8);

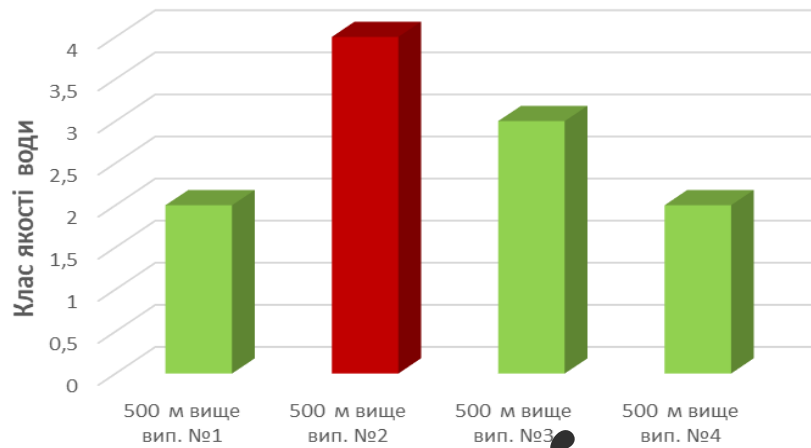


Рис. 3.8. Екологічна оцінка якості води 500 м вище випусків стічних вод у річках Тур'янка, Саджава та Луцава за період 2007–2016 рр.

– 500 м нижче випуску стічних вод класи якості води наступні: для р. Тур'янки – II, категорія «чиста», р. Саждави II, категорія «чиста». Якість води у річці Луцаві 500 м нижче випуску стічних вод дещо покращилась (клас якості – III, категорія «помірно забруднена»), що свідчить про здатність даної притоки р. Свічі до природного самоочищення (рис.3.9).

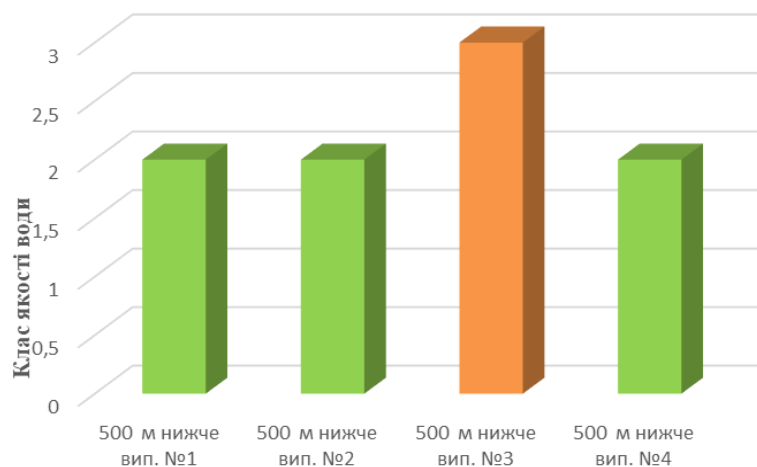


Рис. 3.9. Екологічна оцінка якості води 500 м нижче випусків стічних вод у річках Тур'янка, Саджава та Луцава за період 2006–2017 рр.

На процес самоочищення річок від забруднюючих речовин впливають й природні фактори, що буде наступним етапом наукового дослідження.

3.3 Дослідження впливу змін температури повітря на якісні показники поверхневих вод басейну Дністра

Підписання Рамкової Конвенції ООН [158] про зміну клімату представниками 175 країн свідчить про те, що зміни клімату становлять значну загрозу навколишньому природному середовищу. Дослідженню впливу змін клімату присвячено велику кількість робіт науковців [159-161], однак, локальні тенденції можуть відрізнятись від глобальних.

Варто відмітити, що виявлення просторово-часових закономірностей розподілу якісних показників поверхневих вод за умов кліматичних змін для досліджуваної території Карпатського регіону ще не проводилось. Тому досить актуальним завданням є встановлення залежностей якісних показників води правих приток р. Свічі басейну Дністра від впливу природних факторів та їх змін у часі.

Для оцінки якості води в даних природних водотоках використано метод, який полягає у визначенні комплексного індексу потенціалу якості водних об'єктів.

Розрахунки КІПЯ проводились за результатами аналізу проб води річок Тур'янка, Саджава та Луцава, отримані із звітів проведення гідрохімічного моніторингу поверхневих вод НГВУ «Долинанافتогаз». Спочатку на основі щоквартальних даних обчислювали середнє значення концентрацій всіх досліджуваних хімічних сполук за рік, а далі розраховували значення КІПЯ.

Методика оцінки якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем дозволяє більш повно оцінити екологічний стан водного об'єкту, визначити імовірність порушення стійкості водної екосистеми, зниження якості водних ресурсів та умови їх відтворення, і відповідно більш

предметно застосовувати комплекс заходів щодо зниження ризику негативних наслідків забруднення водних екологічних систем [162].

Розрахований показник КІПЯ є відносною величиною, що залежить від рівня антропогенного навантаження, в даному випадку від рівня впливу виробничої діяльності НГВУ «Долинанaftогаз» на природні водотоки.

У результаті проведених розрахунків створено базу даних якісних показників правих приток річки Свічі басейну Дністра 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 з 2008–2009 рр. перебувала в зоні песимуму з помірно небезпечним рівнем природно-техногенної безпеки, з 2010–2013 рр. – стан напруженої адаптації, 2014 р. екологічний стан відносився до зони песимуму ($\text{КІПЯ} = 0,49$), проте 2015–2017 рр. якість води р. Саджави значно покращилась внаслідок зменшення обсягів скидів зворотних вод НГВУ «Долинанaftогаз» (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 напружену адаптацію екологічного стан річки Луцави (табл.3.2).

Загалом за період 2006–2017 рр. виявлено незначне покращення показника якості у всіх досліджуваних водних об'єктах (рис.3.10). Беручи до уваги, що Долинське нафтогазовидобувне підприємство стабільно працювало увесь час, висуваємо гіпотезу, що позитивні зміни якості спричинені гідрометеорологічними факторами, основним з яких є клімат.

Для підтвердження гіпотези був проведений аналіз метеорологічних показників за даними Долинської метеорологічної станції Гідрометслужби України. Для простеження динаміки зміни температурного режиму в Долинському районі побудовано тривимірну модель зміни середньомісячної

температури повітря за 2006–2017 рр., яку представлено за допомогою програми Matlab (рис.3.11).

Таблиця 3.2

**Комплексний індекс потенціалу якості води
правих приток р. Свічі в часовій динаміці**

Роки	Тур'янка вип.№1	Стан гідро- екосистеми	Саджава вип.№2	Стан гідро- екосистеми	Лушава вип.№3	Стан гідро- екосистеми	Тур'янка вип.№4	Стан гідро- екосистеми
2006	2,268	напруження адаптації	3,241	оптимальний	4,174	оптимальний	2,439	напруження адаптації
2007	2,657	напруження адаптації	5,450	буферний	4,696	оптимальний	3,147	оптимальний
2008	1,719	напруження адаптації	0,353	зона песимуму	2,970	напруження адаптації	2,287	напруження адаптації
2009	2,483	напруження адаптації	0,236	зона песимуму	5,507	буферний	2,797	напруження адаптації
2010	4,108	оптимальний	1,382	напруження адаптації	10,770	буферний	4,081	оптимальний
2011	2,209	напруження адаптації	2,343	напруження адаптації	2,804	напруження адаптації	2,858	напруження адаптації
2012	5,597	буферний	1,671	напруження адаптації	2,817	напруження адаптації	2,723	напруження адаптації
2013	2,109	напруження адаптації	2,963	напруження адаптації	5,595	буферний	2,882	напруження адаптації
2014	3,412	оптимальний	0,486	зона песимуму	4,935	оптимальний	2,854	напруження адаптації
2015	3,671	оптимальний	5,26	буферний	6,614	буферний	2,931	напруження адаптації
2016	4,3525	оптимальний	2,22	оптимальний	3,58	оптимальний	3	напруження адаптації
2017	1,95	напруження адаптації	3,46	оптимальний	1,73	напруження адаптації	1,81	напруження адаптації

На основі аналізу метеорологічних даних виявлено загальну тенденцію збільшення температури повітря за період 2006–2017 рр. Значне потепління спостерігається за період 2012–2017 рр.

Особливо чітко простежується підвищення температури повітря у літні місяці, що представлено червоними фрагментами у тривимірній моделі (рис.3.11). Мінімальна середньомісячна температура повітря в літній період зафіксована у 2006 р. (16 °С), максимальна – у 2017 р. (26,5 °С).

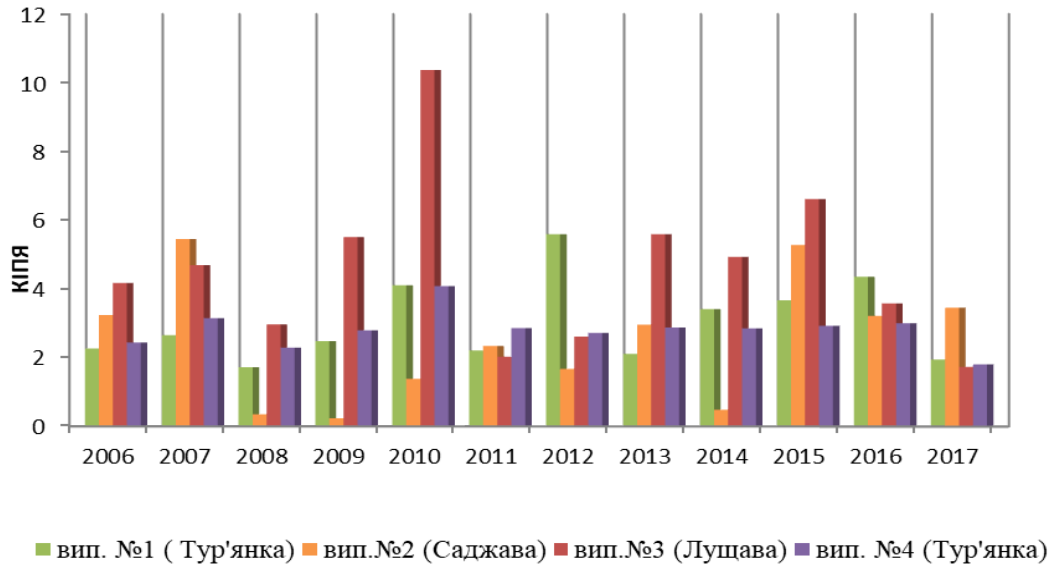


Рис. 3.10. Динаміка зміни комплексного індексу потенціалу якості води правих приток р. Свічі в часовій динаміці

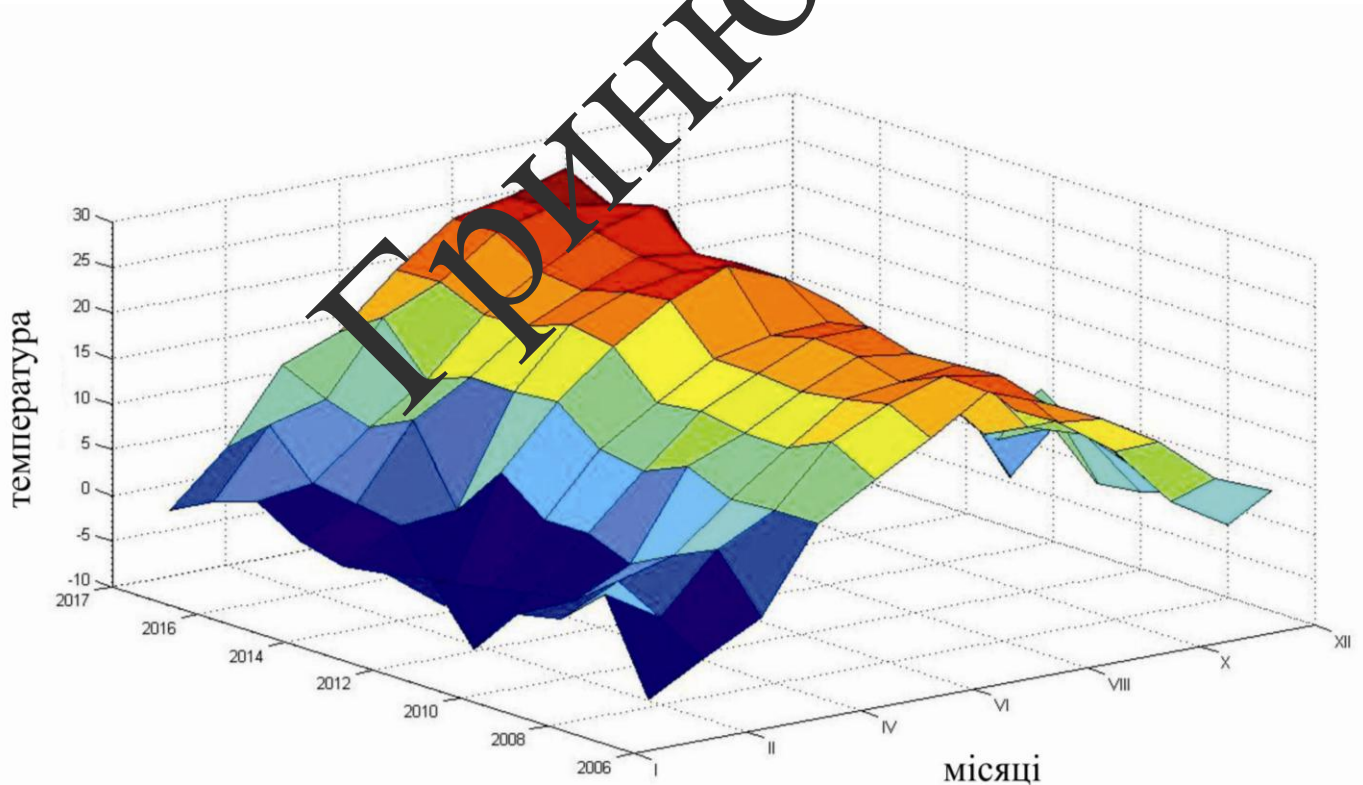


Рис. 3.11. Тривимірний модель зміни середньомісячної температури повітря за період 2006–2017 рр. (на основі даних метеостанції м. Долина)

Отже, за період дослідження з 2006–2017 рр. виявлено загальну тенденцію збільшення температури повітря більше 2 °С, що є результируючим показником кліматичних змін і глобального потепління. Температура повітря обумовлює й температурний режим водних об'єктів і, як наслідок, впливає на більшість фізичних властивостей води, хімічних і біологічних процесів у воді.

Екстремальні зміни температури води можуть мати несприятливий вплив для родючості, життєвого циклу, просторово-часового розподілу біорізноманіття [163]. Справді, цілком ймовірно, що глобальне потепління призведе до зрушення температури прісноводних систем і, отже, необхідна оцінка потенційного впливу глобальних кліматичних змін на стан поверхневих водних ресурсів.

Підвищення температури змінює кількість та якість води, і, ймовірно, буде відрізнятися між великими і малими басейнами. Потенційні зміни температури та опади не можуть рівномірно поширюватися на великі водозбірні басейни і, таким чином, регіональний та місцевий рівні, так само як ступінь урбанізації повинні бути враховані при вивченні зміни впливу клімату для захисту водних ресурсів [164, 165].

Тому нами була проведена перевірка гіпотези про зв'язок середньорічних температур повітря з комплексним показником якості води природних водотоків у межах впливу НГВУ «Долина нафтогаз» із застосуванням регресійного аналізу, що є основним статистичним методом побудови математичних моделей об'єктів та явищ за експериментальними даними.

Регресійний метод аналізу вирішує два основні завдання: визначає за допомогою рівнянь регресії аналітичну форму зв'язку між варіацією ознак X і Y та встановлює ступінь щільності зв'язку між ознаками.

Проте перед знаходженням рівняння регресії потрібно встановити кореляційний зв'язок між досліджуваними величинами X (температура повітря, °С) та Y (КІПЯ) для правих приток річки Свічі. Основною ознакою наявності статистичного (кореляційного) зв'язку між випадковими величинами X та Y є відмінність від нуля коефіцієнту кореляції r .

З використанням комп'ютерної програми TableCurve 2D обрано таке математичне рівняння (модель), яке найбільш повно відображає характер зв'язку між досліджуваними величинами.

Таким чином, встановлено функціональну залежність між комплексним показником якості правих приток річки Свічі та середньорічною температурою повітря, що підтверджується коефіцієнтом детермінації ($r^2=D$) (табл.3.3).

Таблиця 3.3

Кореляційні зв'язки між показником якості води (КПЯ) річок басейну Дністра та середньорічною температурою у десятирічній динаміці

Водний об'єкт	Наявність зв'язку r^2
	КПЯ (t)
р. Тур'янка (випуск 1)	0,98
р. Саджава (випуск 2)	0,65
р. Луцава (випуск 2)	0,87
р. Тур'янка (випуск 4)	0,8

Зміст кореляційного аналізу полягає у знаходженні рівняння регресії між випадковими величинами (так звана лінія найкращого наближення), а також в оцінці виду і тисноти зв'язку між ними.

Тісноту зв'язку між випадковими величинами X та Y вважають слабкою, якщо $|r| < 0,3$; тіснота зв'язку є задовільною, якщо $|r| \geq 0,5$; якщо $|r|$ знаходиться у межах від 0,5 до 0,7 – зв'язок між величинами вважають досить тісним; при $|r| > 0,7$ – кореляційний зв'язок між досліджуваними ознаками дуже тісний. В даному випадку кореляційні зв'язки між показником якості води та середньорічною температурою повітря для досліджуваних річок басейну Дністра дуже тісні ($0,65 < r < 0,98$).

За величиною коефіцієнта кореляції r можна оцінити не тільки тісноту кореляційного зв'язку, а й напрямок кореляції (пряма чи зворотна). Зокрема, при $r > 0$ кореляційний зв'язок оцінюють як прямий; а при $r < 0$ – як зворотній. Напрямок коефіцієнта кореляції r може змінюватись у межах від -1 до $+1$. Оскільки всі значення $r > 0$, то стверджуємо про прямий напрямок кореляції між досліджуваними величинами.

Отже, кореляційний аналіз показує тенденцію зміни якісних параметрів гідроекосистеми басейну Дністра в залежності від кліматичних змін та дає можливість знайти рівняння регресії, яке найбільш повно відображає характер взаємодії між залежною і незалежною ознаками. Проте на підставі кореляції можна стверджувати тільки про встановлення наявності та кількісне описання зв'язку, а не про існування між ними причинно-наслідкового зв'язку.

Рівняння регресії представляє аналітичне рівняння, яке визначає залежність результативної ознаки Y від ознаки факторної X .

Проведено регресійний аналіз досліджуваних параметрів за такою послідовністю:

- 1) формування вибірки значень X (середньорічна температура повітря), довжина ряду якої $n=10$;
- 2) формування вибірки значень Y (комплексний індекс потенціалу якості води), довжина ряду $n=10$;
- 3) з використанням програми TableCurve 2D побудовано регресійні залежності якісного показника поверхневих вод Луцави (3.1), Тур'янки (3.2) від середньорічної температури повітря, що описуються рівняннями лінії регресії:

$$\text{КІПЯ} = (1,04 - 0,13 t) / (1 - 0,19 t + 0,009 t^2) \quad (3.1)$$

$$\text{КІПЯ} = (1,8 - 0,9 \ln t) / (1 - 0,6 \ln t + 0,07 (\ln t)^2) \quad (3.2)$$

де t – середньорічна температура повітря, °С; КІПЯ – комплексний індекс потенціалу якості.

Для перевірки істотності зв'язку використано F-критерій Фішера, який базується на порівнянні величини вибірових дисперсій двох рядів даних. Критичне значення коефіцієнта детермінації ($D=r^2$) залежить від відсотка забезпеченості α та кількості степенів вільності дисперсії $k_1 = m-1$ та $k_2 = n - m$, де n – кількість елементів сукупності; m – кількість груп, на яку поділена сукупність. Із спеціальних статистичних таблиць у відповідності зі значеннями ступенів свободи ($k_1=1$, $k_2=8$) та рівня значущості 0,05 визначаємо табличне значення F-критерія (F_{tabl}). Отримані емпіричні значення співставлено із критичними значеннями критерію Фішера, що знаходили за стандартними таблицями:

1) якщо $F_{\text{stat}} > F_{\text{tabl}}$, то зв'язок між досліджуваними даними не випадковий (суттєвий); 2) якщо $F_{\text{stat}} < F_{\text{tabl}}$, то зв'язок випадковий (несуттєвий). Найбільш суттєвий зв'язок між досліджуваними величинами виявлено для р. Луцави (рис.3.12) та Тур'янки (рис.3.13).

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 ($7,77 > 5,3$).

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

В результаті проведених досліджень встановлено наступне: для Прикарпатських річок верхньої течії басейну Дністра отримані залежності доводять гіпотезу: в межах діапазону середньорічних температур водойм (8-11°С) і їх прогнозованого підвищення на 1-2 °С протягом останніх десяти років із збереженням тенденції у майбутньому – глобальне підвищення середньорічних температур повітря призводить до інтенсифікації процесів самоочищення водойм.

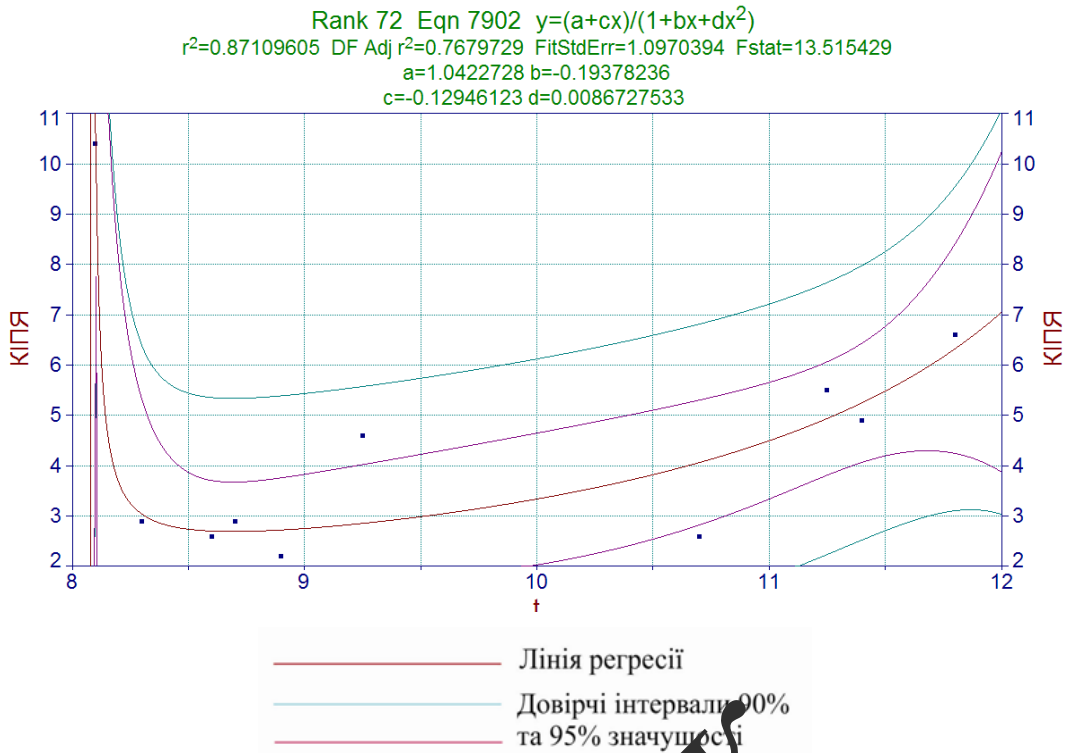


Рис. 3.12. Функціональна залежність комплексного індексу потенціалу якості р. Лушави від середньорічної температури повітря (°C)

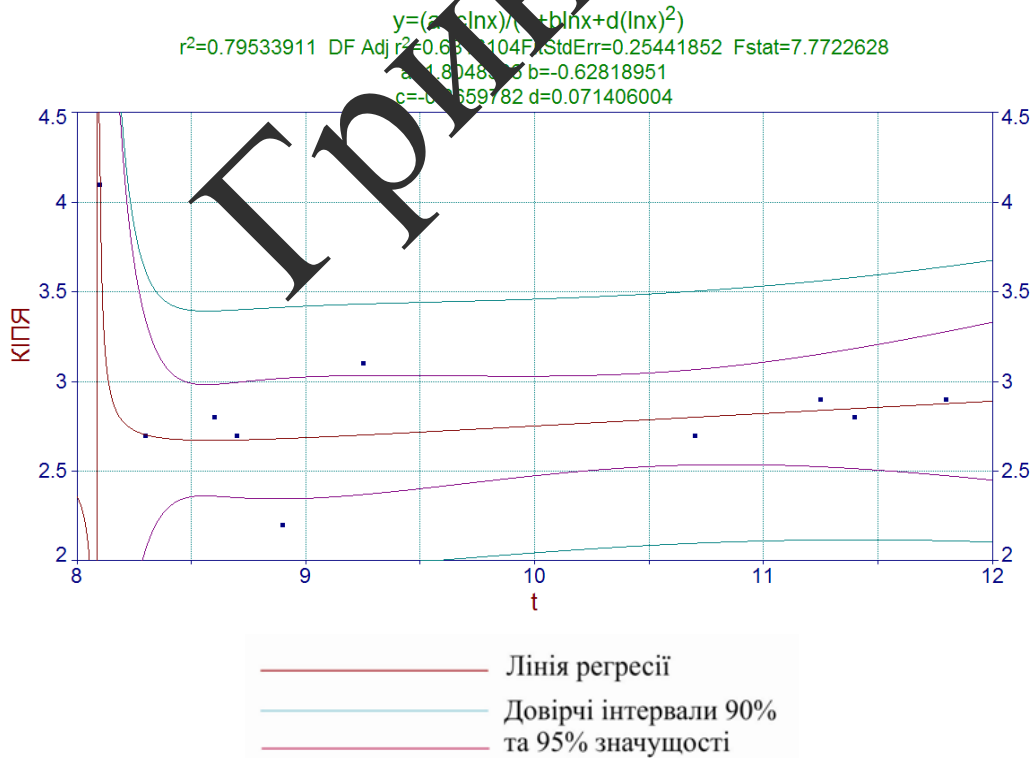


Рис. 3.13. Функціональна залежність комплексного індексу потенціалу якості р. Тур'янки від середньорічної температури повітря (°C)

Враховуючи багатofакторність якісних показників гідроекосистем, що залежать від зовнішніх умов, кліматичних показників, антропогенного навантаження, відсутність вимірів температури стічних вод безпосередньо в місці скиду НГВУ «Долинанaftогаз», вважаємо отримання значущих функціональних залежностей комплексного індексу потенціалу якості від середньорічних температур атмосферного повітря першим кроком для прогнозування впливу глобальних змін клімату на самоочищення водних екосистем [166].

3.4 Встановлення функціональних залежностей хімічних елементів поверхневих вод від температурних умов

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. Гіпотезу у подальшому перевіряємо шляхом побудови функціональних залежностей змін окремих показників якості поверхневих вод із змінами температури повітря.

Кореляційний аналіз проводився для таких хімічних сполук: хлориди, сульфати, амоній солевий, азот амонійний, нітрати, нітрити, завислі речовини, фосфати за період 2006–2017 рр. (рис.3.14–3.25).

Найбільш тісну залежність з температурними змінами виявляють сполуки азоту (азотом амонійним, амонієм солевим, нітритів) річок Саджави та Лушави.

Достовірність отриманих результатів перевіряємо за критерієм Фішера. Із спеціальних статистичних таблиць у відповідності зі значеннями степенів вільності ($k_1=1$, $k_2=10$) та рівня значущості 0,05 визначаємо табличне значення F-критерія (F_{tabl}), яке становить 5. В даному випадку фактичне значення критерію Фішера більше табличного значення ($F_{stat} > F_{tabl}$), тобто $9,5 > 5$; $6,2 > 5$,

що свідчить про суттєві зв'язки між досліджуваними величинами (рис.3.14; 3.15).

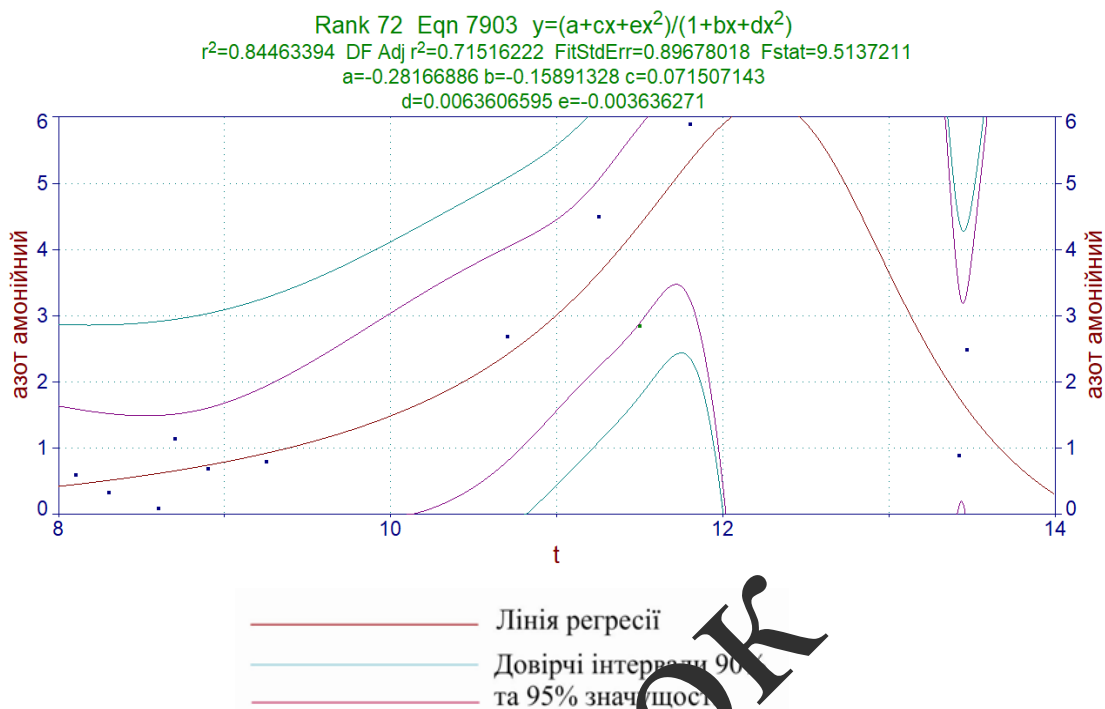


Рис. 3.14. Функціональна залежність азоту амонійного (мг/ дм³) р.Тур'янки від зміни середньорічної температури повітря (°С)

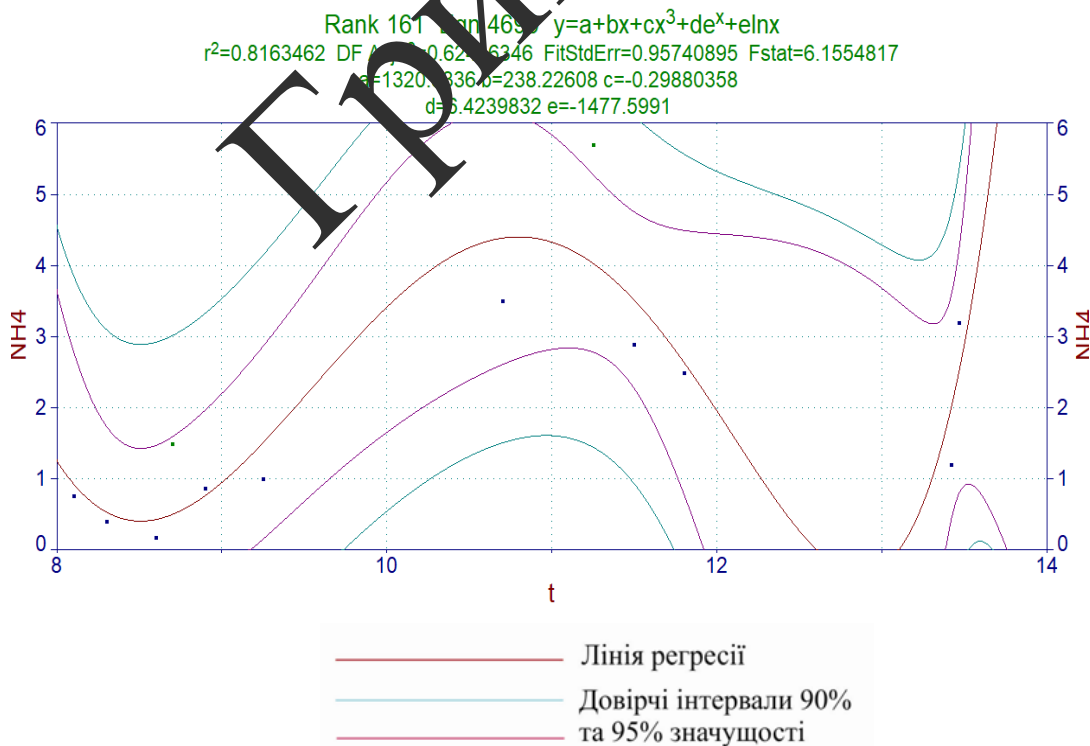


Рис. 3.15. Функціональна залежність амонію солевого (мг/дм³) р.Тур'янки від зміни середньорічної температури повітря (°С)

Азотовмісні речовини (іони амонію, нітритні та нітратні іони) утворюються у воді в результаті розкладання білкових сполук, що потрапляють до річок із стічними водами НГВУ «Долиналифтогаз». Білкові речовини під дією мікроорганізмів піддаються розпаду, кінцевий продукт – аміак, наявність якого свідчить про забруднення природних водотоків стічними водами. Іноді у воді присутні іони амонію неорганічного походження, що утворюються в результаті відновлення нітратів і нітритів гумусовими речовинами.

Вміст у воді нітритів вказує на те, що вода вже була забруднена і продовжує забруднюватись органічними речовинами, оскільки для того, щоб відбулася перша стадія мінералізації аміаку (перетворення його в нітрит) необхідний певний проміжок часу. Нітрати є кінцевим продуктом мінералізації органічних речовин, присутність їх у воді вказує на закінчення цього процесу. Отже, присутність нітратів у воді свідчить про давність забруднення води органічними речовинами.

Тому оцінка якості води у відношенні до азотовмісних речовин є дуже важливою. Якщо у воді разом з амонієм присутні нітрити, то це свідчить про систематичне забруднення водою органічними речовинами протягом відносно короткого проміжку часу. Але якщо у воді присутні амоній, нітрити і нітрати, то це свідчить про давнє та постійне забруднення протягом тривалого часу [167].

Нітрати потрапляють у поверхневі води під дією нітрифікуючих бактерій, з атмосферними опадами, скидами промислових і побутових стічних вод (рис.3.16). Зниження концентрацій нітратів пов'язане зі споживанням їх фітопланктоном і денітрифікуючими бактеріями. Частково нітрати поглинаються водними рослинами. Концентрація нітратів піддається сезонним коливанням: мінімальна – у вегетаційний період, максимальна – восени, коли відбувається розклад органічних речовин і перехід азоту з органічних форм у мінеральні. Амплітуда сезонних коливань вмісту нітратів може свідчити про процес евтрофікації водного об'єкту, який є небезпечним для поверхневих вод,

адже розклад біомаси рослин витрачає весь кисень у воді, що в результаті призводить до загибелі фауни природних водотоків.

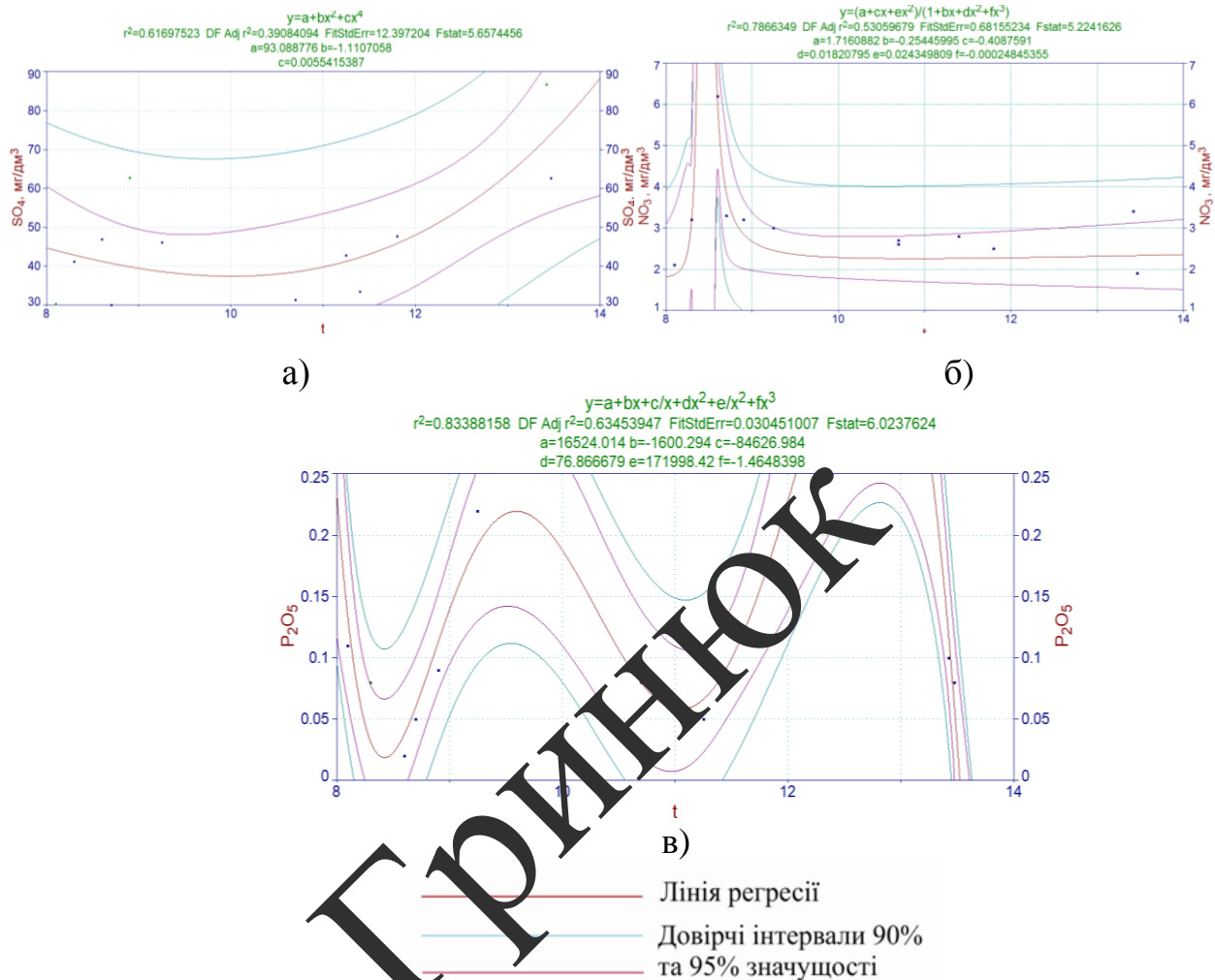


Рис. 3.16. Функціональні залежності а) сульфатів б) нітратів в) фосфатів (mg/dm^3) р. Тур'янки від зміни середньорічної температури повітря ($^\circ\text{C}$)

Досить цікаво простежити здатність р. Саджави, що є однією з найзабрудненіших річок на території Івано-Франківської області, до самоочищення під дією природних факторів. Тому досліджено поелементну зміну хімічних речовин в складі води р. Саджави від зміни температури повітря. У підсумку, встановлено закономірності для: хлоридів, азоту амонійного, нітритів, амонію солевого, завислих речовин.

Найбільш тісний зв'язок між досліджуваними показниками р. Саджави виявлено для нітрогеновмісних сполук, а саме NH_4 та азоту амонійного, де коефіцієнт детермінації ($D=r^2$) становить 0,97 відповідно (рис.3.17, рис.3.18).

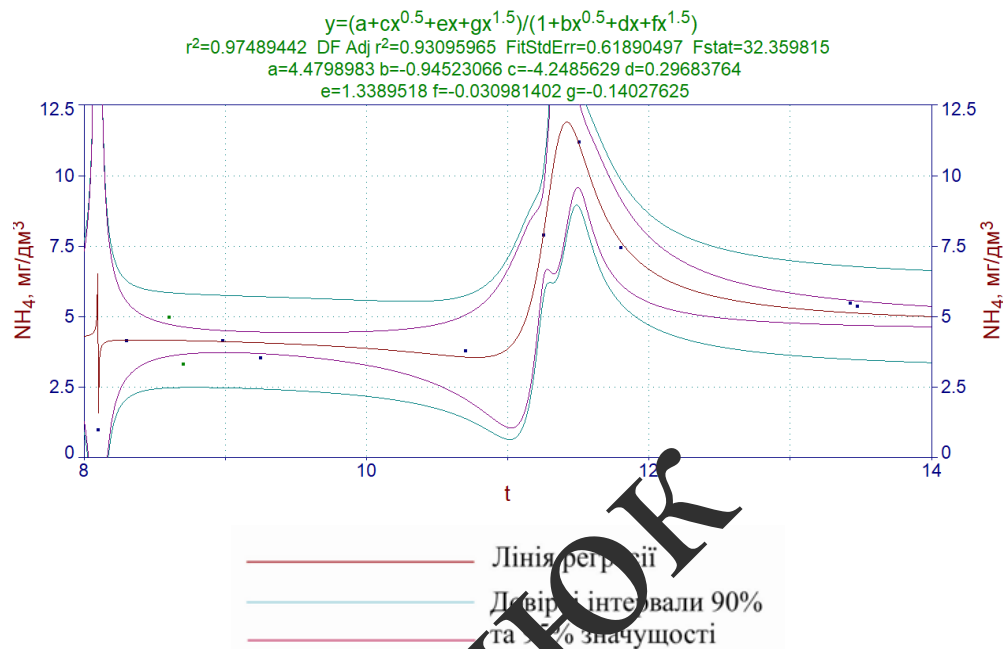


Рис. 3.17. Функціональна залежність вмісту NH_4 (мг/дм³) р.Саджави від середньорічної температури повітря (°С)

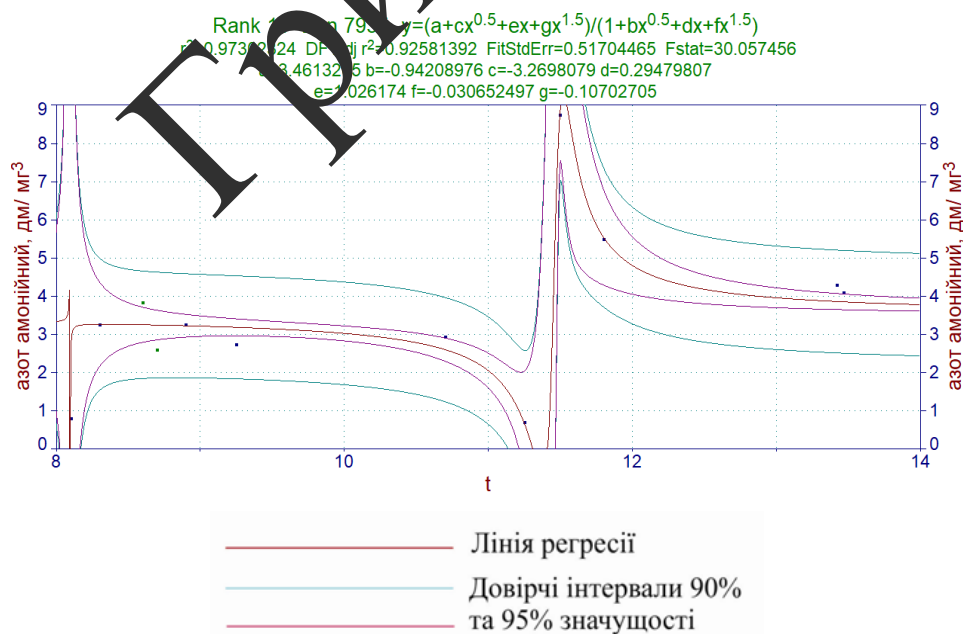


Рис. 3.18. Функціональна залежність азоту амонійного (мг/дм³) р.Саджави від середньорічної температури повітря (°С)

Фактичне значення критерію Фішера перевищує табличне значення статистичних таблиць ($32,4 > 5$; $30 > 5$), що свідчить про суттєвий зв'язок між досліджуваними величинами.

При температурі $11,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ концентрація NH_4 у воді р. Саджави – $11,2\text{ мг/дм}^3$, після якої зупиняється підвищення даного елементу в залежності від температури. Аналогічна ситуація спостерігається для азоту амонійного.

Аміак більш токсичний, ніж іони амонію. Варто зазначити, що важливий вплив на рівень забруднення природних водотоків має водневий показник середовища, адже із підвищенням рН зростає небезпека для гідробіонтів.

Нітрити є проміжною формою у ланцюзі бактеріальних процесів окислення амонію до нітратів (нітрифікація – в аеробних умовах) і, навпаки, відновлення нітратів до азоту та аміаку (денітрифікація – при нестачі кисню). Високий вміст нітритів свідчить про забруднення природних водотоків та є важливим санітарним показником (рис.3.19).

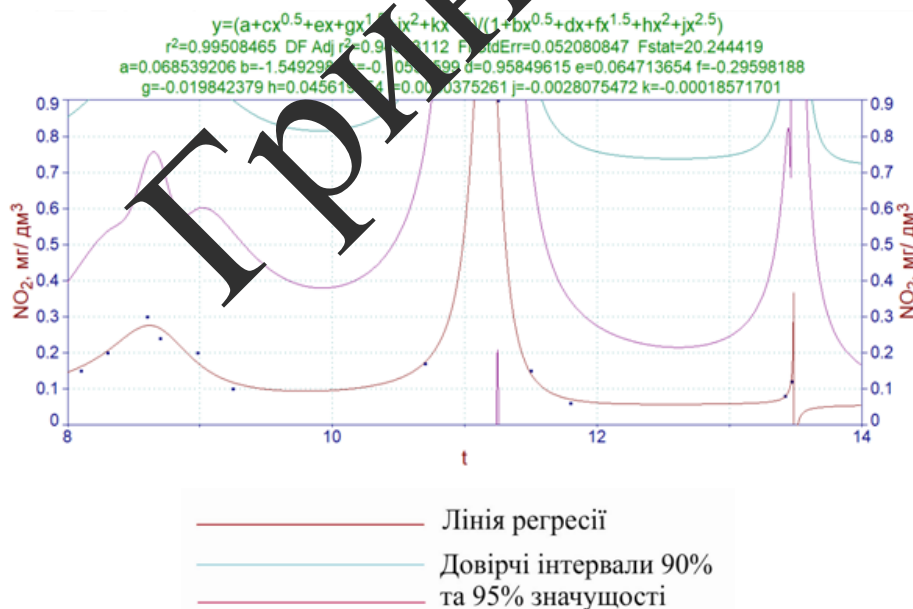


Рис. 3.19. Функціональна залежність нітритів (мг/дм^3) р.Саджави від середньорічної температури повітря ($^{\circ}\text{C}$)

Наявність бази даних гідрохімічного моніторингу поверхневих вод, аналіз динаміки зміни концентрації нітритів за певний період часу (квартал,

сезон, роки) дає змогу не тільки виконати оцінку якісних параметрів водних об'єктів, але й відіграє важливу роль при вивченні процесів самоочищення природних водотоків та при гідробіологічних дослідженнях.

Перевищення сполук азоту, що присутні у складі води правих приток р. Свічі басейну Дністра у вигляді сполук амонію, нітратів і нітритів, свідчить про біологічне забруднення природних водотоків. При цьому відбувається стрімкий розвиток сапрофітних бактерій (особливо небезпечних та хвороботворних), водних грибків, що створюють підвищену екологічну небезпеку для досліджуваних приток. Результати дослідження для інших хімічних елементів приток р. Свічі представлені на рис.3.20–3.25.

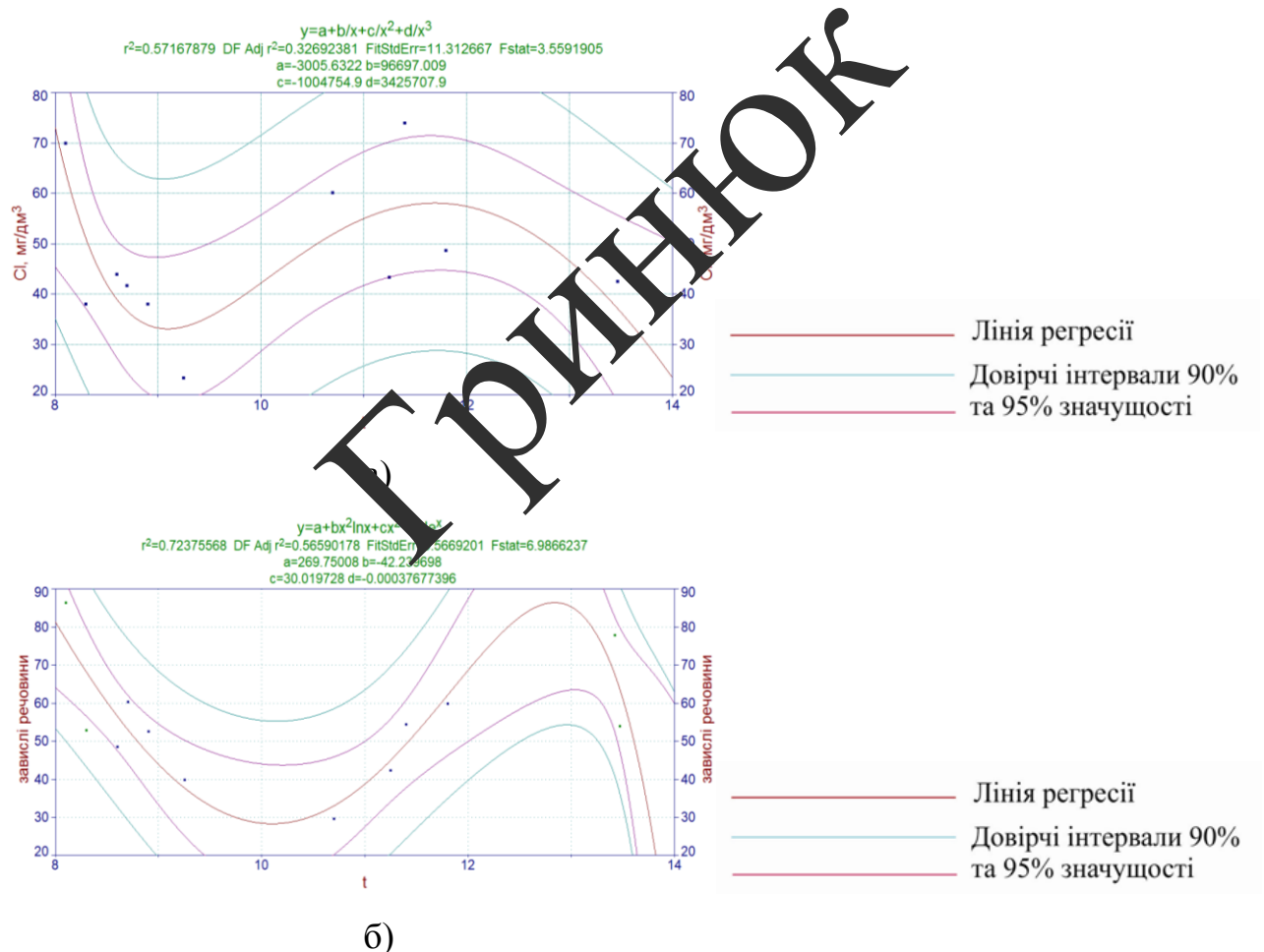


Рис. 3.20. Функціональні залежності вмісту а) хлоридів, б) завислих речовин (мг/дм³) р.Саджави від середньорічної температури повітря (°С)

Найбільш тісний функціональний зв'язок між хімічними речовинами у воді р. Луцави та температурою повітря встановлено також для амонію солевого та азоту амонійного (рис.3.21; рис.3.22).

Достовірність отриманих результатів підтверджено розрахованим критерієм Фішера, що задовільняє вимогу $F_{stat} > F_{tabl}$ ($16,4 > 5$; $5,7 > 5$).

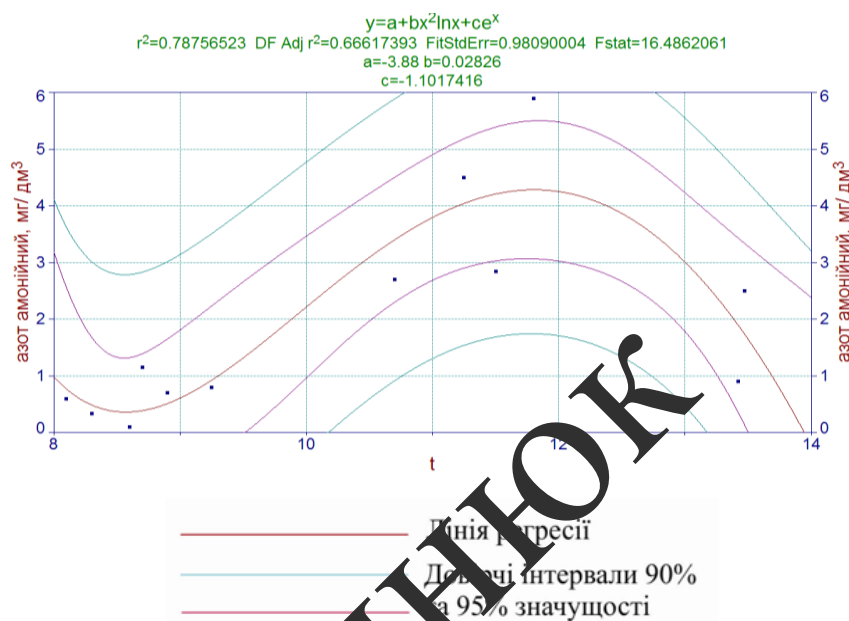


Рис.3.21. Функціональна залежність азоту амонійного (мг/дм³) р. Луцави від середньорічної температури повітря (°C)

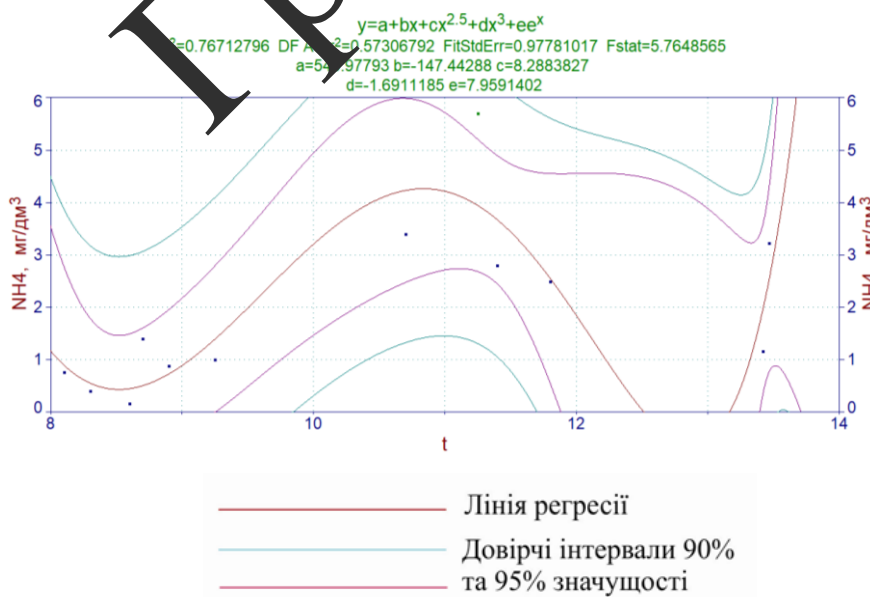


Рис. 3.22. Функціональна залежність NH₄ (мг/дм³) р. Луцави від середньорічної температури повітря (°C)

Зафіксовано стрімке підвищення NO_2 при температурі 10,7–11,8 С, що пояснюється тим, що в період 2012–2015 рр. відбувається підвищення середньорічної температури повітря в напрямку глобального потепління (рис.3.23).

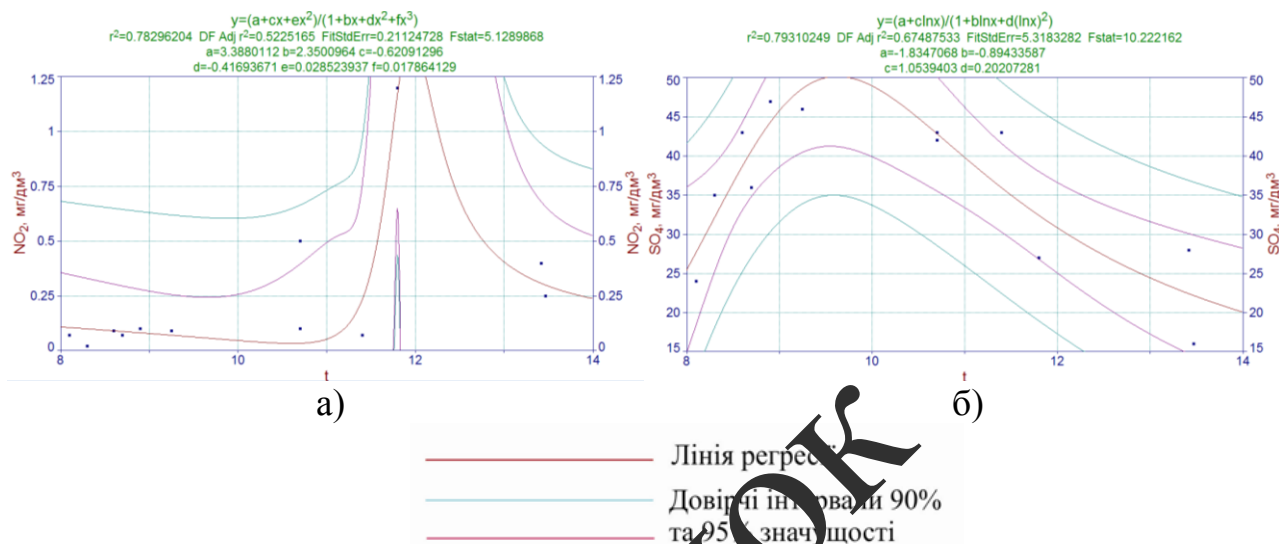


Рис.3.23. Функціональна залежність а) нітритів та б) сульфатів (mg/dm^3) р. Лушави від середньорічної температури повітря ($^{\circ}\text{C}$)

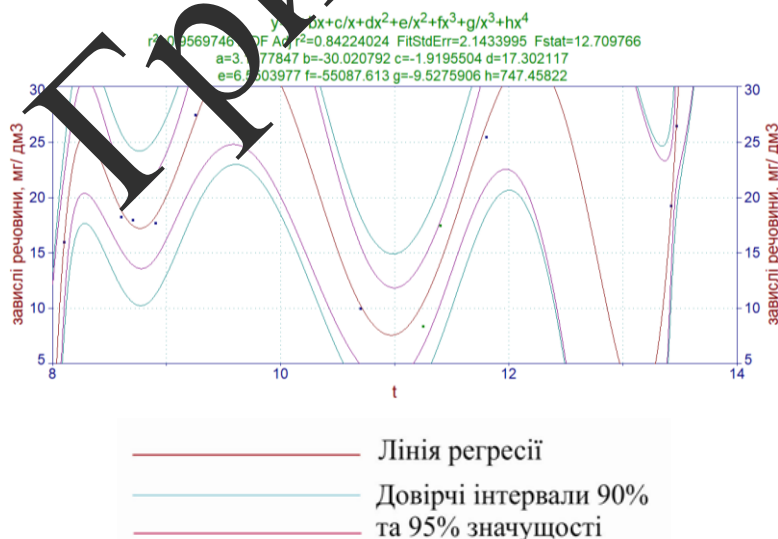


Рис. 3.24. Функціональна залежність завислих речовин (mg/dm^3) р. Лушави від середньомісячної температури повітря ($^{\circ}\text{C}$)

В результаті дослідження встановлено математичну залежність NH_4 від зміни температури повітря для правих приток р. Свічі. Достовірність

підтверджуємо критерієм Фішера $11 > 5$, що свідчить про суттєвий зв'язок між досліджуваними величинами (рис.3.25).

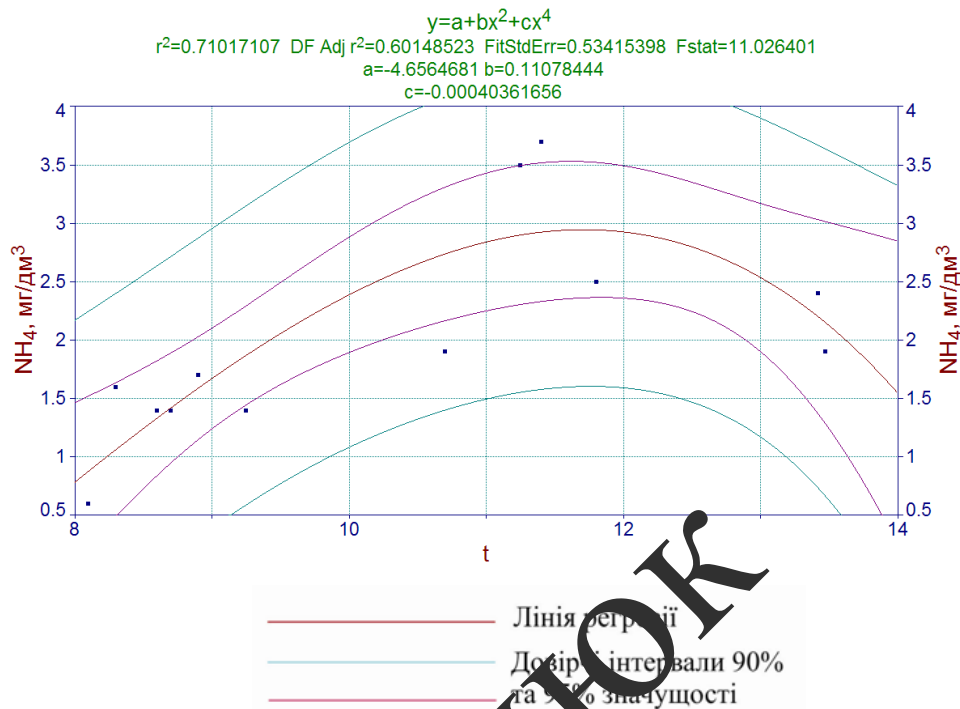


Рис.3.25. Функціональна залежність NH_4 (мг/дм³) від середньорічної температури повітря для правих приток р. Свічі (°C)

Таким чином, висунуту гіпотезу про ймовірність подібних зв'язків для окремих поелементних показників підтверджено для таких хімічних речовин: азот амонійний, нітрити, амоній солевий, завислі речовини, фосфати, сульфати. Найбільш тісну залежність з температурними змінами виявляють нітрогеновмісні сполуки (амонію солевого, азоту амонійного та нітритів) річок Саджави та Луцави (табл.3.4).

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

$$C (\text{амоній солевий}) = (4,5 - 4,2 t^{0,5} + 1,3t - 0,14t^{1,5}) / (1 - 0,95 t^{0,5} + 0,3t - 0,03 t^{1,5}) \quad (3.3)$$

$$C(NO_2^-) = (0,07 - 0,11 t^{0,5} + 0,06t - 0,02 t^{0,5} + 0,003 t^2 - 0,0002 t^{2,5}) / (1 - 1,5 t^{0,5} + 0,96t - 0,3 t^{1,5} + 0,05 t^2 - 0,003 t^{2,5}) \quad (3.4)$$

$$C(\text{азот амонійний}) = (3,5 - 3,3t^{0,5} + t - 0,1t^{1,5}) / (1 - 0,9 t^{0,5} + 0,3 t - 0,003t^{1,5}) \quad (3.5)$$

$$C(\text{зав.реч.}) = 270 - 42t^2 \ln t + 30t^{2,5} - 0,0004 e^t \quad (3.6)$$

Таблиця 3.4

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

Водний об'єкт	р. Тур'янка	р. Саджава	р. Луцава
Y(t)	Сульфати $r^2=0,62$	Хлориди $r^2=0,57$	Сульфати $r^2=0,79$
Y – концентрація хімічних речовин, мг/дм ³	Азот амонійний $r^2=0,84$	Азот амонійний $r^2=0,97$	Азот амонійний $r^2=0,79$
t – температура повітря, °С	Нітрати $r^2=0,75$	Нітрити $r^2=0,99$	Нітрити $r^2=0,78$
	Амоній солевий $r^2=0,72$	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 $r^2=0,96$

Також у 2020 р. проведені польові дослідження з відбором проб води в правих притоках р.Свічі на відстані 500 м від місця випуску стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз» (табл 3.5). Дослідження якісних параметрів води проводились в лабораторії Долинської міжрайоної філії ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» та підтвержені протоколами №84, №85, №86. 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 3.5

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

3.5 Дослідження біохімічного споживання кисню як основного показника самоочищення поверхневих вод

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.

БСК₅ – важливий екологічний показник стану природних водойм, який характеризує стан забруднення водних об'єктів. Основними індикаторами якого є вміст органічних речовин та амонійних сполук, від яких у значній мірі залежать умови для збереження необхідного рівня вмісту розчиненого кисню у поверхневих водах. Тобто, чим більше у воді міститься органічних речовин, тим більше необхідно кисню для їх окислення, відповідно тим вищий показник БСК₅.

Органічні речовини у природних водотоках піддаються біологічному розпаду (мініралізації), що супроводжується споживанням розчиненого кисню і може призвести до повного його зникнення та виникнення анаеробних умов. Даний процес, який призводить до мініралізації органіки, зумовлений діяльністю бактерій, що містяться і в стічній воді, і у воді водойми [168].

Разом з органічними речовинами побутових та промислових стічних вод у водойму надходить велика кількість сапрофітних і патогенних бактерій, тому

концентрація органічних речовин безпосередньо вказує на бактеріальне забруднення водойм і цим характеризується санітарне значення показника БСК [169].

За високого вмісту органічних речовин у воді швидко розмножуються аеробні бактерії, для життєдіяльності яких необхідний кисень. Це може зумовити зниження вмісту розчиненого кисню, створити гіпоксичні умови та загибель окремих видів гідробіонтів.

Добові коливання величини БСК₅ залежать від вихідної концентрації розчиненого кисню, яка може змінюватися протягом доби на 2,5 мг/дм³ залежно від співвідношення процесів його споживання та продукування.

Найбільше перевищення нормативу ГДК у стічних водах НГВУ «Долинанافتогаз» зафіксовано для БСК₅ тому варто більш детально дослідити зміну даного показника в часовій динаміці.

Максимальне значення БСК₅ у стічних водах (випуск №1) зафіксовано у 2011 р. та становить 10,15 мгО₂/дм³, що у 3,3 рази перевищує ГДК (3 мгО₂/дм³) та свідчить про невідповідність даного показника встановленим нормативам (рис.3.26).

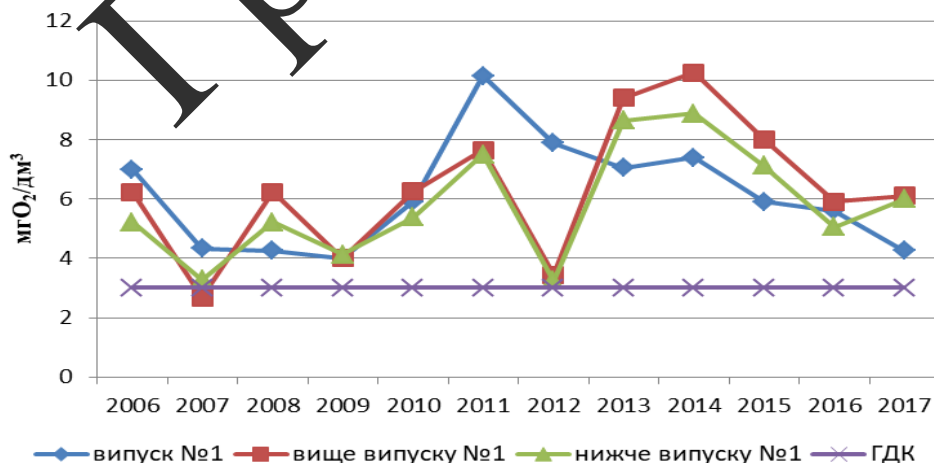


Рис. 3.26. Динаміка зміни БСК₅ на ділянці 500 м вище та нижче випуску №1 (р. Тур'янка)

Аналогічне максимальне перевищення значення ГДК виявлено при скиді стічних вод у річку Саджаву у 2011р. (у 3,3 рази). Проте значення БСК₅ досягає

свого піку у 2010 р.(у 29 раз перевищує норматив ГДК) вище випуску №2 за цілий період дослідження (рис.3.27), що свідчить про підвищення самоочисних властивостей річки.

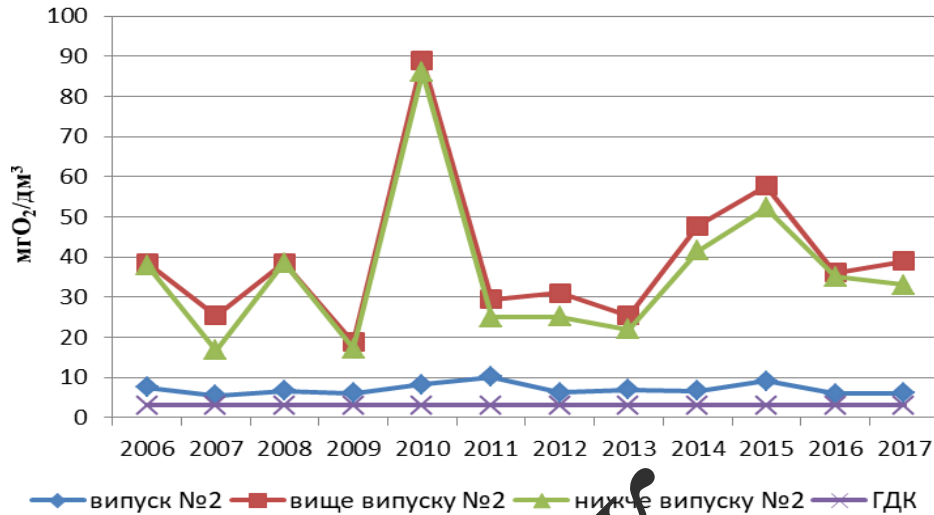


Рис. 3.27. Динаміка зміни БСК₅ на ділянці 500 м вище та нижче випуску №2 (р. Саджава)

Аналізуючи динаміку зміни біохімічного споживання кисню у річці Лушаві (рис. 3.28), виявлено перевищення нормативу ГДК у місці випуску стічних вод нафтогазовидобувного підприємства в 3,5–8,7 раз. Максимальне значення БСК₅ зафіксовано у 2011 р. (26,1 мгО₂/дм³).

Значення БСК₅ при випуску №4 стічних вод відповідає нормативу ГДК тільки у 2007, 2008 рр., далі відбувається перевищення. Найбільше значення БСК₅ становило 10,4 мгО₂/дм³ у 2009 році (рис.3.29).

Виявлено, що при максимальному показнику БСК₅ при випуску стічних вод спостерігається мінімальне значення БСК₅ нижче випуску №4. В даному випадку самоочищення відбувається повільно. Відома закономірність: підвищення температури водного об'єкту є каталізатором гідрохімічних процесів, які іноді пришвидшуються в 10 разів і більше. Температура водного об'єкта у кліматичній зоні України змінюється згідно закону широтної зональності та для більшості водних об'єктів, слідує за температурою повітря. Оскільки водна маса володіє значною тепловою інерцією, то зміни температури

води відбуваються більш повільно та плавно, ніж зміни температури повітря. У добовому температурному режимі запізнення в часі складає 2-3 години, у річному температурному режимі 10–15 діб.

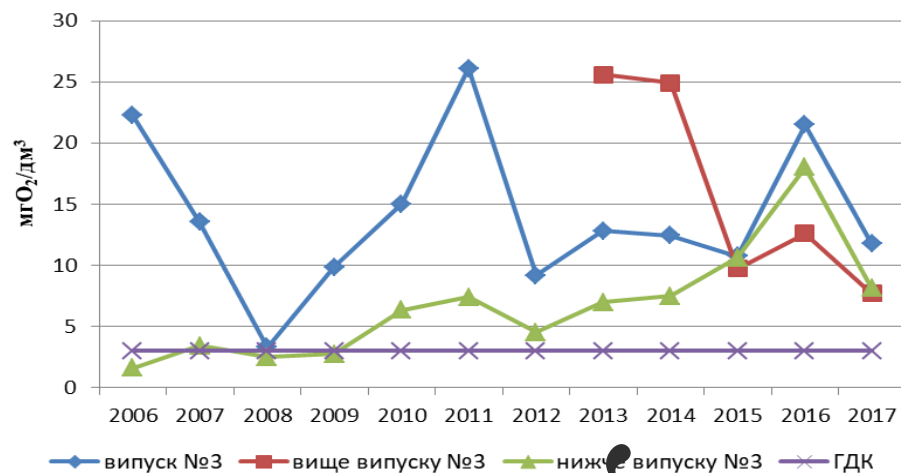


Рис. 3.28. Динаміка зміни БСК₅ на ділянці 500 м нижче випуску №3 та у місці скиду стічних вод (р.Луцава)

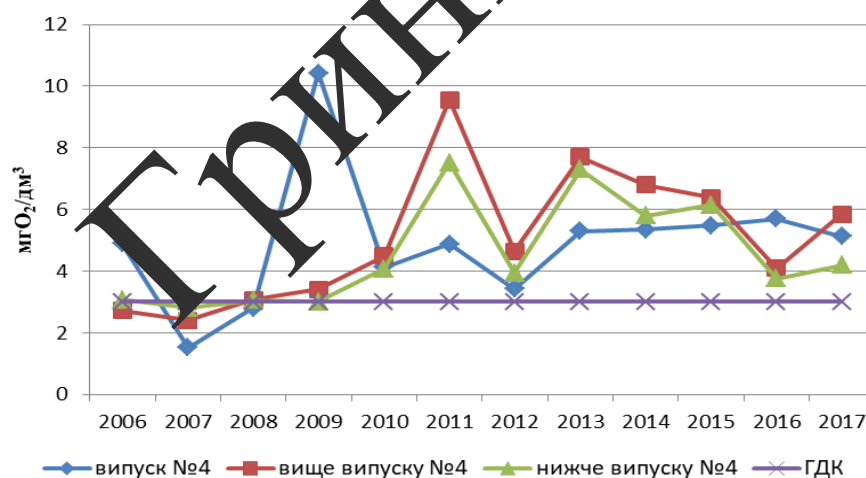


Рис. 3.29. Динаміка зміни БСК₅ на ділянці 500 м вище та нижче випуску №4 (р.Тур'янка)

На основі отриманих результатів аналізу проб води, які відібрано при польових дослідженнях якості води річок Тур'янка, Саджава та Луцава у вересні 2020 р. та статистичних даних гідрохімічного моніторингу поверхневих

вод НГВУ «Долина нафтогаз» представлено динаміку зміни концентрацій БСК₅ за період 2006–2020 р.

Показник БСК₅ у 2020 р. перевищує норматив ГДК для р. Тур'янки – у 2 рази, для р. Саджави – у 4,5 раз, для р. Лушави у 1,7 раз (рис. 3.30).

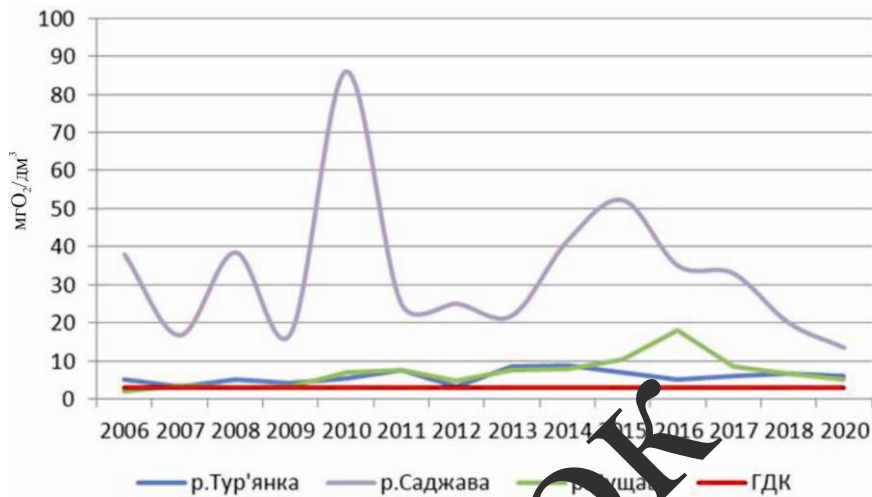


Рис. 3.30. Динаміка зміни БСК₅ на ділянці 500 м нижче випуску стічних вод НГВУ «Долина нафтогаз» за період 2006-2020 рр.

Виходячи з даної природної закономірності отримати функціональні залежності між миттєвими вимірами якості води та температурою повітря не виявляється можливим. Тому була виконана спроба отримати функціональні залежності між миттєвими вимірами якості води та середньорічною температурою повітря, яка виявилася вдалою.

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 р. Саджава.

Достовірність результату підтверджує фактичне 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 за 10-річний період 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.3.31). Залежність між показником біохімічного споживання кисню у р. Саджава та зміною середньорічної температури повітря описується рівнянням лінії регресії:

$$C (\text{БСК}_5) = (4,4 - 0,57 t) / (1 - 0,2 t + 0,009 t^2) \quad (3.7)$$

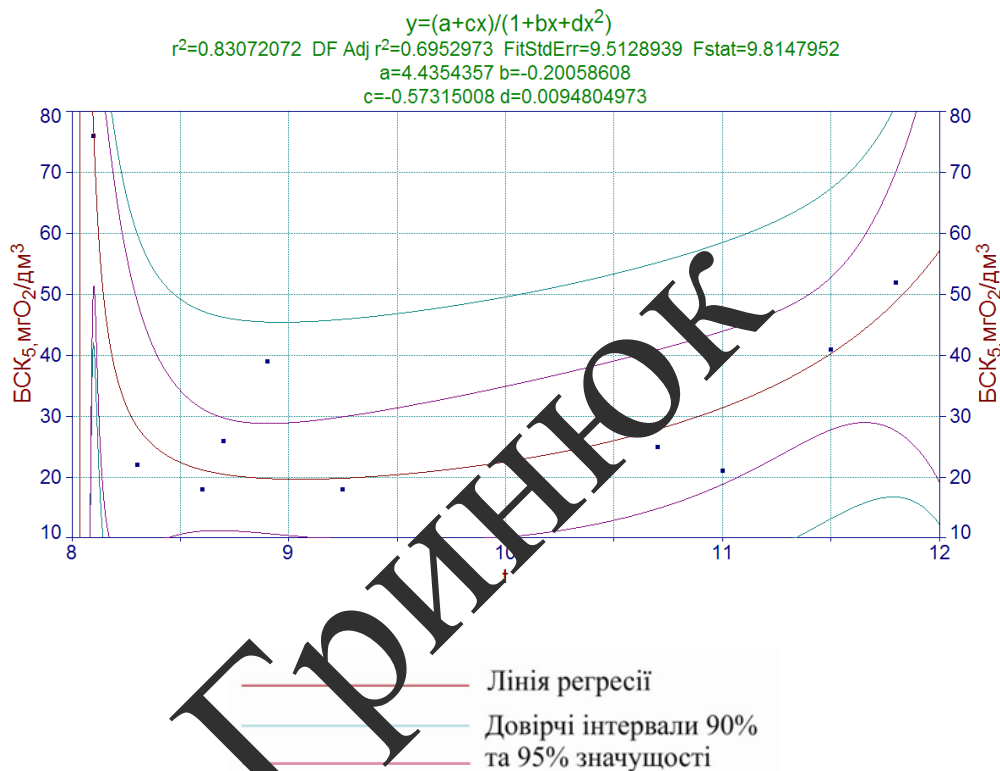


Рис. 3.31. Функціональна залежність концентрації БСК₅ (мг О₂/дм³) в р. Саджаві від середньорічної температури повітря(°С)

Також функціональну залежність між показником біохімічного споживання кисню та зміною середньорічної температури повітря встановлено для річки Луцави (рис.3.32), в якій зафіксовано максимальне перевищення у 8,7 раз (2011 р.) нормативу ГДК у стічних водах нафтогазовидобувного підприємства у досліджених пробах за 10-річний період.

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

$$C (\text{БСК}_5) = 34 - 0,65 t^2 + 0,003 t^4 \quad (3.8)$$

В результаті, функціональну залежність з найтіснішим зв'язком виявлено для р.Саджави, яку можна описати за допомогою рівняння:

$$C (\text{БСК}_5) = (4,4 - 0,57 t) / (1 - 0,2 t + 0,009 t^2) \quad (3.9)$$

де t – середньорічна температура повітря, °С; БСК_5 – біохімічне споживання кисню, $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$.

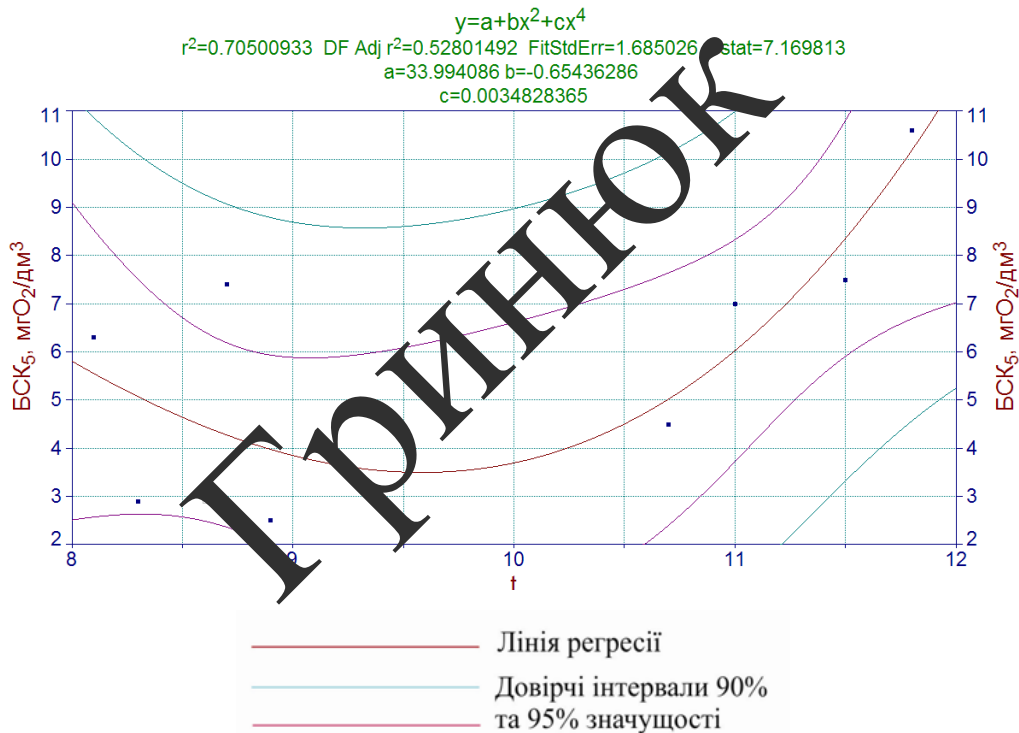


Рис. 3.32. Функціональна залежність концентрації БСК₅ (мг О₂/дм³) в р.Лушаві від середньорічної температури повітря(°С)

Проведений регресійний аналіз доводить, що існує певна залежність між якістю води за показником БСК₅ та багаторічними змінами температури повітря (табл.3.5). Залежність виявляється тим тіснішою, чим більшому забрудненню підлягає водний об'єкт.

Науковою новизною проведених досліджень є отримання значущих функціональних залежностей якості водних об'єктів від середньорічної температури атмосферного повітря.

Таблиця 3.5

Кореляційні зв'язки між показником самоочищення поверхневих вод басейну Дністра та середньорічною температурою повітря

Водний об'єкт	Наявність зв'язку r^2
	БСК ₅ (t)
р. Тур'янка (випуск 1)	0,86
р. Саджава (випуск 2)	0,82
р. Луцава (випуск 3)	0,7
р. Тур'янка (випуск 4)	0,64

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.

Отже, для річок верхньої течії басейну Дністра отримані залежності доводять гіпотезу про наступне: в межах діапазону середньорічних температур водойм (8-11⁰С) і їх прогнозованого підвищення на 1-2⁰С протягом останніх десяти років із збереженням тенденції у майбутньому – глобальне підвищення середньорічних температур повітря призводить до інтенсифікації процесів самоочищення водойм, з врахуванням відбору проб в 500 м нижче за течією після скиду стічних вод нафтогазовидобувного підприємства

«Долина нафтогаз». Підприємство скидає стічні води в три різні річки басейну Дністра: Тур'янка, Луцава та Саджава. Остання є найбруднішою річкою Прикарпаття. Виявлена наступна тенденція: чим брудніша річка, тим інтенсивніше відбуваються процеси самоочищення.

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.

Висновки до розділу 3

1. Здійснено екологічну оцінку якісних параметрів гідроекосистеми за даними гідрохімічного моніторингу з використанням методик визначення індексу забрудненості води та комплексного індексу потенціалу якості води.

За результатами екологічної оцінки поверхневих вод басейну Дністра згідно методики визначення індексу забрудненості води встановлено, що:

– стічні води, які відводить підприємство нафтогазовидобувної промисловості у р. Тур'янку та Саджаву відповідають II класу якості та категорії «чиста», до річки Луцави – клас якості води –VI, категорія – «дуже брудна»;

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

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

2. Досліджено природне самоочищення поверхневих вод шляхом встановлення просторово-часових закономірностей показників якості правих

приток р. Свічі басейну Дністра та їх залежності від кліматичних змін. Виявлено стрімке підвищення середньорічної температури повітря на 2 °С за період 2006–2017 рр., що є наслідком глобального потепління.

Отже, 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 прогностичну оцінку рівня забрудненості природних водотоків. Залежність виявляється тим тіснішою, чим більшому забрудненню підлягає водний об'єкт.

Вперше встановлено поелементні функціональні залежності якісних показників правих приток р. Свічі басейну Дністра від метеорологічних факторів. Найбільш тісний зв'язок між досліджуваними показниками виявлено для БСК₅ та нітрогеновмісних сполук (амонію солі, азоту амонійного та нітритів) річок Саджави та Лушави. Для наукового обґрунтування функціональні залежності представлені у вигляді математичних моделей.

ГРИНЮК

РОЗДІЛ 4

САМООЧИЩЕННЯ МАЛИХ РІЧОК КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ В МЕЖАХ ВПЛИВУ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

4.1 Дослідження процесів самоочищення правих приток річки Свічі басейну Дністра

Скидання стічних вод промисловими підприємствами з різним вмістом органічних, бактеріальних та хімічних забруднювачів призводить до зниження якості води в природних водотоках. В свою чергу, забруднюючі речовини впливають на органолептичні властивості води у річках, надають їй неприємний присмак, запах, а також здійснюють вплив на біохімічні процеси, тобто уповільнюють чи повністю припиняють природний процес самоочищення.

Хоча промислові підприємства проводять попередню очистку зворотних вод перед їх скидом, проте, як показують дослідження, у природні водотоки потрапляють ряд забруднюючих речовин. Наприклад, загальний об'єм скиду забруднених та недостатньо очищених зворотних вод НГВУ «Долина нафтогаз» за 2017 р. становить 86,2 тис. м³ [170].

Дослідженню гідрохімічних процесів, які відбуваються у малих річках Карпатського регіону при скиді недостатньо очищених стічних вод приділяють значно менше уваги. Оскільки малі річки є своєрідними «водними капілярами», від якості яких залежить екологічний стан цілої річкової системи, то набуває особливої актуальності дослідження процесу самоочищення малих річок, що перебувають у межах впливу виробничої діяльності нафтогазової промисловості.

Процес самоочищення природних водотоків протікає під впливом надзвичайно різноманітних факторів, що діють одночасно в різних поєднаннях. Такими факторами є [171]:

а) гідравлічні – розведення і змішування забруднень з основною масою води;

- б) механічні – осадження зважених часток;
- в) фізичні – вплив сонячної радіації та температури;
- г) хімічні – окислювання органічних і мінеральних забруднень; вони визначаються за БСК (біологічним споживанням кисню), ХСК (хімічним споживанням кисню) або за загальним вмістом органіки;
- д) біологічні – рослинний і тваринний світ, що бере участь у самоочищенні.

Подальші дослідження процесу самоочищення річок Тур'янки, Саджави та Луцави спрямовані на визначення кратності та інтенсивності розбавлення промислових стічних вод у природних водотоках.

Отож, після скиду зворотних стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз» до поверхневих вод, спочатку відбувається процес змішування та розбавлення забрудненої стічної води з водою річки. Зниження концентрацій забруднювачів відбувається при багаторазовому (1:7-1:16) розведенні чистою водою. Великою величиною, що показує, в скільки разів у розрахунковому створі збільшився об'єм води, що бере участь у розбавленні стоку, стосовно первинного об'єму стічних вод на розглянутій ділянці річки, є значення кратності розбавлення.

В місці випуску стічних вод кратність розбавлення дорівнює одиниці ($n_v = 1$), а з віддаленням від місця випуску в розбавленні стоку бере участь все більший об'єм води, відповідно кратність розбавлення збільшується.

Розрахунок кратності розбавлення для правих приток річки Свічі проводився згідно методу Фролова-Родзиллера [172]. Аналіз результатів визначення кратності розбавлення води по всіх чотирьох випусках Долинського підприємства нафтогазовидобувної промисловості (табл.4.1) та швидкостей течії правих приток річки Свічі підтверджують закономірність: із збільшенням швидкості течії річки збільшуються кратність розбавлення. Тому при найбільшій швидкості течії річки Саджави 0,24 м/с (порівнянно із швидкостями течії річок Тур'янки та Луцави), кратність основного розбавлення стічних вод становить 103,83. Це означає, що загалом вода стала в 100 раз чистіша у розрахунковому створі внаслідок розбавлення стоку, стосовно початкового об'єму стічних вод на розглянутій ділянці річки Саджави.

Таблиця 4.1

Розрахункова кратність розбавлення води від місця випуску стічних вод до контрольного створу по фарватеру правих приток річки Свічі

Параметри	Випуск №1 (р. Тур'янка)	Випуск №2 (р.Саджава)	Випуск №3 (р. Луцава)	Випуск №4 (р. Тур'янка)
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0,027	0,061	0,0034	0,027
$q, \text{ м}^3/\text{с}$	0,00119	0,00017	0,001	0,0028
$L, \text{ м}$	500			
D	0,00033	0,00053	0,00012	0,00033
Кратність основного розбавлення, n	23,15	103,83	4,4	96,26

Q – мінімальна витрата води водотоку в контрольному створі скиду стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$; $q_{\text{ск}}$ – витрата стічних вод, що надходить у річку, $\text{м}^3/\text{с}$;

L – відстань від місця випуску до контрольного створу по фарватеру річки, м;

D – коефіцієнт турбулентної дифузії.

Інтенсивність процесу самоочищення залежить від ряду факторів, а саме:

- місця розташування природніх водотоків (географічний фактор);
- морфометричних характеристик водотоків (швидкості течії, глибини);
- кліматичних та мікрокліматичних умов, гідрологічного режиму, стану ґрунтів та рослинності;
- впливу людської діяльності (антропогенний фактор).

Також варто звернути увагу, що мінералізація правих приток річки Свічі має сезонний характер. При зростанні поверхневого живлення мінералізація води в річці може знижуватись, а при зростанні підземного живлення мінералізація річкової води може збільшуватись.

Якщо досліджувати концентрацію конкретної забруднюючої речовини у стічних водах та безпосередньо у воді річки, то їх значення зазвичай відрізняються. Від її величини залежить швидкість зниження вмісту домішки у воді. Тому, окрім кратності розбавлення стоків, процес розбавлення характеризується ще й показником інтенсивності процесу розбавлення стічних вод, який розраховуємо за формулою Родзиллера:

$$n = \frac{C_0 - C_B}{C - C_B} \quad (4.1)$$

де C_0 – концентрація забруднюючої речовини, що міститься у стічних водах, які відводять у природні водотоки, мг/дм³;

C_B і C – концентрація забруднюючої речовини у водоймі до і після випуску відповідно, мг/дм³.

Проаналізувавши статистичні дані екологічного моніторингу НГВУ «Долинанافتогаз» за 2006–2017 рр., виявлено перевищення ГДК для таких компонентів: хлориди амоній солевий, азот амонійний, нітрити, БСК₅. Тому для простеження динаміки зміни хімічних речовин у фоновому створі та 500 м нижче випуску стічних вод, було проведено розрахунки щодо визначення інтенсивності розбавлення стічних вод конкретно для тих хімічних елементів, які перевищують норматив ГДК [173].

Оскільки вміст нафтопродуктів у воді правих приток р. Свічі в межах норми (не більше 0,05 мг/дм³), то інтенсивність розбавлення для нафтопродуктів не обчислювали.

На основі щоквартальних даних екологічного моніторингу поверхневих вод обчислено середнє значення концентрацій хімічних елементів при випуску стічних вод до природних водотоків, а також 500 м вище та 500 м нижче випусків №1,2,3,4.

Під час розрахунку показника інтенсивності розбавлення води 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 «Долинанافتогаз». Про це свідчать від'ємні значення показника інтенсивності розбавлення води (табл.4.2–4.5). Найбільше техногенне навантаження на якісні параметри води р. Саджава здійснюють стічні води деревообробного підприємства ТОВ «Уніплит».

Таблиця 4.2

**Показник інтенсивності розбавлення води при випуску №1
(річка Тур'янка)**

роки	Cl	NH ₄	NO ₂	БСК ₅	азот амонійний
2007	5,2	-3,2	1,2	2,8	0,3
2008	10	2,4	-0,6	1,9	2,5
2009	3,7	3,7	2,4	0	4,5
2010	1	2,6	1,1	0,4	2,8
2011	-6,3	1,3	-0,3	-16,6	1,4
2012	15,3	-0,8	0	-22,1	-1,1
2013	7,6	0,8	5,1	3,1	11
2014	14	-10	0	2	0,5
2015	5,3	3,5	-1,5	2,4	4,2
2016	18,2	3,25	-9	0,33	3
2017	16,2	3,5	-6	0,2	4

Таблиця 4.3

Показник інтенсивності розбавлення води при випуску №2 стічних вод (річка Саджава)

роки	Cl	NH ₄	NO ₂	БСК ₅	азот амонійний
2007	39	-20	1,5	2,2	0
2008	5,3	18,8	5,3	0	23,1
2009	6,6	15,3	4,8	7,7	-5,3

Продовження таблиці 4.3

2010	4	3,7	5,5	26,9	3,3
2011	-1,5	2,9	2,4	4,3	2,9
2012	-0,5	-9,5	2,7	4	-5
2013	-0,6	5	0	5	-1,2
2014	-0,3	-8,9	-11,6	6,5	-8,8
2015	-1,3	12,4	3,75	8,9	11
2016	-1,28	5,8	0	30,2	6,1
2017	-1	4,2	1,2	7,6	5,2

Таблиця 4.4

**Показник інтенсивності розбавлення води при випуску №3 стічних вод
(річка Лушава)**

роки	Cl	NH ₄	NO ₂	БСК ₅	азот амонійний
2013	-0,6	6,3	0,4	0,7	6,01
2014	1,6	12,5	-4,1	0,7	9,4
2015	1,2	12,3	2,1	1,2	0,8
2016	-0,6	6,2	0,4	0,6	6,01
2017	-0,5	4,8	0,2	0,3	4,1

Результат розрахунку показника інтенсивності розбавлення стічних вод, що надходять у річку Лушаву за період 2007–2012 рр., показав нульове значення, а це свідчить про відсутність самоочищення води на досліджуваній ділянці р. Лушави. За період 2013–2015 рр. спостерігаємо тенденцію до збільшення інтенсивності розбавлення стічних вод (табл. 4.4).

Таблиця 4.5

Показник інтенсивності розбавлення води при випуску №4 стічних вод (річка Тур'янка)

роки	Cl	NH ₄	NO ₂	БСК ₅	азот амонійний
2007	1,6	-0,9	1,5	-2,1	-1
2008	8,2	4	2,8	11	7,5
2009	2,8	-1,6	0	-17,5	-4
2010	2,7	3,9	4	0,8	5

Продовження таблиці 4.5

2011	2,3	1,2	-1,9	2,3	1
2012	-0,5	0,7	-3	1,75	0,82
2013	-0,04	0	0,1	6	-6,8
2014	0,3	1	6,2	1,45	1
2015	10,9	-5	1,4	4	0,22
2016	-0,44	8,7	0	-4,5	-2,8
2017	0,2	6,8	0	3,2	-2,4

Розраховано середньорічну інтенсивність розбавлення забруднюючих речовин в правих притоках р. Свічі, що характеризує, як знизилася концентрація даних речовин у розрахунковому створі річки стосовно її концентрації у стічній воді (табл.4.6). В даному випадку найбільша середньорічна інтенсивність розбавлення стічних вод для р. Саджави (4,1), найменша – для р. Тур'янки (1,2).

Таблиця 4.6

**Середньорічна інтенсивність розбавлення забруднюючих речовин
в правих притоках р. Свічі**

Водний об'єкт	Cl	NH ₄	NO ₂	БСК ₅	азот амонійний	n
р. Тур'янка	4	1,1	0,4	-0,9	1,4	1,2
р. Саджава	4,4	2,7	1,4	9,3	2,8	4,1
р. Луцава	0,22	8,4	-0,28	0,7	5,2	2,8

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

$$n = \frac{C_0 - C_B}{C - C_B} * k_v * k_t \quad (4.2)$$

де k_v – запропонований коефіцієнт, значення якого залежить від швидкості течії річки; k_t – запропонований коефіцієнт, значення якого залежить від температури води.

Значення коефіцієнтів ґрунтується на результатах проведених розрахунків за формулами:

$$k_v = \frac{V}{V_c} \quad (4.3)$$

$$k_t = \frac{t}{t_c} \quad (4.4)$$

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

Діапазони обиралися на основі аналізу швидкостей течій та середньорічних температурних показників води для малих та великих річок України.

Побудовано графіки залежності k_v від швидкості течії, а також k_t від середньорічної температури при умові, що середня швидкість течії води для правих приток р. Свічі становить 0,17 м/с, середньорічна температура води становить 10 °С (рис.4.1).

На основі отриманих графіків залежностей запропонованих коефіцієнтів від гідрометеорологічних параметрів отримано значення k_v та k_t для річок Тур'янка, Саджава та Луцава:

- якщо $V = 0,17$ м/с, то $k_v = 1$ (для р. Тур'янки);
- якщо $V = 0,24$ м/с, то $k_v = 1,4$ (для р. Саджави);
- якщо $V = 0,1$ м/с, то $k_v = 0,7$; (для р. Луцави)

– якщо $t=10^{\circ}\text{C}$, то $k_t=1,1$ (для правих приток р. Свічі).

Проведено розрахунок удосконаленого показника інтенсивності розбавлення стічних вод, що надходять до правих приток р. Свічі (табл.4.7).

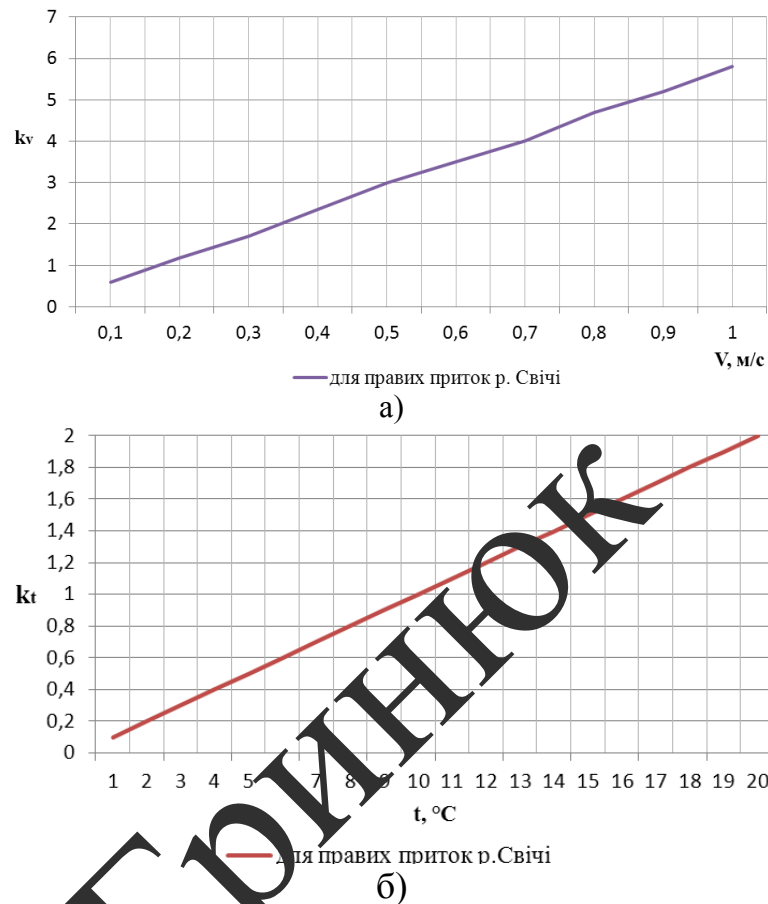


Рис.4.1. Залежність k_v від швидкості течії (а); k_t від середньорічної температури води правих приток р. Свічі (б)

Таблиця 4.7

Результати розрахунку удосконаленого показника інтенсивності розбавлення стічних вод НГВУ «Долинанaftогаз»

Водний об'єкт	n з врахуванням k_v та k_t
р. Тур'янка	1,3
р. Саджава	6,3
р. Луцава	2,1

Підсумовуючи результати дослідження, запропоновано шкалу оцінки природнього самоочищення поверхневих вод [174] від забруднюючих речовин в залежності від розрахованого показника інтенсивності розбавлення (n) стічних вод з врахуванням швидкості течії річки та температурного режиму (табл.4.8).

Таблиця 4.8

Шкала оцінки природнього самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин

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

При встановленні діапазону значень n враховувалось середнє значення розрахованого показника інтенсивності розбавлення стічних вод, яке становить 4. Згідно запропонованої шкали оцінки природнього самоочищення поверхневих вод визначено ступінь самоочищення води для правих приток р.Свічі в межах впливу нафтогазовидобувного підприємства:

- 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.

Отже, у правих притоках р. Свічі зафіксовано перевищення граничнодопустимої концентрації для таких забруднюючих речовин: хлориди, амоній солевий, нітроти, азот амонійний та біохімічне споживання кисню (БСК₅). Виявлено, що на якість води річки Саджави значно впливає ТОВ «Уніплит», тобто річка зазнає подвійного забруднення. Найбільшу

кратність основного розбавлення води виявлено для річки Саджави, оскільки вона має найбільшу швидкість течії 0,24 м/с порівняно з швидкостями течій річок Тур'янки та Луцави (0,17 та 0,1 м/с відповідно). Удосконалено показник інтенсивності розбавлення стічних вод шляхом врахування гідрометеорологічних факторів, таких як: швидкість течії річки та температура води [175]. Розроблено шкалу оцінки природнього самоочищення поверхневих вод, що дозволяє визначити ступінь самоочищення правих приток р. Свічі: для Тур'янки (слабоінтенсивне), Луцави (середньоінтенсивне) та Саджави (високоінтенсивне).

4.2 Моделювання природнього самоочищення поверхневих вод від нафтопродуктів у межах впливу нафтогазовидобувного підприємства

Збільшення обсягів видобування, транспортування, а також переробки нафти призводить до нагромадження нафтового забруднення. Така тенденція спостерігається з кожним роком та набуває все більших масштабів. Практично всі процеси використання нафти та нафтопродуктів супроводжуються їх постійними втратами внаслідок випаровування, аварійних розливів, промислових скидів забруднених вод, що призводить до забруднення навколишнього природнього середовища та негативного впливу на всі його компоненти.

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 відбулася розгерметизація старих законсервованих свердловин в 5-6 місцях на площі 40 м², в результаті

чого нафта стікала в річку Лушаву. А це, в свою чергу, є причиною забруднення не тільки води, а й ґрунтів, деградації рослинності та захворювання мешканців прилеглої території. Дана аварійна ситуація трапилась на відкритій місцевості (в яру) (рис.4.2).

Аварійною бригадою Долинського нафтогазовидобувного управління було встановлено 12 бонових загороджень, щоб перешкодити потраплянню нафти у воду [176].



Рис.4.2. Забруднення води нафтою неподалік потічка Яр

Автором дисертаційної роботи проведено польові дослідження забрудненої території, під час яких виявлено нафтове забруднення на поверхні стоячої води в яру, а також забруднений нафтою берег водотоку. Фото моніторингу представлені в порядку руху спостерігача від яру до водовідведення забрудненої води у річку Лушаву (рис. 4.3).

Річка Лушава є невелика, її ширина досягає 0,79 м, та бере початок у лісовому масиві на схід від села Солуків Долинського району. Напрямок течії спрямований переважно на північ, у пониззі – на північний схід. Річище слабозвивисте (у нижній частині є більш звивисте), присутні перекати, дно місцями з галькою.

Розлита нафта утримується на поверхні води у вигляді плівки протягом тривалого часу (рис.4.3 (в)). Відразу після розливу товщина шару нафти становить кілька сантиметрів. Під дією природних факторів (швидкості вітру, температури повітря) товщина нафтової плями зменшується до 1–0,1 мм, а розтікання під дією поверхневого натягу припиняється при товщині плівки 20–30 мкм [177].

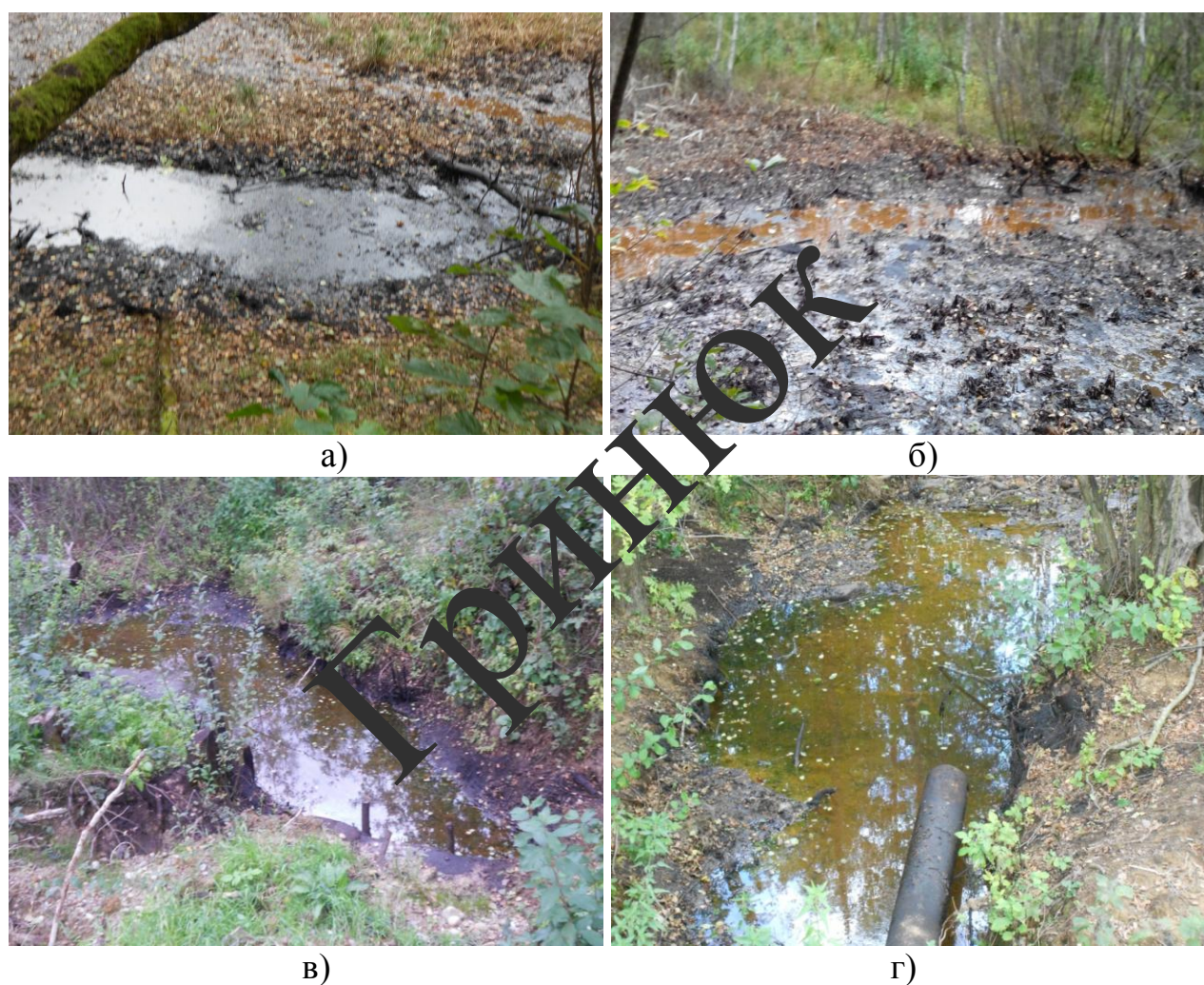


Рис. 4.3. Польові дослідження якості води р. Лушави при аварійній ситуації в межах впливу НГВУ «Долинанафтогаз»

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

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.4.9).

Таблиця 4.9

Результати дослідження проб води річки Лушави на вміст нафтопродуктів

Номер проби	Координати		Нафтопродукти мг/дм ³
1	49,026307	23,964353	8,00
2	49,026728	23,963627	7,99
3	49,0276533	23,963257	8,00
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	5,00
8	49,0322017	23,962507	5,00
9	49,0332274	23,962875	4,20
10	49,0342607	23,963059	3,50

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 Лушави 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.4.4).

Значення концентрації нафтопродуктів на досліджуваній водній ділянці коливається в межах 8–3,5 мг/дм³, що свідчить про перевищення встановленої норми ГДК на відстані 1000 м від початкової точки спостереження.

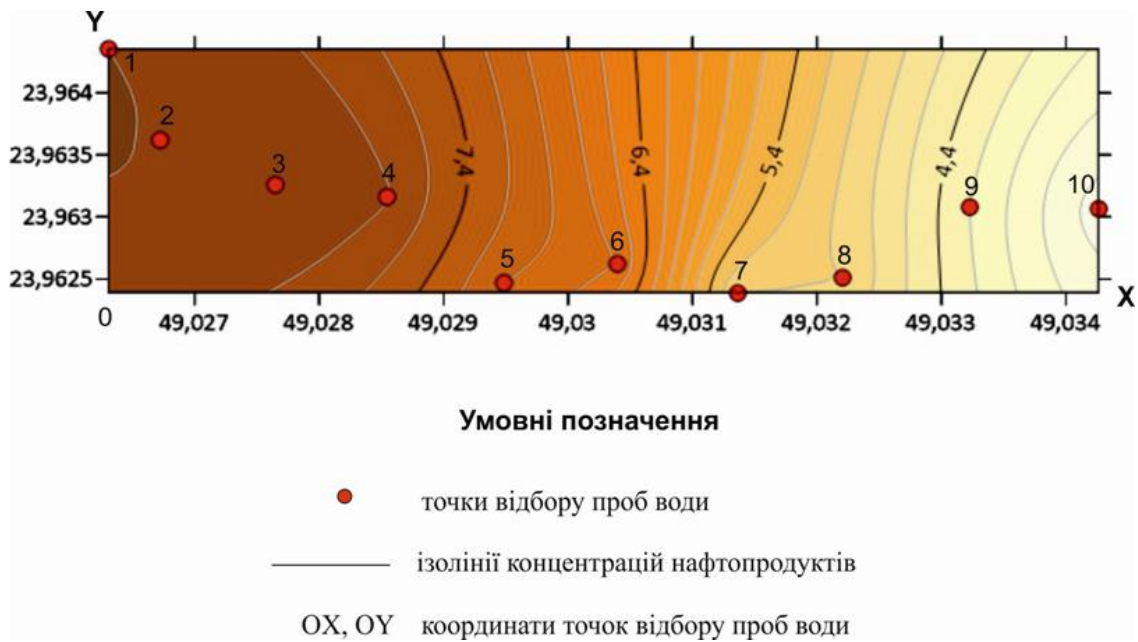


Рис.4.4. Просторова картографічна модель поширення нафтопродуктів у р. Луцаві

Проведено регресійний аналіз, який доводить залежність між вмістом нафтопродуктів та відстанню їх поширення у р. Луцаві від джерела забруднення (рис.4.5). Для перевірки істинності зв'язку використано F-критерій Фішера. Достовірність зв'язку між показниками підтверджується коефіцієнтом детермінації ($D=r^2$), який становить 0,96.

Із спеціальних статистичних таблиць у відповідності зі значеннями степенів вільності ($k_1=1, k_2=8$) та рівня значущості 0,05 визначаємо табличне значення F-критерія (F_{tabl}). 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 [178].

В результаті встановлено функціональну залежність (рис.4.5) процесу самоочищення поверхневих вод від нафтопродуктів, що описується рівнянням:

$$C(n) = (8 - 0,008 \cdot L) / (1 - 0,0007 \cdot L) \quad (4.5)$$

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.

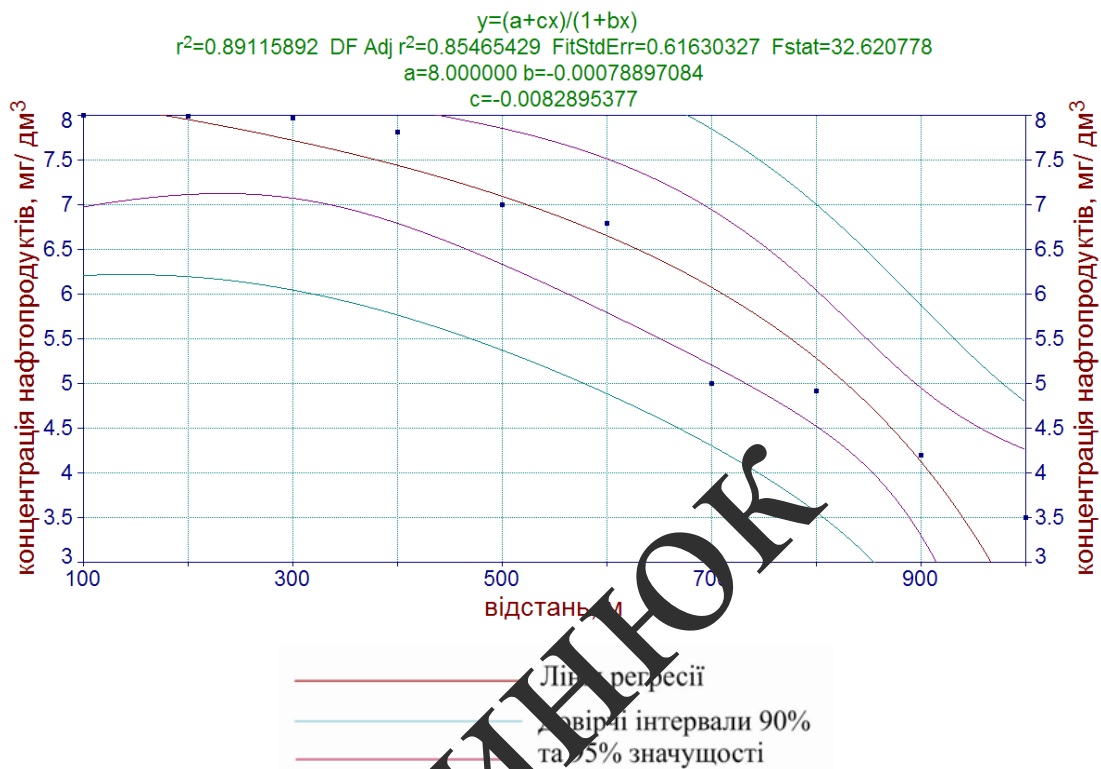


Рис. 4.5. Функціональна залежність процесу самоочищення поверхневих вод від нафтопродуктів

Отже, досліджено якість води в річці Луцаві (права притока річки Свічі) методом відбору проб поблизу місця виникнення небезпечної аварійної ситуації. Виявлено перевищення вмісту нафтопродуктів у 70–160 раз порівняно з нормативом граничнодопустимої концентрації ($0,05 \text{ мг/дм}^3$). В результаті встановлено функціональну залежність зменшення концентрації нафтопродуктів із збільшенням відстані від джерела забруднення для правих приток басейну Дністра Карпатського регіону, що дає можливість на основі рівняння регресії розрахувати відстань, на якій вміст нафтопродуктів буде допустимим. Оскільки Луцава є річкою з малою швидкістю $0,1 \text{ м/с}$, то її самоочищення до норм ГДК відбувається на відстані 1135 м.

Так як виникає загроза забруднення поверхневих вод при аварійних ситуаціях на підприємствах нафтогазовидобувної промисловості, тому подальші дисертаційні дослідження спрямовані на розробку комплексних заходів реагування при аварійних розливах нафтопродуктів та прогнозування якісних параметрів природних водотоків у межах нафтогазовидобутку.

Висновки до розділу 4

1. 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. Розроблено шкалу оцінки природнього самоочищення поверхневих вод від забруднюючих речовин в залежності від інтенсивності розбавлення стічних вод. В результаті визначено ступінь самоочищення води для правих приток р. Свічі басейну Дністра: р. Тур'янка – слабоінтенсивний ($n=1,3$); р. Саджава – високоінтенсивний ($n=6,3$); р. Лушави – середньоінтенсивний ($n=2,1$).

2. Проведено польові дослідження якості води р. Лушави на вміст нафтопродуктів внаслідок виникнення аварійної ситуації та на основі відібраних проб води виявлено перевищення вмісту нафтопродуктів у 70–160 раз порівняно з нормативом граничнодопустимої концентрації ($0,05 \text{ мг/дм}^3$).

Побудовано просторову картографічну модель поширення нафтопродуктів у р. Лушаві, що дає змогу візуально оцінити швидкість міграції нафтової плями та можливість швидкого прийняття управлінських рішень щодо локалізації забруднюючих речовин.

Вперше встановлено закономірність поширення нафтопродуктів у воді для правих приток басейну Дністра в межах Карпатського регіону, що дасть змогу складати прогнозні карти самоочищення поверхневих вод при аварійних розливах нафти.

РОЗДІЛ 5

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

5.1 Удосконалення способу очищення води від нафтопродуктів

Перед нами постає наступне завдання – пошук нових та доступних способів очищення стічних вод від нафтопродуктів для зменшення антропогенного навантаження нафтогазовидобувної промисловості на якість поверхневих вод.

Для глибокого очищення води від нафтопродуктів, котрі знаходяться в тонкоемульгованому та розчинному станах, застосовується сорбційний метод. У широкому розумінні сорбція є процесом утримання речовин з того чи іншого середовища за допомогою інших речовин, званими поглиначами чи сорбентами. Розрізняють три різновиди сорбції: адсорбція, абсорбція та хемосорбція. При адсорбції поглинання здійснюється поверхнею твердого чи рідкого сорбенту, при абсорбції – всією масою твердого сорбенту. Сорбція, яка супроводжується хімічною взаємодією сорбенту з поглинаючою речовиною є хемосорбцією. Проте для очищення води від нафтопродуктів основне практичне значення має адсорбція [179].

Даний метод є практично універсальним методом очищення води, а застосування різних матеріалів забезпечує простоту технологічного процесу.

Автором дисертаційної роботи запропоновано спосіб очищення води від нафтопродуктів з використанням природних матеріалів. В якості адсорбента використано екологічно чистий матеріал – подрібнену соломку.

Спочатку було розглянуто декілька способів очищення води від нафтопродуктів на основі природних сорбентів.

Одним з них є спосіб очистки води від нафтопродуктів, для якого необхідне використання сорбенту з високими експлуатаційними якостями на

базі гідрофобізованого базальтового волокна [180]. Технічний результат досягається за рахунок того, що у сорбенті, який містить базальтове волокно у кількості 85-98 мас. % та гідрофобізуючу добавку у кількості 2-15 мас. %, товщина волокон становить 5-15 мк. Даний сорбент отримують механічним змішуванням добре зволоженого водою базальтового волокна та кремнійорганічних або гідроорганічних фобізуючих сполук, в результаті чого отримують гідрофобне неорганічне волокно, гідрофобність якого складає 100%, рН середовища 5,6–7,1. Діапазон товщин волокон вибирається таким чином, щоб сорбент мав максимальну сорбційну місткість при прийнятих витратах напору.

Інший спосіб очистки води від нафти та нафтопродуктів включає флотацію, біологічну інтенсивну аерацію, біологічну доочистку і тонку доочистку [181]. На стадіях біологічної інтенсивної аерації та біологічного доочищення в якості насадки для біоценозу використовують нетканий матеріал з поліпропілену – геосинтетики – з розміром пор 80–230 мкм, товщиною полотна 0,30–0,55 мм, його кількість повинна становити 0,45-1,43 г/дм³ води, що очищається. Надлишкову біомасу піддають анаеробному зброджуванню і 1/3 її частини використовують при флотації, а 2/3 – відправляють на біологічну очистку нафтошламу. Технічний результат: зниження кількості стадій очищення, капітальних і експлуатаційних витрат, а також швидкості очищення.

Винахід призначений для очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів і може бути використаний на підприємствах нафтової, нафтопереробної, нафтохімічної та газопереробної промисловості.

Перелічені вище способи потребують дорогого матеріалу для фільтрів, який необхідно регенерувати, що створює додаткову проблему з реалізацією матеріалів очистки.

Вибраний за прототип найбільш близьким до запропонованого нами способу є метод очистки стічних вод від нафтопродуктів [182]. В якості адсорбенту використовують відходи у вигляді деревної стружки чи тирси. Воду на очищення подають поздовжньо через адсорбент, по всьому перетину

апарату, за допомогою водорозподільвача, а виводять поперечно, перехресно подачі, після циклу очищення адсорбент спалюють. За рахунок того, що в якості адсорбента використовують відходи у вигляді деревної стружки чи тирси розширюється сировинна база адсорбента, а запропонована технологія більш економічна завдяки дешевизні відходів.

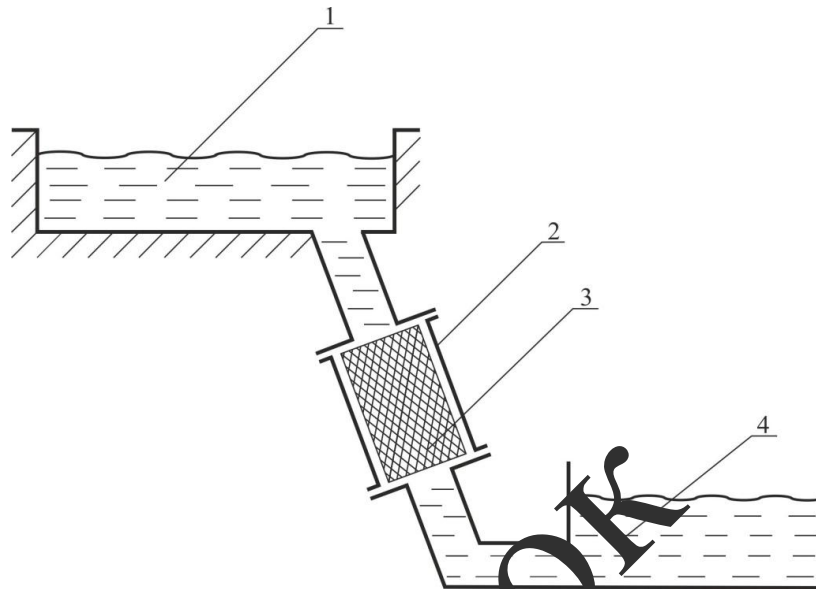
Проте недоліком деревної стружки в якості сорбента є низька сорбційна ємність та висока поглинальна здатність води. Опилки є гідрофільні, швидко намокають, злипаються і фільтр перестає бути проникним.

Тому було знайдено шлях до вирішення даної проблеми. Запропонований нами спосіб очистки води від нафтопродуктів, захищений патентом України на корисну модель № 109087, 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 фільтру у часі, має низький гідравлічний опір і дозволяє адсорбувати на поверхні нафтопродукти. Даний спосіб передбачає можливість утилізації відходів після висушування і брикетування в якості пального для котлів або як наповнювач для асфальтосмолистих покриттів [183].

Фільтр із подрібненої соломи, який має велику проникну здатність, покривають тонким шаром парафіну для зменшення намокання матеріалу та підвищення адсорбційної здатності фільтру, адже покрита парафіном поверхня добре адсорбує нафтопродукти.

Реалізація процесу відбувається наступним чином. Забруднена стічна вода з ємності 1 подається на фільтр, який складається з корпусу 2. Фільтр 3 представляє собою тканину оболонку, в якій міститься подрібнена солома, покрита парафіном. Даний матеріал заповнює весь об'єм фільтру 3. Поверхня подрібненої соломи, покрита парафіном є гідрофобною, тому не дозволяє матеріалу поглинати воду. При контакті парафіну з нафтопродуктами, проходить їх адсорбція, тобто відбувається відділення води від нафтопродуктів. По мірі свого забруднення фільтр потребує заміни.

Здійснення способу ілюструється кресленням (рис.5.1), на якому зображена установка для очищення стічних вод. Дана установка містить відстійник – 1, корпус – 2, – 3, очищену воду – 4.



Умовні позначення:

- 1 – відстійник; 2 – корпус фільтра;
3 – картриджний фільтр; 4 – очищена вода

Рис. 5.1. Установка для очищення води від нафтопродуктів

Таким чином, представлений спосіб порівняно з іншими має такі переваги:

- фільтр для очищення води створений з доступного, відносно дешевого та екологічно чистого матеріалу – подрібненої соломи;
- покриття соломи тонким шаром парафіну зменшує намокання матеріалу та підвищує адсорбційну здатність фільтра, оскільки покрита парафіном поверхня добре адсорбує нафтопродукти та не дозволяє матеріалу поглинати воду;
- картриджний фільтр легко змінювати;

– після висушування із використаного матеріалу (соломи) формуються брикети, які в подальшому можна застосовувати в якості палива або наповнювача для асфальтосмолистих продуктів [184].

Для практичного дослідження було використано подрібнену соломку довжиною 0,5–2 см, потертий парафін та гас (керосин) для його розчинення (рис.5.2). В якості забруднювача обрано машинне масло. Кількість проведених експериментальних досліджень 5.

Макет фільтра зроблено з пластикової пляшки об'ємом 2 л та двох металевих решіток, діаметр яких співпадає з діаметром пляшки.



Рис. 5.2. Матеріали для проведення дослідю

Дослід проводився в 5 етапів.

1. На водяній бані розігріваємо гас (0,5 л) та кидаємо бруски парафіну. Ретельно перемішуємо, засипаємо подрібнену соломку, закриваємо посудину кришкою та взбовтуємо.

2. Покриваємо решітки фільтра марлею, оскільки в запропонованій корисній моделі йдеться про фільтр, який представляє тканину оболонку.

3. Засипаємо соломку, покриту парафіном у фільтр.

4. Далі 2 л води перемішуємо з 200 мл машинного масла.

5. Пропускаємо забруднену воду через фільтр. Спостерігаємо, як зменшиться кількість машинного масла після фільтрації (рис.5.3).



Рис. 5.3. Процес дослідження очисних якостей фільтру

Ефективність запропонованого способу підтверджено експериментальними дослідженнями очистки води, забрудненої нафтопродуктами (табл.5.1). Ефективність очистки води від машинного масла становить 70 %. Результат експерименту з 5-кратним повторенням – середня остаточна концентрація нафтопродуктів у воді 0,02 мг/дм³.

Таблиця 5.1

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

Удосконалений спосіб може бути використаний для очистки стічних вод промислової території нафтогазовидобувного підприємства, а саме: на території знаходження технологічного транспорту та автомийок.

Результати науково-дослідної роботи передано до впровадження в НГВУ «Долина нафтогаз» в цілях охорони навколишнього середовища (Додаток В).

5.2 Поплавковий пристрій для локалізації та ліквідації нафтового забруднення

В результаті виникнення небезпечної екологічної ситуації на території Долинського району, що призвела до забруднення поверхневих вод нафтопродуктами, було розглянуто та проаналізовано пристрої для локалізації та збору нафтопродуктів з поверхні води.

Серед них плаваючий металевий пристрій для обмеження площі розливу нафти на поверхні води, що містить кільцеву огорожу, яку створюють на поверхні води шляхом її розгортання із згорнутої в рулон на час транспортування заготовки. Кільцева огорожа виконана двостінною із двох штаб металу, зігнутих поперек поздовжньої осі штаби на радіус кривизни майбутньої кільцевої огорожі та з формованою еластичністю вздовж всієї довжини штаби на певній частині її ширини, що утворює при з'єднуванні та зварюванні штаб герметичну порожнину по всій довжині кільцевої огорожі з замками-заскочками на кінцях, і в транспортному положенні згорнутою в рулон в пружній стадії роботи металу [185].

Відомим є пристрій для локалізації та збору нафти або нафтопродуктів з поверхні води, що містить судно-нафтозбірник із засобами відкачування нафти, порожнисте гнучке бонове загородження, кінці якого з'єднані з кормовими частинами буксирів. Для розвернення бонового загородження використовуються два буксири. Нафтозбірник виконаний у вигляді катамарана, корпуси якого прикріплені до розташованого між ними каркасу. Усередині каркасу на вертикальних осях, що мають приводи, розташований ряд барабанів по довжині каркасу, і, по крайній мірі, два ряди барабанів по його висоті. На кожен барабан намотана окрема стрічка бонового загородження, що має на кінцях з'єднувальні елементи для механічного сполучення із сусідніми стрічками, при цьому бонове загородження виконано з можливістю з'єднання його порожнин з джерелом стисненого повітря і випуску з них повітря. Бонове

загородження має можливість від'єднання від буксирів і замикання його в кільце [186].

Найбільш близьким до корисної моделі, запропонованої автором дисертації, є пристрій локалізації плаваючої на водній поверхні плями забруднення, що містить гнучку перфоровану трубу, яка може приймати необхідну форму. Баластні елементи заглиблюють трубу, а плавучі елементи за рахунок вибору довжини гнучких зв'язків підтримують трубу на потрібному заглибленні, зокрема, щоб не заважати проходу суден-збирачів забруднень. Винахід призначений для зменшення розмірів забрудненої поверхні у відкритих водоймах з подальшою можливістю очищення цієї поверхні [187].

Проте, в результаті проведеного дослідження виявлено недолік розглянутих пристроїв. Якщо відбудеться невеликий розлив нафтопродуктів на стоячій воді, то рух катерів при створенні буйкового загородження призведе до утворення хвиль, що сприятиме розширенню площі нафтового забруднення. Такі пристрої можуть бути використані зазвичай на великій площі водного середовища.

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 забруднення водойми. До поплавків кріпляться стрижні з кільцями, через які проходить гнучка тяга, що міцно закріплена на одній стороні поплавкової огорожі, а на другій стороні з можливістю її стягування, створюючи замкнене коло, що повністю охоплює нафтове забруднення.

Мета корисної моделі – формування поплавкової огорожі для зменшення площі та ліквідації нафтового забруднення на стоячій воді.

Поплавкова огорожа виготовлена з гнучкого (спіненого) матеріалу, густина якого менша густини води, в перерізі має прямокутну або еліптичну форму, в нижній частині обтяжена, окремі частинки стикуються, утворюючи суцільну плавучу лінію. З однієї сторони поплавкова огорожа має кільця, через які проходить гнучка тяга, міцно закріплена на початку гнучкого матеріалу. Поплавкова огорожа з'єднана з механізмом для її спірального скручування, що працює від акумулятора та протягує один кінець огорожі відносно іншого, зменшуючи площу поверхні води та збільшуючи товщину нафтової плівки.

Поплавкова огорожа складається з понтонів 1, гнучкого матеріалу 2 з обважувальним елементом 3, до якої з однієї сторони прикріпленні стрижні з кільцями 4, через які проходить гнучка тяга 5, що закріплюється її закріпленням 6 (рис. 5.4 (а)).

Пристрій працює наступним чином. При виявленні нафтового забруднення із однієї точки (берега чи товна) подається поплавкова огорожа так, щоб охопити край нафтової плівки. При цьому слід одночасно тягнути за гнучку тягу 5, створюючи з прямої лінії дугу поки не буде створене замкнене коло, що повністю охопить нафтове забруднення. Вільний кінець гнучкої тяги підключають до механізму 7 для скручування поплавкової огорожі, до якого приєднують всмоктуючий пристрій 8. Включається в роботу скручувальний механізм, що рухається по спіралі, зменшуючи площу нафтового забруднення (рис.5.4 (б)).

Поплавковий пристрій для обмеження площі розливу нафти та її збору на поверхні стоячої води, що включає поплавки, відрізняється тим, що містить стрижні з кільцями, які установлені паралельно площині води, гнучку тягу, що проходить через ці кільця та міцно закріплена на одній стороні поплавкової огорожі, а на другій стороні з можливістю її стягування, та механізм для зменшення площі та ліквідації нафтового забруднення. Запропоновані технічні рішення впроваджено нафтогазовидобувним підприємством, як способи

очистки води від нафтопродуктів (акти впровадження НГВУ «Долина нафтогаз» від 12.07.2018 р. та 23.08.2018 р.) [188].

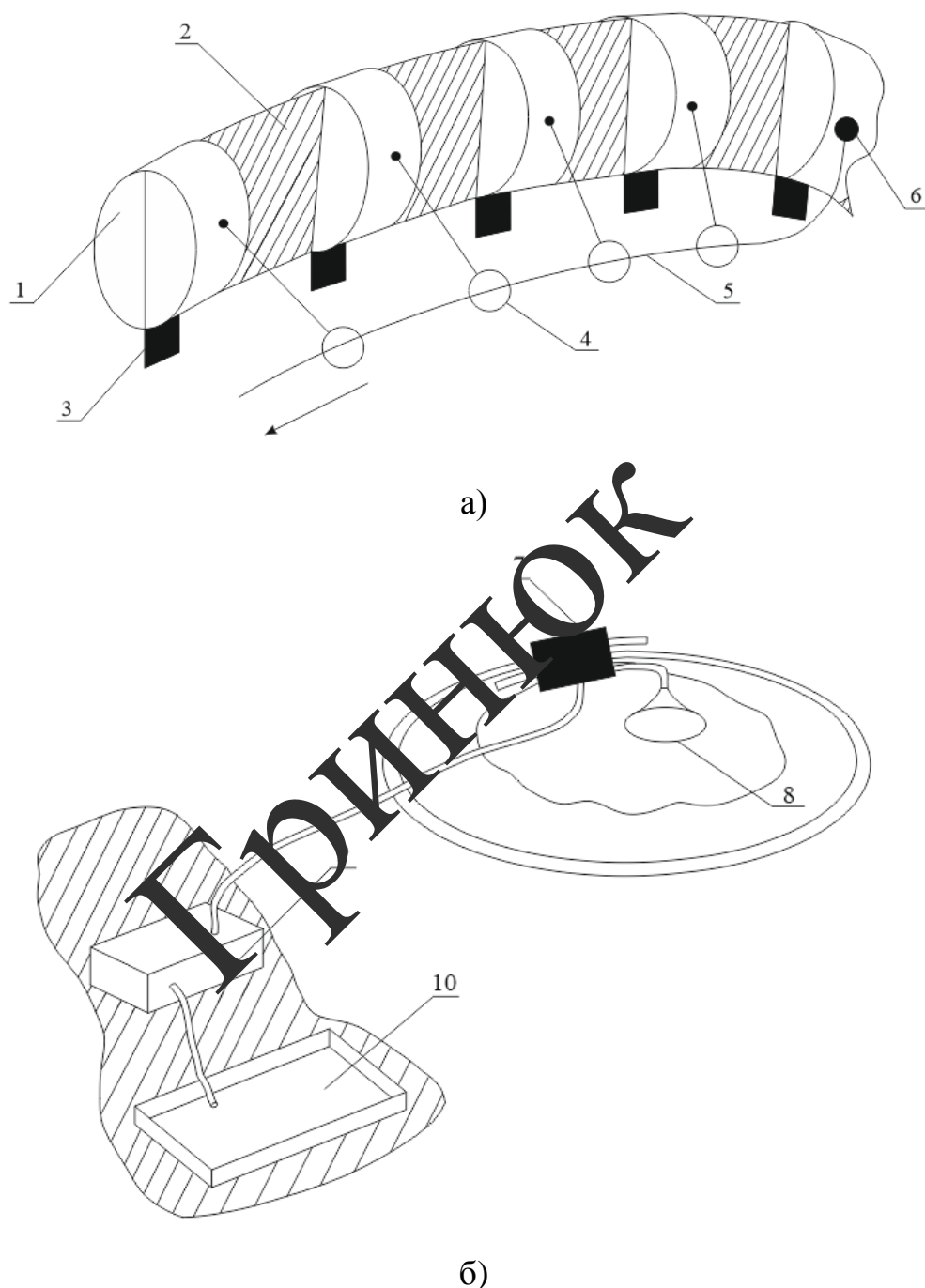


Рис. 5.4. Поплавковий пристрій для локалізації нафтового забруднення на стоячій воді

(а – будова поплавкової огорожі; б – механізм для спірального скручування поплавкової огорожі з всмоктуючим пристроєм для відведення нафти)

Умовні позначення до рис.5.4:

- 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 – всмоктуючий насос із шлангом для відведення нафти;
- 10 – ємність для збору нафтової плями.

5.3 Управління екологічною безпекою поверхневих вод на рівні промислових підприємств

Основними складовими елементами організації системи управління екологічною безпекою є формування екологічної політики, встановлення цілей, задач, пріоритетів, визначення стратегії екологічної безпеки та вибір методів управління на рівні промислових підприємств. Пошук і розвідка нафтових, газових та газоконденсатних родовищ, проектування будівництва свердловин та облаштування родовищ, буріння та відновлення свердловин, розробка технологічних процесів видобутку нафти і газу, переробка, зберігання і транспортування нафти і газу на рівні найвищих світових стандартів якості, екологічної безпеки, безпеки праці та вихід на цій основі на провідні ринкові позиції є стратегічною метою діяльності ПАТ «Укрнафта».

Для досягнення цієї мети розроблена та впроваджена Інтегрована система управління у відповідності до вимог міжнародних стандартів ISO 9001:2008 «Система управління якістю», ISO 14001:2015 «Система екологічного управління», OHSAS 18001:2007 «Система управління безпекою праці та охороною здоров'я» [189].

Система управління навколишнім середовищем підприємства НГВУ «Долинанافتогаз» документально оформлена, впроваджена та підтримується відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 14001:2004, застосованих вимог чинного законодавства України, рішень і розпоряджень органів державної влади.

Метою управління екологічною безпекою є зменшення антропогенного впливу підприємства на всі компоненти навколишнього природного середовища, досягнення якої можливе при проведенні висококваліфікаційного екологічного моніторингу, екологічного аудиту та ефективному менеджменту. Важливу роль у системі управління екологічною безпекою відіграють методи управління, що базуються на інформаційному та нормативно-правовому забезпеченні управлінського процесу.

Головними завданнями функціонування системи управління екологічною безпекою Долинського підприємства нафтогазовидобувної промисловості є:

- сприяння запобіганню, зменшенню (пом'якшенню) та ліквідації негативного впливу нафтогазовидобувної промисловості на навколишнє середовище;
- досягнення відповідності встановленим вимогам законодавства України, нормативним вимогам;
- сприяння удосконаленню діяльності у сфері управління навколишнім середовищем;
- зниження імовірності виникнення невідповідностей при плануванні та управлінні діяльністю, яка має вплив на екологічні аспекти, визначені ПАТ «Укрнафта», у всіх структурних одиницях та підрозділах;
- постійний контроль результативності діяльності підприємства у сфері управління навколишнім середовищем та проведення відповідних коригувальних і запобіжних дій [190].

Ефективність управління екологічною безпекою залежить від трьох чинників: системності, методичності та стандартності управлінських функцій.

Дії підрозділів ПАТ «Укрнафта» у випадку виникнення аварійних ситуацій регламентовані документованою процедурою Інтегрованої системи управління ДП-14-ІСУ-Укрнафта-2009 «Виявлення потенційних надзвичайних ситуацій і аварій, забезпечення готовності до їх виникнення та реагування на них», яка базується на НПАОП 0.00-4.33-99 (ДНАОП 00.00-4.33-99), інших відповідних керівних документах зовнішнього походження, «Регламенті оперативних повідомлень щодо нещасних випадків, виникнення надзвичайних ситуацій та порушень у роботі структурних одиниць ПАТ «Укрнафта», наказах і розпорядженнях керівництва ПАТ «Укрнафта»».

Плани ліквідації аварійних ситуацій розробляються та затверджуються безпосередньо у структурних одиницях на місцях згідно ДП-14-ІСУ-Укрнафта-2009, застосовних документів ПАТ «Укрнафта» та відповідних державних установ і організацій, які мають відношення до питань екологічної безпеки, охорони праці, протипожежної безпеки. Особлива увага при цьому приділяється питанням зменшення (пом'якшення) негативного впливу аварійних ситуацій, періодичного аналізування та перегляду готовності структурних одиниць до аварійних ситуацій і самої процедури реагування на них.

Проведення гідрохімічного моніторингу відбувається за участю відділу екології НДПІ ПАТ «Укрнафта», який відбирає та досліджує проби води на вміст забруднюючих речовин.

Регулярний моніторинг та вимірювання ключових характеристик операцій, які можуть суттєво вплинути на навколишнє середовище, є складовою частиною процесу ІСУ «Моніторинг та вимірювання процесів та продукції» і регламентується документованою процедурою ДП-11-ІСУ-Укрнафта-2009 «Моніторинг та вимірювання процесів Інтегрованої системи управління».

Безперечно, невід'ємною частиною управління екологічною безпекою водних об'єктів є водоохоронна діяльність, яка здійснюється в межах басейну річки Дністер. Проте основним постулатом управління має бути те, що

«поверхневими водами треба управляти як екологічними системами» [191]. В цьому випадку основна мета управління полягатиме у досягненні екологічної безпеки водних об'єктів шляхом відтворення або ліквідації шкідливих наслідків господарської діяльності з урахуванням знань про стан екосистем, закономірностей їх змін та розвитку.

Недостатня ефективність існуючої системи управління водними об'єктами є наслідком недосконалості нормативно-правової бази та організаційної структури управління екологічною безпекою.

Результати попередніх досліджень (2006–2017 рр.) свідчать про перевищення ГДК таких елементів: азоту амонійного, нітритів, амонію сольового, фосфатів, завислих речовин, ХСК, БСК₅ при скиді зворотних вод через чотири випуски НГВУ «Долинанaftогаз». Це свідчить про забруднення природних водотоків р. Свічі басейну Дністра від недостатньо очищених зворотних вод нафтогазовидобувного підприємства. Проте на екологічний стан річок впливають й інші фактори: гідрометеорологічні умови, межування з іншими підприємствами-забруднювачами, несанкціонований скид сміття неподалік річок. Тому досить важливим є комплексний підхід при управлінні екологічною безпекою навколишнього середовища на рівні підприємства.

Оскільки нафтогазовидобувні підприємства здійснюють значне антропогенне навантаження на природні водотоки, то ж автором дисертаційної роботи запропоновано зосередити увагу на удосконаленні системи управління екологічною безпекою поверхневих вод у межах впливу нафтопромислових підприємств. Для цього розроблено алгоритм управління екологічною безпекою поверхневих вод, який проходить в п'ять етапів (рис.5.5).

На першому етапі відбувається вибір досліджуваного водного об'єкта та визначаються антропогенні фактори впливу. Базовою процедурою даного етапу є проведення екологічного моніторингу поверхневих вод, що є елементом екологічної політики підприємства нафтопромислової галузі. Його метою є нагляд за факторами впливу, оцінки зміни та прогнозування стану природних водотоків, а також контроль очисних споруд на підприємстві. Гідрохімічний

моніторинг дозволяє встановити закономірності взаємозв'язків між процесами, впливом людини та впливом природних факторів, спільні закономірності функціонування компонентів біосфери на різних просторово-територіальних рівнях [192].

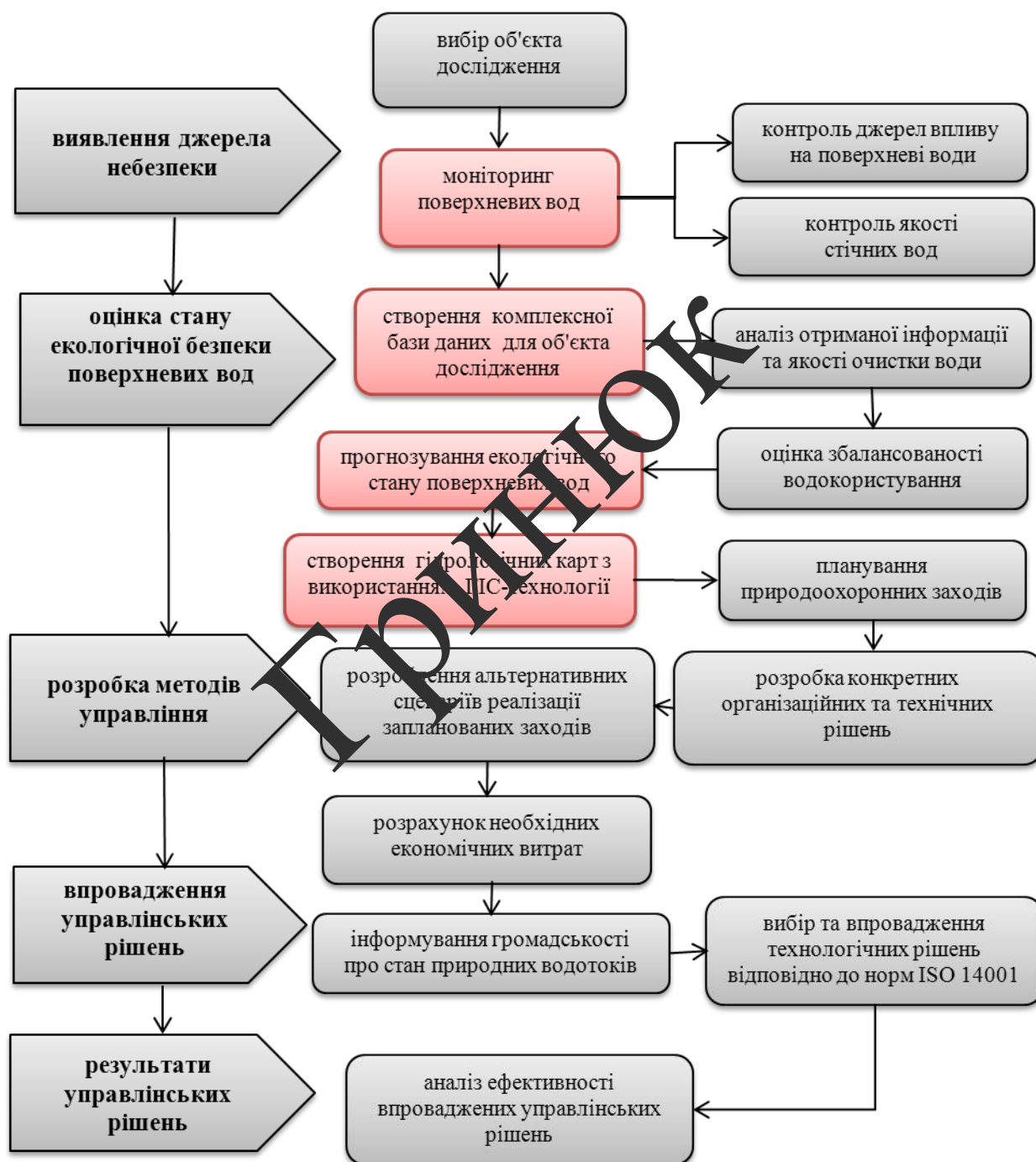
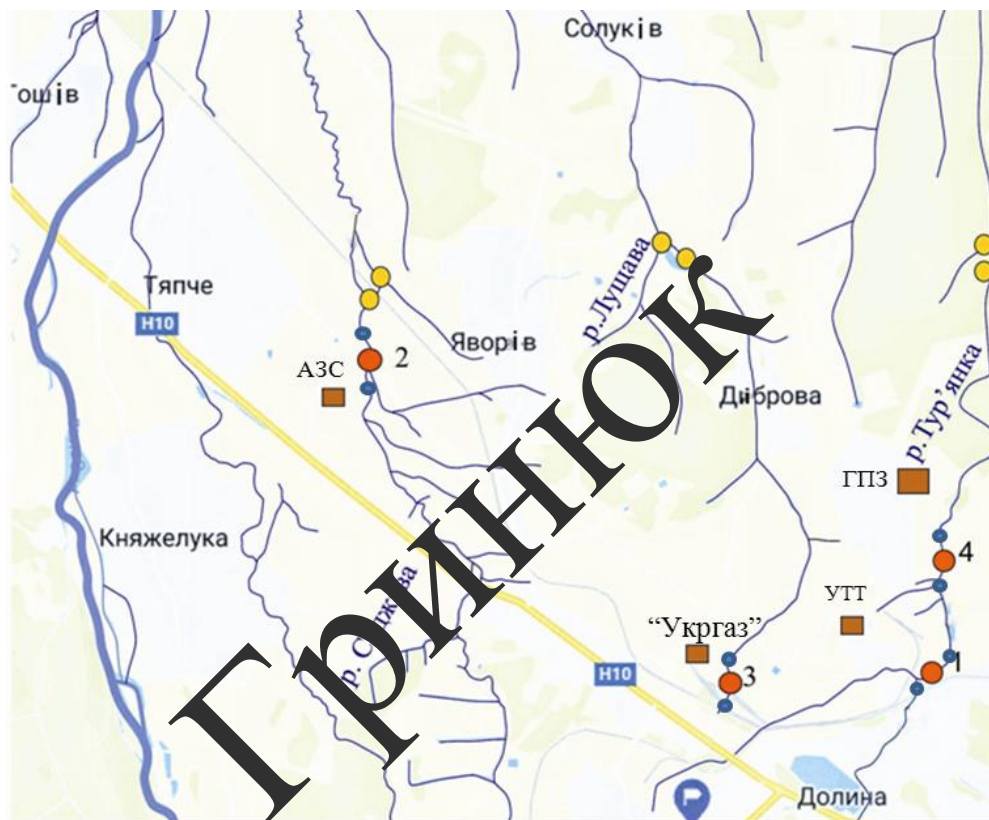


Рис. 5.5. Алгоритм управління екологічною безпекою поверхневих вод на рівні підприємства

Для підвищення контролю рівня екологічної безпеки поверхневих вод басейну річки Свічі, праві притоки якої є водоприймачами зворотних вод нафтогазовидобувного підприємства НГВУ «Долинанаштогаз», запропоновано удосконалити систему екологічного моніторингу (рис.5.6) шляхом встановлення додаткових точок спостереження за гідрохімічним складом поверхневих вод.



Умовні позначення

- контрольні створи на відстані 500 м від місця випуску зворотних вод
- випуски зворотних вод НГВУ «Долинанаштогаз»
- рекомендовані пункти спостереження за якістю поверхневих вод
- УТТ(Управління технологічного транспорту), ГПЗ (газопереробний завод), «Укрспецтрансгаз», АЗС (автозаправна станція НГВУ)

Рис. 5.6. Карта-схема гідрохімічного моніторингу правих приток річки Свічі Карпатського регіону

Для кожної досліджуваної річки, що знаходиться у межах нафтогазовидобутку, 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 привих 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.

Із попередніх досліджень виявлене перевищення гранично допустимих концентрацій таких показників: BOD_5 , нафтопродуктів, тому пропонується проводити відбір проб води щомісяця (для нітрогеновмісних сполук – 2 рази в квартал) у місці випуску стічних вод в річку, 500 м нижче скиду та в додаткових пунктах спостереження (табл.5.2).

У зонах підвищеного ризику та аварійних ситуаціях рекомендовано проводити кризовий моніторинг за гідрохімічними показниками щомісяця.

Необхідно здійснювати відбір проб води від джерела забруднення води та простежити процес міграції забруднюючих речовин вздовж течії річки. Мінімальна кількість проб води – 10.

На основі розробленої математичної моделі (рис. 4.5) є можливість розрахувати відстань, на якій відбудеться самоочищення води від забруднюючих речовин, тобто на якій ділянці якість води досягне встановлених нормативів ГДК.

Таблиця 5.2

**Параметри проведення (загального) гідрохімічного моніторингу
поверхневих вод**

Показники гідрохімічного моніторингу поверхневих вод у 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	

Другий етап – це екологічна оцінка природних водотоків на основі визначення рівня забруднення водного об'єкта (ІЗВ; КІПЯ). Одним з важливих підходів у вирішенні проблеми екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів є оцінка та нормування якості вод. Ощадливе і збалансоване водокористування ґрунтується на пріоритетних напрямках використання водних ресурсів на конкретній території, з урахуванням можливостей їх самовідновлення.

Запропоновано створити сайт моніторингу поверхневих вод, що буде містити базу даних щорічного гідрохімічного моніторингу вод та дасть змогу простежити зміну якості води в річках та стічних вод в часовій динаміці. В комп'ютерній базі даних буде міститись інформація щодо якості поверхневих вод, а також фізико-географічні, гідрологічні, гідрохімічні показники.

Гідрологічну оцінку водного об'єкта необхідно здійснювати з врахуванням метеорологічних умов, географічних умов розташування річок по відношенню до джерел впливу. В даному випадку пропонується встановлення закономірностей комплексного показника якості води (ІЗВ чи КІПЯ) та

температури води чи температури атмосферного повітря, тобто дослідити вплив гідрометеорологічних факторів на якість води в природних водотоках. При виявленні значних перевищень ГДК окремих хімічних речовин необхідно простежити тенденцію зміни концентрації конкретної забруднюючої речовини в залежності від температури.

Оскільки ефективність функціонування системи управління екологічною безпекою поверхневих вод залежить від рівня інформаційної підтримки підприємства, тому виникає потреба у створенні карт поширення забруднюючих речовин у річках (гідроекологічні карти), а також карт прогнозування екологічної ситуації природних водотоків з використанням сучасних ГІС-технологій (наприклад: Surfer, Arcgis, MapInfo, ГІС «Панорама», Digitals).

Створення гідроекологічних карт дасть змогу систематизувати отримані результати якості води в річках та візуально представити екологічний стан поверхневих вод Карпатського регіону із зазначенням координат точок відбору проб.

Частота побудови таких карт залежить від частоти відбору проб води. Загалом необхідно розробляти гідроекологічні карти щоквартально за індексом забруднення води (або КІПЯ). В результаті на карті буде представлено класи якості води. Виняток становить тільки виникнення надзвичайної екологічної ситуації. В таких випадках доцільно розробляти карти щомісяця для тих хімічних елементів, які перевищують ГДК, щоб простежити процес самоочищення води. Найдоцільнішим способом є побудова поелементної карти з використанням комп'ютерної програми Surfer. Якщо ступінь самоочищення поверхневих вод низькоінтенсивний, то виникає потреба у розробці природоохоронних заходів.

Третій етап – розробка методів управління, що передбачає планування природоохоронних заходів, розробку технічних рішень щодо очищення води, а також альтернативних сценаріїв реалізації запланованих заходів.

При виборі технологічних рішень слід строго дотримуватися нормативних вимог законодавства України, та прийняти таке технологічне рішення, щоб мінімізувати економічні витрати та негативний вплив на довкілля.

Тому в дисертаційній роботі удосконалено спосіб очистки води від нафтопродуктів з використанням природних сорбентів, що є економічно вигідною та екологічною сировиною.

У випадку аварійних ситуацій та виявлення загроз для природних водотоків потрібно використовувати ефективні методи збору нафтопродуктів з поверхні води. Тож запропоновано удосконалений пристрій для локалізації площі та ліквідації нафтового забруднення.

Четвертий – впровадження управлінських рішень. В обов'язковому порядку необхідно інформувати громадськість про екологічний стан річок та виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням води.

П'ятий етап є завершальною ланкою запропонованого алгоритму, що базується на аналізі результатів управлінських рішень щодо покращення екологічної безпеки поверхневих вод та рекомендації з подальшим підвищенням чи підтриманням досягнутого рівня безпеки. Це дозволить визначити, чи отриманий результат виправдав очікування підприємства нафтогазовидобувної промисловості.

Зазвичай система управління екологічною безпекою навколишнього середовища включає такі складові: нормативна база (законодавство України), формування екологічної політики підприємства, екологічний контроль (екологічний моніторинг та аудит), організаційно-економічний механізм, інколи наукове співробітництво [193].

Для функціонування системи управління екологічною безпекою поверхневих вод необхідний відповідний організаційно-економічний механізм, ефективність якого залежить від дій в процесі реалізації розроблених планів та програм розвитку підприємства, мотивації персоналу, кваліфікації працівників, технології та методів управління.

Ще одним елементом запропонованої системи управління екологічною безпекою на підприємстві є організація навчання персоналу щодо використання та охорони природних ресурсів на території виробничої діяльності нафтогазовидобувного підприємства. Адже від компетентності та швидкості реагування персоналу при аварійних ситуаціях залежить рівень екологічної безпеки природних ресурсів. Пропонуємо проводити двічі на рік навчально-практичні тренінги для працівників, які безпосередньо працюють в польових умовах (на бурових майданчиках, на очисних спорудах підприємства). Мета таких тренінгів – навчити швидко реагувати та ефективно локалізувати забруднення нафтопродуктами за допомогою нових методів очистки.

Також в умовах сучасного техногенного впливу на водні об'єкти виникає потреба у використанні автоматизованої системи для контролю якості води в річках, яка б забезпечила адаптивність до змін екологічного стану поверхневих вод з врахуванням територіальних особливостей. Автоматизована система контролю якості води може одночасно вимірювати 8-10 хімічних показників, дасть змогу швидко отримувати інформацію про характер та кількість забруднюючих речовин у воді, оперативно реагувати на будь-яке перевищення ГДК та приймати необхідні рішення щодо знешкодження негативних впливів забруднювачів на природні водотоки [194].

Автором дисертації запропоновано удосконалити систему управління екологічною безпекою поверхневих вод, що включатиме такі компоненти: використання удосконалених способів очистки води від нафтопродуктів, а також створення сайту моніторингу поверхневих вод.

На сьогоднішній день використання інформаційних технологій займає важливе місце у діяльності провідних нафтогазових підприємств в світі. В Україні інформацію про екологічну політику нафтогазовидобувних підприємств можна знайти на офіційному сайті ПАТ «Укрнафта». Проте сайт моніторингу поверхневих вод на базі нафтогазовидобувного підприємства відсутній. Тому запропоновано створити комп'ютерну інформаційну базу даних (сайт моніторингу) щодо якості водних об'єктів, що знаходяться в межах

впливу нафтогазовидобувних підприємств. Акцент робимо на моніторингу поверхневих вод.

В результаті розроблено макет сайту моніторингу поверхневих вод (рис.5.7), 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 показники інтенсивності самоочищення поверхневих вод.

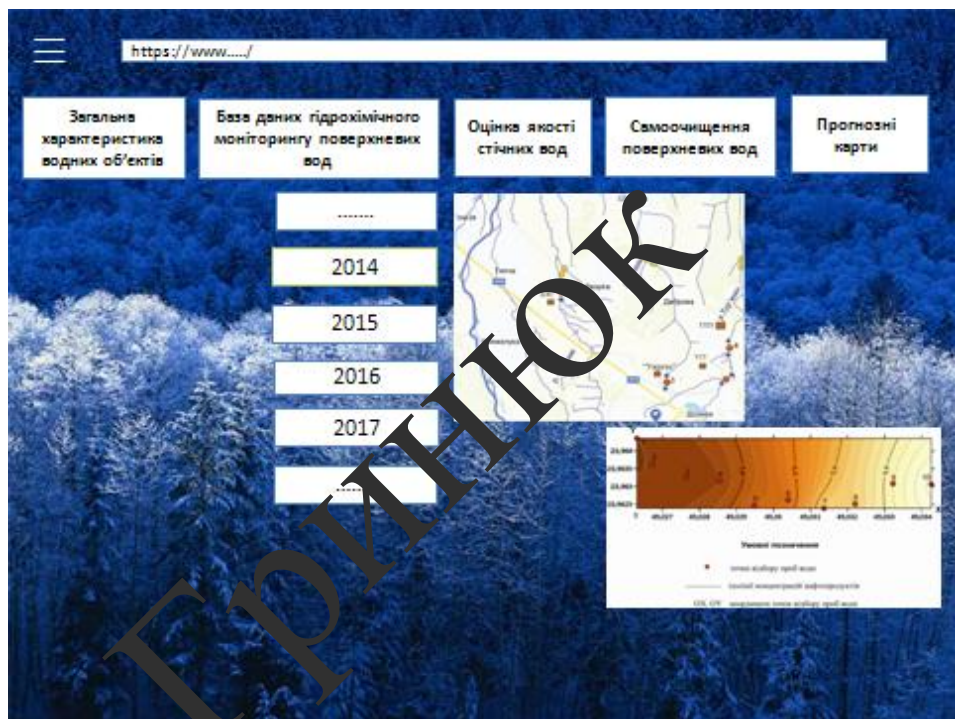


Рис. 5.7. Макет запропонованого сайту моніторингу поверхневих вод

Ефективність створеного сайту моніторингу поверхневих вод проявлятиметься в тому, що дасть змогу систематизувати багаторічну інформацію щодо якості поверхневих вод, самоочищення річок, прогнозувати та контролювати екологічний стан водних об'єктів, а також вчасно приймати управлінські рішення щодо екологічної безпеки природних водотоків.

Статистична обробка гідрохімічних даних поверхневих вод, отриманих в результаті щоквартального екологічного моніторингу, дозволить виявити

закономірності розподілу компонентів хімічного складу природних водотоків для виявлення спільності чи розходжень порівняльних величин.

Використання ГІС-технологій підвищить оперативність, достовірність даних для розробки нових природоохоронних програм. За допомогою картографічних моделей можна обрати інженерну схему розміщення захисних споруд, дати оцінку розподілу антропогенного навантаження на річковий басейн Дністра.

Формування системи екологічного управління на промислових підприємствах – це ефективний інструмент для комплексного вирішення завдання забезпечення збалансованого водокористування, охорони довкілля, професійної безпеки виробництва і відповідальності підприємства перед суспільством.

Засобами досягнення ефективності екологічної безпеки, що повинні виконуватися є: вдосконалення технології виробництва, модернізація застарілих очисних споруд, впровадження ресурсозберігаючих технологій, використання екологічно чистих матеріалів для очистки стічних вод. Для цього НГВУ «Долинанафтогаз» потрібно звернути увагу на технічне переоснащення інженерних комунікацій, модернізувати застаріле обладнання, замінивши його на високоефективне й енергозберігаюче, систематично здійснювати природоохоронні заходи для покращення екологічного стану природних водотоків Карпатського регіону [192].

Важливість концентрації уваги управління саме на рівні підприємства полягає в тому, щоб виявити джерела небезпеки для поверхневих вод на початковій стадії та вчасно приймати управлінські рішення для збереження якості води у річках Карпатського регіону згідно нормативних вимог. Позитивного результату від реалізації представленої системи управління екологічної безпеки поверхневих вод (рис.5.8) можна досягнути завдяки скоординованості та комплексному використанні всіх елементів, що сприятиме мінімізації забруднення та виснаження природних водотоків, а також забезпечить конкурентні переваги підприємству нафтогазової промисловості.

Таким чином, запропонована система управління екологічною безпекою поверхневих вод представляє собою відносно самостійну, локальну підсистему управління екологічною безпекою Долинського нафтогазовидобувного підприємства. Врахування закономірностей впливу природних факторів на якісні показники води, формування бази даних рівня забрудненості річок від впливу нафтопромислового підприємства дасть змогу будувати прогностичні моделі зміни хімічних елементів у воді та своєчасно приймати гнучкі управлінські рішення щодо забезпечення екологічної безпеки поверхневих вод.

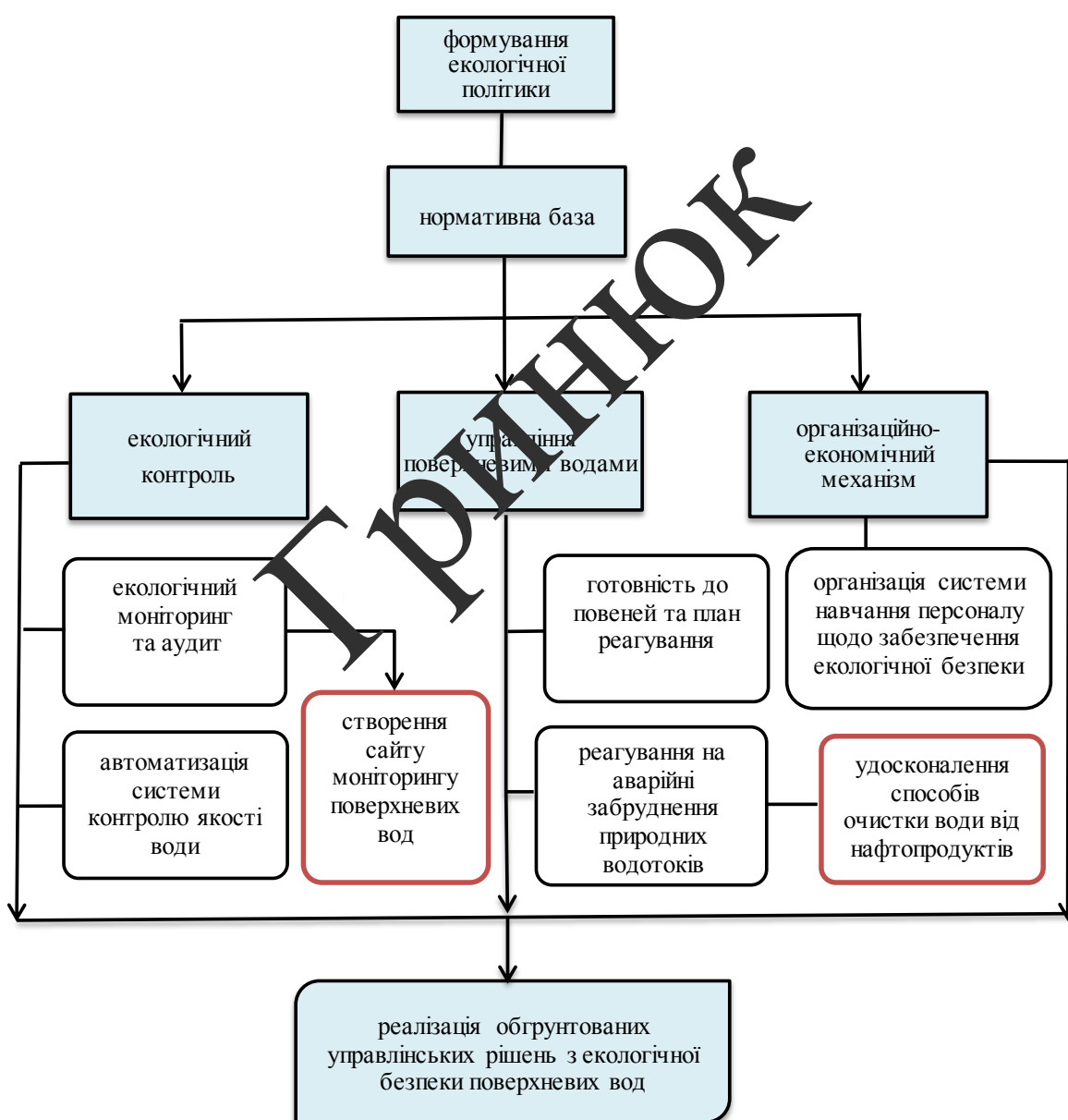


Рис. 5.8. Система управління екологічною безпекою поверхневих вод для НГВУ «Долинанафтогаз»

Висновки до розділу 5

1. Удосконалено спосіб очистки води від нафтопродуктів шляхом заміни фільтрів із подрібненої соломи, покритої парафіном, що забезпечує фільтрування стічних вод на основі доступних природних адсорбентів та утилізацію відходів.

Використання способу очистки води від нафтопродуктів підвищить якість стічних вод на території знаходження технологічного транспорту та автомийок, а також дасть змогу використовувати її у виробничих цілях нафтогазовидобувного підприємства.

Удосконалено пристрій для локалізації нафтового забруднення на стоячій воді шляхом формування поплавкової огорожі, що з'єднана з механізмом для зменшення площі та ліквідації нафтового забруднення. Запропонований пристрій призначений для використання на виробничих об'єктах нафтогазовидобувної, нафтогазопереробної промисловостях з метою охорони навколишнього середовища. Перевагою поплавкового пристрою є можливість локалізувати і ліквідувати нафтове забруднення, знаходячись на березі річки та зручність при транспортуванні.

2. Запропоновано алгоритм управління екологічною безпекою нафтогазовидобувного підприємства із зазначенням послідовних етапів виконання. Удосконалено екологічний моніторинг поверхневих вод шляхом встановлення додаткових точок спостереження за гідрохімічним складом поверхневих вод для підвищення екологічної безпеки річки Свічі Карпатського регіону, праві притоки якої є водоприймачами недостатньо очищених стічних вод нафтогазовидобувного підприємства.

Розроблено макет сайту моніторингу поверхневих вод, який містить багаторічні дані гідрохімічного моніторингу, оцінку якісних параметрів 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.

Ефективність запропонованого веб-ресурсу дасть змогу систематизувати інформацію щодо якості поверхневих вод, створювати прогнозні карти поширення забруднюючих речовин, що дозволить ефективно контролювати та прогнозувати екологічний стан природних водотоків, а також швидко реагувати на аварійні ситуації в межах нафтогазовидобутку.

ГРИНЮК

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. Луцави (випуск №2), 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 Луцави.

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 прогностичні 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 $0,05 \text{ мг/дм}^3$. 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 «Долина нафтогаз» 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 «Долинанафтогаз» в цілях охорони навколишнього середовища.

ГРИНЮК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про нафту і газ: Закон України від 16.02.2020 №2665-III. Дата оновлення: 16.10.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2665-14>.
2. Водний кодекс України: Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. Дата оновлення: 21.02.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-vr/ed20200221>.
3. Адаменко О.М., Міщенко Л.В., Зорін Д.О. Комп'ютерні програми оцінки екологічного стану екосистем та безпеки життєдіяльності населення у зоні впливу нафтогазових родовищ. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2012. №2. С.32–53.
4. Адаменко Я.О., Архипова Л.М. Екологічна оцінка гідроекосистем Битківського нафтопромислу. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2010. № 4. С. 136–143.
5. Архипова Л.М., Адаменко Я.О., Мандрик О.М. Концепція екологічної безпеки басейнових систем району нафтогазовидобування. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2012. №2. С. 67–71
6. Сабан В.З., Семчук Я.М., Маєвський Б.Й., Мельник О.Д. Моделювання техногенної трансформації високмінералізованих вод під час забруднення водоносних горизонтів. *Нафтогаз України*. 2014. №5. С.42–45.
7. Рудько Г.І. Дослідження гідрогеохімічних показників підземної гідросфери західних регіонів України на вміст мікроелементів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2009. № 655. С. 250–256.
8. Цайтлер М.Й. Заростання ділянок забруднених нафтопродуктами (на прикладі Бориславського нафтового родовища). Дослідження, охорона та збагачення біорозмаїття. Львів: УкрДЛТУ, 1999. С. 151–154.
9. Митропольский А.Ю. Некоторые особенности трансформации седиментационного вещества в системе «грунты побережья – атмосферный аэрозоль – морская взвесь – донные отложения». *Екологічна безпека*

прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: зб. наук. пр. Севастополь, 2013. Вип. 27. С. 327–332.

10. Чалов Р. С. Географические исследования русловых процессов / Под ред. Н. И. Маккавеева. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.

11. Васильев А.Н., Журавель Н.Е., Ключко П.В. Организация гидрохимического мониторинга в условиях нефтегазоносного северо-востока Украины / Под ред. А. Н. Васильева. Харьков: Экограф, 2001. 112 с.

12. Петрушка І. М., Мороз О. І., Петрушка К. І. Математичне моделювання ресурсозберігаючих технологій очищення стічних вод. Актуальні проблеми економіки. 2016. № 4. С. 433-439. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2016_4_51.

13. Депутат Б.Ю. Підвищення екологічної безпеки нафтових родовищ на кінцевій стадії розробки : дис. канд. техн. наук: 21.06.01 / Івано-Франківський національний технічний ун-т нафти і газу. Івано-Франківськ, 2006. 156 с.

14. Сабан В.З. Удосконалення методів зменшення техногенного забруднення гідросфери на кінцевій стадії експлуатації нафтових родовищ (на прикладі Долинського нафтового родовища): дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека»; Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. Івано-Франківськ, 2014. 133 с.

15. Шмандий В.М. Управление техногенной безопасностью урбосистемы на стадии образования и поступления отходов в окружающую среду (монография). Библиотека журнала ITE. Том 2. Харків: КДПУ, 2001. 152 с.

16. Torgeir Bakke, Jarle Klungsoyr, Steinar Sanni (2013). Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Marine Environmental Research*, V. 92, pp. 154–169 URL: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.09.012>

17. Rinella, J.F., McKenzie, S.W., Crawford, J.K., Foreman, W.T. (1992) Surface-water quality assessment of the Yakima Basin, Washington: Pesticide and other trace-organic-compound data for water, sediment, soil and aquatic biota. U.S. Geological Survey Open File Report 92-644. 154 p.

18. Pichtel, J. (2016) Oil and gas production wastewater: soil contamination and pollution prevention. *Applied and Environmental Soil Science*. 24 p.
19. Гавадзин Н. О. Природно-техногенні процеси та економічні збитки від шкідливих впливів нафтогазових підприємств на навколишнє середовище. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2010. № 1. С. 125–130.
20. Прикладная экобиотехнология: навч. посіб. / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников, [та ін.]; 1-е вид. М.: Бином, 2010. С. 472–620.
21. Семчук, Я. М., В. З. Сабан. Контроль за станом і охороною поверхневих та підземних вод у процесі спорудження та експлуатації свердловин. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2009. № 1. С. 16–19.
22. Максимюк М. Р., Міцкевич Д. І., Міцкевич І. Нафтове забруднення поверхневих вод та шляхи подолання його наслідків. Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»]. Сер. Техногенна безпека. 2014. Т. 233, Вип. 221. С. 37–40.
23. Бабаджанова О. Ф., Гранчишин Н. М., Сукач Ю. Г. Міграція нафти і нафтопродуктів у поверхневій шарі ґрунту при аварійних розливах. Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика: збірник наук. праць Х міжнар. наук.-метод. конф., м. Київ: Національний авіаційний університет, 2011. С. 22–26.
24. Возний В.Р., Яремійчук Р.С. Основи гірничого виробництва: видобування нафти, газу і твердих копалин: Кондор, 2006. 376 с.
25. Майбутній науковець – 2017: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. 1 груд. 2017 р., м. Северодонецьк / укладач В. Ю. Тарасов – Северодонецьк: Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2017. 774 с.
26. В.М. Курганський, І.В. Тішаєв. До питання забруднення оточуючого середовища в процесі буріння нафтових та газових свердловин. *Вісник*

Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2006. №38. С. 7–9.

27. Франчук Г. М., Николяк М. М. Аналіз даних про токсичність паливно-мастильних матеріалів для людини. *Вісник НАУ.* 2007. №34(33). С. 54–58.

28. Яцик А. В. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Яцик, В.Д. Романенко. К., 1998. 28 с.

29. Сіднева Ж.К. Проблеми розвитку підприємств нафтопереробної промисловості в сучасних умовах. Формування ринкових відносин в Україні. 2007. № 2. С. 107–111

30. Люта Н.Г., Лютий Г.Г., Приходько С.М. Особливості змін якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів на території Львівської області. *Геол. журн.* 2016. № 2 (355). С.99–106.

31. Elliott, E.G.; Ettinger, A.S.; Leaderer, B.P.; Brookes, M.B.; Deziel, N.C. (2017) A systematic evaluation of chemicals in hydraulic-fracturing fluids and wastewater for reproductive and developmental toxicity. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, 27, pp. 90–99.

32. Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки: Закон України від 05.03.1998 №188/98-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/188/98-%D0%B2%D1%80#Text>

33. Василюк В.М. Підвищення надійності роботи магістральних нафтопроводів ВАТ «Укртранснафта». *Вісник національної газової спілки України* : зб. наук. праць. 2004. № 4. С. 11–14.

34. Іванюта С. Моніторинг та оцінювання екологічних ризиків техногенного походження. Аналітична доповідь К.: Вид-во НІСД, 2012. 52 с.

35. Липский В.К., Спириденко Л.М., Комаровский Д.М., Гвоздева А.А. Основы охраны водных объектов от аварийных сбросов нефтяных загрязнителей. *Материалы IV Международного водного форума*, г. Минск, 12–13 октября 2010. Минск : Изд-во «Минсктиппроект», 2011. С. 185–187.

36. Рудько Г.І., Адаменко Я.О., Пилипенко А.А. [та ін.]. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при експлуатації Новосхідницького нафтового родовища. *Геоекологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону* : зб. наук. праць. Івано-Франківськ: ЕКОР, 1998. С. 149–196.
37. Бойченко С. В, Черняк Л. М. Радомська М. М., Бондарук А. В. Проблема очищення природних водойм, забруднених стічними водами об'єктів сфери нафтопродуктозабезпечення. *Наукоємні технології*. 2015. № 4. С. 353–357. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nt_2015_4_15.
38. Гриб Й. В. О периодичности характеристик в экологической классификации качества поверхностных вод. *Гидробиологический журнал*. 1993. № 3. С. 38–43.
39. Яцик А.В., Гопчак І.В., Басюк Т.О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Рось. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Сер.: Сільськогосподарські науки. 2013. Вип. 2. С. 79–86.
40. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка. Центр, 2001. 262 с.
41. Романенко В.Д., Жуканський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ 1998. 280 с.
42. Хільчевський В. К., Маринич В. В., Савицький В. М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. К.: Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2002. Т. 4. С. 167–169.
43. Архипова Л.М. Оцінка гідроекологічного потенціалу басейну ріки Свіча в районі розробки нафтогазових родовищ. *Наук. вісн. Івано-Франків. нац. техн. ун-ту нафти і газу*. 2008. № 2. С. 17–20.
44. Осадчий В. І. Гідрологічні чинники формування хімічного складу поверхневих вод. *Наук. пр. УкрНДГМІ*. 2013. Вип. 265. С. 54–65.

45. Ухань О. О., Осадчий В. І. Вплив природних та антропогенних факторів на формування режиму біогенних елементів у поверхневих водах басейну Сіверського Дінця. *Наук. пр. УкрНДГМІ*. 2011. Вип. 261. С. 163–178.
46. Rolf Altenburger (2019) Water quality monitoring: improving the balance between exposure and toxicity assessments of real-world pollutant mixtures. *Environmental Sciences Europe*. *Environ Sci Eur* 31, 12. URL: <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0193-1>.
47. Loga, M., Wierzchołowska-Dziedzic, A. (2017) Probability of misclassifying biological elements in surface waters. *Environ Monit Assess* 189, 647. URL: <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6368-6>.
48. Natalia Szczerbińska, Małgorzata Gałczyńska (2015) Biological methods used to assess surface water quality. *Archives of Polish Fisheries*. V.23(4), pp.185–196.
49. Sandra Poikane (2019) Nutrient criteria for surface waters under the European Water Framework Directive: Current state-of-the-art, challenges and future outlook. *Science of the total environment*. Volume 695. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719338380?via%3Dihub>
50. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 18.12.2019 №1264-XII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12>.
51. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами: Постанова України від 30.10.2013 №465-99-п URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF>.
52. Павлюх Л. І., Матвєєва О. Л., Зубченко О. М. Аналіз ефективності сорбційних методів очищення нафтовмісних стічних вод. *Вісник НАУ*. 2006. №4. С. 169–171.
53. Белоусова А. П. Изменение химического состава подземных вод нефтяного месторождения под влиянием техногенеза. *Водные ресурсы*. М.:Госгеотехиздат 2001. С. 88–98.
54. Крайнюков О. М. Особливості розповсюдження вуглеводневого забруднення та оцінка його впливу на геоекологічний стан басейну

- р. Сіверський Донець у межах Харківської області: автореф. дис. канд. геогр. наук.: 11.00.11. Харків, 2007. 20 с.
55. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами / Шестопалов О. В., Бахарєва Г. Ю., Мамєдова О. О. та ін. Х.: НТУ «ХП», 2015. 116 с.
56. Іщук Ю.Л., Кобилянський Є.В., Кочірко Б.Ф. Біорозщеплюваність нафтопродуктів і проблеми біосфери. *Нафтова і газова промисловість*. 2004. № 1. С. 57–60.
57. Горючі корисні копалини України. Михайлов В.А. Курило В.М. Омельченко В.Г. [та інші]. К.: КНТ, 2009. 376 с.
58. Стрельцова О.О. Тимчук А.Ф. Інтенсифікація процесу флотаційного вилучення емульгованої та розчиненої в воді нафти. *Вопросы химии и химической технологии*. 2000. № 1. С. 230–233.
59. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна екологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування [Монографія] / С.В.Дудник, М.Ю.Євтушенко. К.: Вид-во Українського фітосоц. центру, 2013. 297 с.
60. Тетельмин В. В. Язев В. А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе: Интеллект, 2009. 352 с.
61. Butler, J., J. Morris and T. Sleeter (1976) The fate of petroleum in the open ocean. In Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment. The American Institute of Biological Sciences, p. 287–297.
62. A Mathematical model for oil slick transport and mixing in rivers. Shen, HungTao.Yapa, Poojitha N.D.D.Wang, DeSheng.Yang, Xiao Qing.(1993) Special report (Cold Regions Research and Engineering Laboratory (U.S.)); 93-21. Cold Regions Research and Engineering Laboratory (U.S.) Engineer Research and Development Center (U.S.).
63. Петряшин Л.Ф., Лисяний Г.Н., Тарасов Б.Г. Охорона довкілля в нафтовій та газовій промисловості. Львів: Вища школа, 1984. 188 с.

64. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2017 році. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/11/Proekt-Natsionalnoyi-dopovidi-za-2017-rik.pdf>
65. Lushnikov S. V., Frank Y. A., Vorobyov D. S. Oil Decontamination of Bottom Sediments Experimental Work Results. *Earth Sciences Research Journal*. 2006. Vol.10. № 1. 2006. P. 35–40.
66. Камышникова, Т.В. Вывод двумерной модели распространения загрязняющих примесей в мелководном водоеме. *Известия ЮФУ. Технические науки*. Тематический выпуск: Актуальные проблемы математического моделирования. 2009. № 8(97). С. 24–30.
67. 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*
68. 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.
69. Тимченко І.В. Дослідження моделей розповсюдження нафтових забруднень в умовах обмежених акумуляторій. *Електронний вісник НУК*. №1. 2010.
70. Тарнопольский, А.Г. Моделирование распространения нефтяной плёнки по поверхности моря после аварийного разлива. *Метеорология, климатология та гидрология*. 2001. Вип. 43. С. 198–210.
71. Бабаджанова О.Ф., Гринчишин Н.М. Кінетика міграції нафтопродуктів поверхневим шаром ґрунтів в умовах надзвичайних ситуацій. 2014. URL: sci.ldubgd.edu.ua.
72. Ковач В.О. Аналіз надзвичайних ситуацій, пов'язаних із розливами нафти внаслідок аварій танкерів та інших суден. *Моделювання та інформаційні технології*. Зб. наук. пр. ПІМЕ ім Г.Є. Пухова НАН України. Вип. 77. К.: 2016. С.73–82.

73. Nelson J. and Grubestic T. (2017) Oil spill modeling: Risk, spatial vulnerability, and impact assessment. *Progress in Physical Geography* 42(1): 112–127.
74. Fay, J.A. (1971) Physical process in the spread of oil on a water surface / *Proceedings of the Joint conf. prevention and control oil spills*. Washington: Amer. Petrol. Inst., pp. 463–467.
75. Mackay, D., Shiu, Y., Hossain, K., Stiver, W., McCurdy, D. and Peterson, S.(1982) Development and calibration of an oil spill behavior model. Report No. CG-D-27083.U.S. Coast guard research and development center, Groton.
76. Berry, A., Dabrowski, T., Lyons, K. The oil spill model OILTRANS and its application to the Celtic Sea. Marine Institute, Rinvilla, Oranmore, Co. Galway, Ireland. P.38. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/71429083.pdf>
77. Antigoni Zafeirakou (2018) Oil spill dispersion forecasting models. *Monitoring of Marine Pollution*. DOI: 10.5772/intechopen.81774.
78. National Research Council (US) Committee on Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects. Washington (DC): National Academies Press (US); 2003. DOI: 10.17226/10388.
79. Про затвердження правил розробки нафтових і газових родовищ. Закон України від 15.03.2017, з0692-17. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0692-17>
80. Суярко В.Г., Загнітко В.М., Лисиченко Г.В. Структурно-геохімічні критерії прогнозування скупчень вуглеводнів (на прикладі Західно-Донецького грабену). К.: Салютіс, 2010. 83 с.
81. Sukhinov A.I., Nikitina A.V., Semenyakina A.A., Chistyakov A.E. Complex of models, explicit regularized schemes of highorder of accuracy and applications for predictive modeling of after-math of emergency oil spill. *CEUR Workshop Proceedings 10 «PCT 2016 - Proceedings of the 10th Annual International Scientific Conference on Parallel Computing Technologies»*, 2016. С. 308–319.
82. Begalishvili, N., Tsintsadze, T. and Beritashvili, B. (2009). Mathematical modeling of possible accidental situations related with transportation and storing of oil products, The Kulevi Terminal. Inst. of Hydrometeorology, Tbilisi, (in Georgian).

83. Рудаков Д. В. Математичні моделі в охороні навколишнього середовища: Навчальний посібник. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. 160 с.
84. Ковач В.О. Розробка математичних засобів для оцінки рівня забруднення поверхні моря в результаті розливу нафти. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (м. Черкаси, 19–20 травня 2016 р.). Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2016. С.63–65.
85. Авраменко С.Х., Ненашева О.І., Сідорова І.В. Дослідження та аналіз процесів очищення забруднених стічних вод від нафтопродуктів. Хімія. Біотехнології. Екологія.2013. С.269–275.
86. Казанок А.В., Матвеева О.Л. Очищення нафтозабруднених стічних вод за допомогою біосорбентів. Наукоємні технології, 2014. № 1 (21). С.131–134.
87. Способ очистки поверхности воды от нефти: пат. 1305128 СССР: С02 F 1/28. Заявл.27.07.84, опубл. 23.04.87, Бюл. № 5. 4 с.
88. Челядин Л.І., Григорчук Л.І., Челядин В.Л., Богославец М.М. Методи та устаткування зменшення забруднення водних ресурсів стоками з об'єктів нафтогазового комплексу. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2013. №2(47). С. 145–151.
89. Авраменко С.Х. Екологія міських систем та основних виробництв промисловості. Приклади та задачі: навч. посіб. / Авраменко С.Х., Гуляев В.М., Волошин М.Д. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007. 420 с.
90. Ликвидация последствий аварий танкера «Эксон Валдис». *Защита от коррозии и охрана окружающей среды*. 1990. № 9. С. 45–52.
91. Гвоздиков В.К., Захаров В.М. Технические средства ликвидации разливов нефтепродуктов на морях, реках и водоемах. Ростов-на-Дону, 1996.
92. Стрельцова О.О. Інтенсифікація процесу флотаційного вилучення емульгованої та розчиненої в воді нафти / О.О. Стрельцова, А.Ф. Тимчук // *Вопросы химии и химической технологии*. 2000. № 1. С. 230–233.
93. Спосіб каталітичного очищення води: пат. 42983А України, МПК С 02 F 1/461 / Дензанов Г.О., Молчанов П.А.; патентовласник Вінницький державний

технічний університет (Україна). № 200105956, заявл. 23.10.2000; опуб. 15.11.2001, Бюл. №10. 4 с.

94. Мочалова О.С., Гурвич Л.М., Антонова Н.М. Нефтяные аварийные разливы и роль диспергирующих средств в их ликвидации. Нефтегазопромышленный инжиниринг. 2004.

95. Матвеева О.Л., Демянко Д.О., Огданська І.О. Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення нафтовмісних стічних вод. 2012. С. 181–186.

URL:<http://stp.diit.edu.ua/article/viewFile/8955/7761>

96. Луценко А. Н. О применении инновационных сорбентов и устройств для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. *Технологии техносферной безопасности*. 2012. Вып. № 3 (43). С. 1–8. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

97. Скримерры – забор верхнего слоя воды. URL: <http://www.watermart.ua>.

98. Бодак І.В., Кравченко Н.Б., Рябченко В.В., Гладун А.А. Еколого-економічне обґрунтування заходів по ліквідації нафторозливу забруднення поверхневих вод у результаті функціонування нафтогазовидобувних свердловин БУ «Укргазвидобування». *Вісник ХНУ імені В.Н.Каразіна*. 2015. №1147. Вип.12. С.106–114.

99. Бондарук А. В., Бойченко С. В., Черняк Л. М., Радомська М. М. Проблема очищення природних водойм, забруднених стічними водами об'єктів сфери нафтопродуктозабезпечення. *Наукоємні технології*. 2015. №4 (28). С.353–357.

100. Павлюх Л.І., Зубченко О.М. Аналіз методів для видалення нафтопродуктів із водного середовища. *Екологічна безпека держави: матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, м. Київ, 17-20 квітня 2007 р.* Київ: НАУ, 2007. С. 84–86.

101. Gladun V. D., Andreeva N. N., Akateva L. V., Dragina O. G. Inorganic adsorbents from industrial wastes for sewage treatment, industrial enterprises. *Ecology and industry*. 2007. № 5. 20 p.

102. Бондарець Ю.В., Матвеева О. Л. Аналіз технологій ліквідації нафторозливів із застосуванням сорбентів на основі торфового моху роду

- Sphagnum. *Проблеми екологічної біотехнології*. 2013. № 1. URL: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/4732>.
103. Хлесткин Р. Н., Самойлов Н. А., Шеметов А. В. Ликвидация разливов нефти при помощи синтетических органических сорбентов / за ред. Р. Н.Хлесткина. Нефтяное хозяйство. 1999. № 2. С. 46–49.
104. Каменщиков Ф. А., Богомольный Е. И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. 528 с.
105. Кахраманлы Ю. Н. Пенополимерные нефтяные сорбенты. Экологические проблемы и их решения. Баку : «Элм», 2012. 305 с.
106. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Г. : Ин-октаво, 2005. 368 с.
107. Назаренко С. К., Архипова Л. М. Сучасні методи ліквідації аварійних розливів нафти на водних об'єктах суходолу. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2016. №1. С.72–79.
108. Еко-інновації в ресурсоефективній економіці: сучасні концепції, рушії розвитку та бар'єри, рекомендації щодо політики поширення в Україні. Демонстраційний проект «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2017. 56 с.
109. Веклич О.О. Економічний механізм екологічного регулювання в Україні. К.: Укр. Ін-т досліджень навколишнього середовища і ресурсів, 2003. 88 с.
110. Драган І.О. Напрями вдосконалення системи управління природоохоронною діяльністю. Природно-ресурсний потенціал збалансованого (сталого) розвитку України : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 19–20 квіт. 2011р. Том I. К., 2011. С. 259–262.

111. Журавский А.Ю. Основы формирования экономического механизма природоиспользования в новых условиях хозяйствования . *Вісник Сумського державного університету*. 1995. № 4. С. 17–20.
112. Кривень О. В. Формування екологічно збалансованого природокористування у контексті екологічної конституції землі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19-14. С. 203–210.
113. Измалков А.В. Управление безопасностью социально-экономических систем и оценка его эффективности М.: Компания спутник. 2003. 425 с.
114. Синякевич І. М. Принципи екологічної політики: погляд крізь призму глобальних екологічних загроз. *Продуктивні сили України*. 2007. № 2 (003). С. 230–235.
115. Войнаренко М., Яременко О. Управління економічною безпекою підприємств на основі оцінки відхилень порогових показників . *Економіст*. 2008. №12. С. 60–63.
116. Дорогунцов С.І., Ральчук О.М. Сталый розвиток і безпека: аспекти сполучення. К.: Т-во «Знання» України, 2002. 34 с.
117. Мінакова Н., Стрілець А., Драчук Ю. Економічний механізм управління надзвичайними ситуаціями техногенного характеру / Н. Мінакова *Вісник ТАНГ*. 2005. №3. С. 143–151.
118. Округин Д.Г., Яричина Г.Ф. О роли экономических механизмов в управлении техногенной безопасностью предприятий. *Успехи современного естествознания*. 2009. №8. С. 71–73.
119. Проценко А.Н. Об основных принципах и механизмах управления региональной безопасностью. Научный журнал «Проблемы анализа риска». 2006. Том 3. №3. С. 256–292.
120. Хлобистов Є.В. Екологічна безпека трансформаційної економіки / РВПС України НАН України; відп. ред. Дорогунцов С.І.: Агенство «Чорнобильінтерінформ», 2004. 336 с.

121. Плосконос Г. М. Особливості економічного механізму управління техногенною безпекою. *Актуальні проблеми економіки*. 2003. №8 (26). С. 164–173.
122. Підкамінний І. М. Регіональні аспекти техногенно-екологічної безпеки населення України: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.10.01 «Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка»; НАН України. Рада з вивч. продукт. сил України. Київ: Вид-во «Либідь», 2000. 20 с.
123. Мельник Л. Г., Волк О.М., Гайтина Н.М., Рибалка М.В. Удосконалення методів мотивації працівників на підприємствах України з урахуванням міжнародного досвіду. *Вісник Сумського державного університету*. Сер.: Економіка. 2012. №4. С. 55–63.
124. Качинський А. Б., Єгоров Ю. В. Екологічна безпека України: системні принципи та методи її формалізації. *Національна безпека: український вимір: щоквартальний наук. зб.* 2009. № 4. С. 71–79.
125. Хвесик М.А., Степаненко А.В., Обиод І.О та ін. Екологічна модернізація в системі природно-техногенної та екологічної безпеки / за наук. ред. М.А. Хвесика. К.: Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», 2016. 455 с.
126. Лозанський В.Р. Екологічне управління в розвинутих країнах світу порівняно з Україною. Х.: УкрНДІП, 2000. 68 с.
127. Буркинский Б.В., Ковалева Н.Г. Экологизация политики регионального развития/ НАН Украины; Ин-т проблем рынка и экономико-экологических исследований. О., 2002. 328 с.
128. Кислый В.Н., Лапин Е.В., Трофименко Н.А. Экологизация управления предприятием. Сумы: ВТД «Университетская книга», 2002. 238 с.
129. Низькодубова К.В. Управління екологічною безпекою промислових підприємств: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.06.01 / Харк. держ. мед. ун-т. Х., 2003. 31 с.
130. Пашкевич М. С. Екологізація виробництва підприємств України. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=1624>.

131. Варламова І. С. Економіко-екологічний аспект розвитку промислових підприємств. *Вісник Запорізького національного університету*. Серія: Економічні науки: зб. наук. пр. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2013. № 2(18). 2013. С. 29–33.
132. Низькодубова К.В. Методичні підходи до забезпечення ефективного планування та організації екологічної діяльності підприємства. *Економіка: проблеми теорії та практики*. Зб. наук. праць. Вип. 183. Дніпропетровськ: ДНУ, 2003. С. 374–378.
133. Ілляшенко І.О. Формування організаційно-економічного механізму стратегічного управління природно-техногенною та екологічною безпекою на засадах сталого розвитку. *Ефективна економіка*. 2013. №1. URL:<http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1713>.
134. Черчик Л. Екологічна безпека в системі менеджменту підприємства. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2019. С.55–61.
135. Степанюк Г.С. Проблеми функціонування та управління техногенно небезпечними нафтогазовими підприємствами. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. Серія економіка та управління в нафтовій і газовій промисловості. 2011. №2(4). С.17–24.
136. Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності «Нове будівництво берегозакріплювальних споруд на р.Сукіль по вул.Некрасова у м. Болехові Івано-Франківської області». с.145. URL: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/5874/reports/ВНТохjqrqQ.pdf>.
137. Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності «Нове будівництво берегозакріплювальних споруд на річці Саджава в с. Креховичі Брошнів-Осадської селищної ради об'єднаної територіальної громади Івано-Франківської області» № 20193253180 (реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності) / с.95.2019. URL: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/3180/reports/29d56372918c74260c81acf8ec67d7bc.pdf>.

138. Звіт «Проведення гідрохімічного моніторингу стану поверхневих та підземних вод в постійних та періодичних пунктах спостережень в межах впливу об'єктів НГВУ «Долинанافتогаз», визначення фізико-хімічних властивостей і хімічного складу стічних вод, які скидаються у міську каналізацію» за 2012, 2013, 2014 роки.
139. Дозвіл на спеціальне водокористування НГВУ «Долинанافتогаз», 2012.
140. Пукіш А.В. Підвищення екологічної безпеки при спорудженні нафтогазових свердловин: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 21.06.01 / Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. Івано-Франківськ, 2008. 20 с.
141. Гринюк В.І., Архипова Л.М. Аналіз якості зворотних вод допоміжних об'єктів нафтогазовидобувного управління «Долинанافتогаз». *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Наук. техн. журнал.* 2016. № 1. С. 30–37.
142. Річний звіт НАК «Нафтогаз України». URL: <http://annualreport2016.naftogaz.com.ua/ja/mi-pracjujemo/ekologija-taohorona-dovkillja>.
143. Гольдберг В.М., Гаєла С.В.. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения: монография. М.: Недра, 1984. 283 с.
144. Hryniuk, V., Arkhipova, L. The quality research of wastewater treatment of Dolyna oil districts of Ivano-Frankivsk region. *Екологічна безпека.* 2016. №1. С. 46–54.
145. Звіт з ОВД. Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля. URL: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/3329/reports/X6HyBAAtlgX.pdf>
146. Kulba, P. (2012), Dozvil na specialnevodokorystuvannia NGDY «Dolynanaftogas» [Permission for special water of OGPD «Dolynanaftogas»], Ivano-Frankivsk, Ukraine.
147. Хільчевський В. К., Маринич В. В., Савицький В. М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* К.: Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2002. Т. 4. С. 167–169.

148. Осадчий В.І. Гідрологічні чинники формування хімічного складу поверхневих вод . Наук. пр. УкрНДГМІ. 2013. Вип. 265. С. 54–65.
149. Ухань О. О., Осадчий В.І. Вплив природних та антропогенних факторів на формування режиму біогенних елементів у поверхневих водах басейну Сіверського Дінця. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2011. Вип. 261. С. 163–178.
150. Спосіб оцінки якості поверхневих вод: пат. на корисну модель № 64027 / Архипова Л.М.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20. 5 с.
151. КНД 211.1.0.009-94 Гідросфера. Відбір проб для визначення складу та властивостей стічних та технологічних вод. Основні положення.
152. Попов О.О., Яцишин А.В., Артемчук В.О. Кількісний аналіз стану довкілля на техногенно забруднених територіях. Київ.С.3–16.
153. Гринюк В.І. Методика визначення вмісту нафтопродуктів у воді. *Інформаційна культура у просторі професійної комунікації*: зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-метод. інтернет-конференції, м. Івано-Франківськ, 14–15 квітня 2016 р. Івано-Франківськ, 2016. С.96–98.
154. Петренко О.С. Переваги та недоліки розрахунку гранично-допустимого скиду речовин за басейновим принципом. 2013. С.75–92.
155. 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.
156. 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.
157. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Івано-Франківській області 2018. URL: <http://www.oda.te.gov.ua>
158. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату від 29.10.1996. № 995_044. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text.

159. Корчемлюк М. В., Приходько М. М., Архипова Л. М. Вплив змін клімату на водний режим гірської частини басейну р. Прут. Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. Вип. 1(6). С.118–128.
160. Masters, G., Norgrove, L. Climate change and Invasive alien species. CABI Position Paper. 2009. URL: <http://www.cabi.org/Uploads/CABI/expertise/invasive-alien-species-working-paper.pdf>.
161. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.) (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
162. 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. Харків, 2017. С.74–76.
163. Mandryk, O. M., Arkhyrova, L. M., Pukish, A. V., Zelmanovych, A. and Yakovlyuk, Kh., 2016. Theoretical and methodological foundations of sustainable development of Geosystems IOP Publishing. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Innovative Ideas in Science (IIS2016) 10–11 November, Baia Mare, Romania. International databases Web of science, volume 200 (2017) 012018 [online]. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757899X/200/1/012018>.
164. Marengo, J. A., Nobre, C. A., Sampaio, G., Salazar, L. F. and Borma, L. S., 2011. Climate change in the Amazon basin: Tipping points, changes in extremes, and impacts on natural and human systems. In: M. Bush, J. Flenley, W. Gosling, eds., 2011. Tropical Rainforest Responses to Climatic Change. Springer; Berlin/Heidelberg. pp. 259–283. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-05383-2_9.

165. Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G. K., Allen, S. K. and Midgley, P. M., eds. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, USA. URL: <https://wg1.ipcc.ch/srex>.
166. V.I. Hryniuk, L.M. Arkhypova. Regularity of effects of climatic changes on quality indicators of surface water of the Dniester basin. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. №3. pp.125–133, 2018.
167. Коткова Т.М., Котков В. І., Селезньова Г. О. Моніторинг забруднення сполуками азоту річок Лугинського району Житомирської області. *Вісник ЖНАЕУ*. 2011. № 2, т. 1. С. 106–112.
168. Korchemlyuk, M. V. and Arkhypova, L. M. 2016. Environmental audit of Ukrainian basin ecosystem of the Prut river. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 5(157), pp. 98–106. URL: <http://nv.nmu.org.ua/index.php/uk/arkhiv-zhurnalu/za-vipuskami/1334-2016/zmist-5-2016> [Accessed 7 April 2017].
169. Adamenko, Y. O., Arkhypova, L. M. and Mandryk, O. M., 2016. Territorial standard quality hydroecological system protected areas, *Hydrobiological Journal*, 52(6), pp. 51–59. URL: http://hydrobiolog.com.ua/2016/2016_6.htm [Accessed 12 June 2017].
170. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області 2017. URL: <http://www.if.gov.ua/files/uploads>.
171. Karpets, K. M. (2014). Design factor relief-dependence self-cleaning permanent watercourses city of Kharkov. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoeekolohii*, 3-4, 52–56. [In Ukrainian].
172. Rodzyller, I. D. (1984). *Prohnoz kachestva vody vodoemovpriemnykh stochnykh vod*. Moscow: Stroiyzdat. 262 p.
173. Гринюк В.І. Самоочищення річок Карпатського регіону в умовах впливу нафтогазової промисловості. *Проблеми екологічної безпеки: зб. наук.праць XV*

Міжн. наук.-техн. конф., м. Кременчук, 11–13 жовтня 2017. Кременчук, 2017. С.86.

174. Аніщенко Л. Я. Розрахункові показники для критеріїв екологічно безпечних рівнів відбору води з малих річок. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*, №5 2008. С.59–65.

175. Гринюк В.І. Дослідження процесів самоочищення правих приток річки Свічі басейну Дністра. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Вип. №3 (28). С.77–83.

176. 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.

177. Bilokopytov Yu., Mitskevych A. Problema ochyshchennia poverkhnevuykh i stichnykh vod vid naftoproduktiv. *Tekhnologichna bezpeka*. 2013. Vyp. 198. Tom 210. 147 s.

178. 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.

179. Хохотва О.П. Розробка комплексу технічних заходів по захисту водойм від забруднення нафтопродуктами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01 / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, 2004. 20 с.

180. Сорбент очищення води від нафти та нафтопродуктів: патент UA №30311 / Щегельська О.І.; № 98020984; опубл. 15.11.2000, Бюл. №38. 2 с.

181. Способ очистки сточных вод от нефтепродуктов: пат. RU №2274613. Опубл. 20.04.2006.

182. Способ очистки сточных вод от нефтепродуктов: пат. СРСР №10384. Опубл. 25.12.1996.

183. Спосіб очистки від нафтопродуктів: пат. на корисну модель № 109087 / Гринюк В.І., Архипова Л.М.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; опубл. 10.08.2016, Бюл. №15. 3 с.
184. 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.
185. Плаваючий металевий пристрій для обмеження площі води: пат. UA №40060. Опубл. 16.02.2004.
186. Устройство для локализации и сбора нефти или нефтепродуктов с водной поверхности: пат. RU 2249078, E02B 15/04. Опубл. 27.03.2005.
187. Устройство локализации плавающего на водной поверхности: пат. RU 2127787, E02B 15/08. Опубл. 20.03.1999.
188. Поплавковий пристрій для локалізації нафтового забруднення на стоячій воді: пат. на корисну модель № 122273; опубл. 26.12.2017, Бюл. №24.
189. ДСТУ ISO 14001: 2015. Система екологічного управління. URL: <https://quality.nuph.edu.ua>.
190. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України № 2818-VI від 21.12.2010 р. Відомості Верховної Ради України. 2011. № 26. 218 с.
191. Васенко О. Г. Екологічне управління водоохоронною діяльністю. Проблеми охорони навколишнього природного середовища: зб. наук. праць. Х.: ВД «Райдер», 2006. Вип. XXVIII (Ювіл. видання). С. 38–60.
192. 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.
193. Про охорону навколишнього природного середовища: закон України від 25 червня 1991 року. Відомості Верховної Ради. 1991. № 41. 546 с.
194. Гринюк В.І. Перспективи використання ГІС-технологій для забезпечення екологічної безпеки нафтогазовидобувних підприємств. *ЕКОГЕОФОРУМ*.

Актуальні проблеми та інновації: зб. наук.праць Міжн. наук.-практ. конференції, м. Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р. Івано-Франківськ, 2017. С.178–179.

195. 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.*

ГРИНЮК

ГРИШЮК

ДОДАТКИ





ЗАТВЕРДЖУЮ

В.О. начальник НГВУ

«Долинанافتогаз»

О.В. Мальчик



2018 р.

АКТ

**впровадження результатів науково-дослідної роботи Гринюк В.І. «Спосіб
очистки води від нафтопродуктів»**

Ми, що нижче підписалися, склали даний акт на предмет передачі наукових розробок аспіранта ІФНТУНГ Гринюк В.І. для прийняття до впровадження наукових рекомендацій щодо способу очистки води від нафтопродуктів, що може використовуватися для очищення промислових стічних вод на території знаходження технологічного транспорту та з автомийок нафтогазовидобувного підприємства.

Запропонований спосіб очистки води від нафтопродуктів підтвердив ряд переваг:

1. Фільтр для очистки води створення доступного, дешевого та екологічно чистого матеріалу – подрібненої соломи.
2. Покриття соломи тонким шаром парафіну зменшує намокання матеріалу та підвищує адсорбційну здатність фільтра. Особливо покрита парафіном поверхня добре адсорбує нафтопродукти (парафін розчиняється в них) та не дозволяє матеріалу поглинати воду.
3. Після обробки використаний матеріал (солома) може застосовуватись як паливо або наповнювач для асфальтосмолистих продуктів.

Застосування результатів науково-дослідної роботи аспіранта Гринюк В.І. дозволить підвищити якість стічної води після очистки та дасть змогу використовувати її у виробничих цілях нафтогазовидобувного підприємства.

Начальник служби екологічної
та радіаційної безпеки

Корчак І.П.

Начальник СТС НГВУ «Долинанافتогаз»

Петрів М.В.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. / Начальник НГВУ

О.В. Мальчик



23 серпня 2018 р.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи Гринюк В.І.

Ми, що нижче підписалися, склали даний акт на предмет передачі наукових розробок аспіранта ІФНТУНГ Гринюк В.І. для включення у пропозиції щодо способів ліквідації нафтового забруднення з поверхні води в процесі виробничої діяльності НГВУ "Долинанафтогаз" в цілях охорони навколишнього середовища.

Поплавковий пристрій призначений для обмеження площі розливу нафти та її збору на поверхні стоячої води. Використання поплавкової огорожі, яка додатково містить стрижні з кільцями, через які проходить гнучка тяга, міцно закріплена на одній стороні огорожі та механізм для її спірального скручування дає змогу зменшити площу нафтової плівки. А всмоктуючий пристрій, який з'єднаний з поплавковою огорожею, дозволяє зібрати нафту із ділянки забруднення. Перевагою даного поплавкового пристрою є можливість локалізувати та ліквідувати нафтове забруднення, перебуваючи на березі водойми.

Застосування результатів науково-дослідної роботи аспіранта Гринюк В.І. дозволить підвищити рівень екологічної безпеки природних водойм в межах виробничих об'єктів нафтогазовидобувної промисловості.

Начальник служби екологічної
та радіаційної безпеки

Корчак І.П.

Начальник СТС НГВУ «Долинанафтогаз»

Петрів М.В.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи
Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу
проф. І.І. Чудик

27 травня 2020 р.



АКТ

впровадження результатів дисертаційного дослідження
асистента кафедри туризму

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Гринюк Вікторії Ігорівни

Ми, що нижче підписалися, комісія у складі:

Голова – д.т.н., проф. кафедри екології Адаменко Я.О.

Члени комісії:

– Побігун Олена Володимирівна, к.е.н., доцент кафедри туризму;

– Коробейникова Ярослава Степанівна, геолог. н., доцент кафедри туризму,

склали цей акт, про те, що результати наукових дисертаційних досліджень асистента кафедри туризму Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу Гринюк Вікторії Ігорівни використовуються під час підготовки фахівців за спеціальностями 242 – “Туризм”, 101 – “Екологія” при вивченні дисциплін “Гідрологія та метеорологія”, “Екологія з основами гідрометеорології”.

Голова комісії
д.т.н., професор

Я.О. Адаменко

Члени комісії:

О.В. Побігун

Я.С. Коробейникова

Протокол

В хіміко-аналітичній лабораторії НГВУ «Долинанaftогаз» було проведено аналіз відібраних проб води з річки Луцава в кількості 10 шт на вміст нафтопродуктів згідно:

СОУ 09.1-00135390-150:2013 Стандарт організації. Сverdловини на нафту і газ. Вода для заводнення нафтових покладів. Технічні вимоги. (Додаток А3),

на основі наданого аспіранту ІФНТУНГ Гринюк Вікторії Ігорівні дозволу на використання інформаційних даних про гідрохімічний моніторинг поверхневих вод в межах впливу НГВУ «Долинанaftогаз».

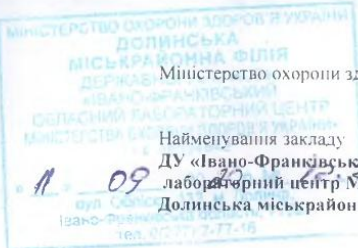
Результати дослідження проб води річки Луцава на вміст нафтопродуктів

Номер проби	Концентрація нафтопродуктів, мг/л
1	7,0
2	7,99
3	8,0
4	7,82
5	7,00
6	6,8
7	5,0
8	5,0
9	4,2
10	3,5



Завідувач ХАЛ НГВУ «Долинанaftогаз»

Г.Є. Камінська

 <p>Міністерство охорони здоров'я України ВОЛИНЬСЬКА МІСЬКРАЙОННА ФІЛІЯ ДЕРЖАВНО-ФРАНЦІЗСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ЦЕНТР МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ</p> <p>Найменування закладу ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» Долинська міськрайонна філія</p> <p>11.09.2020 11:53/20</p> <p>вул. Свободи Івано-Франківськ тел. 03771-2-77-16</p>	<p>Код форми за ЗКУД _____ Код закладу за ЗКПО _____</p> <p>Медична документація ФОРМА №327/о Затверджена наказом МОЗ України 11.07.2000 р. №160</p>
--	---

ПРОТОКОЛ № 84

дослідження води поверхневих водоймищ прибережних зон морів і стічних вод
від 11 вересня 2020р.

Найменування джерела р. Турянка 500 м нижче випуску стічних вод НГВУ
«Долинанафтогаз»

Місце відбору проби Долинський район, м. Долина

Дата і час відбору проби 07.09.2020 9¹⁰

Температура води у градусах °C +17

ЗАПАХ

Інтенсивність у балах _____

Характер (описати) _____

Поріг зникнення (в розведенні) _____

Кольоровість у градусах _____

Колір (описати) _____

Поріг зникнення кольору (в розведенні) _____

Мутність, реч. (описати) _____

Прозорість _____ см

Плаваючі домішки, плівки _____

Зважені речовини _____ мг/дм³

РН _____

Розчинений кисень _____ мг/дм³

БПК-5 6,0 _____ мгО²/дм³

БПК-20 _____ мгО²/дм³

Окисність _____ мгО²/дм³

ХСК _____ мгО²/дм³

Додаток Є.2

Лужність	_____	мг-екв
Кислотність	_____	мг-екв
Загальна жорсткість	_____	мг-екв/дм ³
Сухий жорсткість	_____	мг/дм ³
Сухий залишок	_____	мг/дм ³
Кальцій	_____	мг/дм ³
Магній	_____	мг/дм ³
Залізо	_____	мг/дм ³
Хлориди	64.0	мг/дм ³
Сульфати	_____	мг/дм ³
АЗОТ		
Амоній	0.18	мг/дм ³
Нітритів	< 0.03	мг/дм ³
Нітратів	2.51	мг/дм ³
СПЕЦИФІЧНІ РЕЧОВИНИ характерні для місцевих умов		
СПАР (синтетично поверхнево-активні речовини)	_____	мг/дм ³
Нафтопродукти	_____	мг/дм ³
Поліфосфати	_____	мг/дм ³

НТД на методи дослідження:

Ю.Новіков «Методи определения вредных веществ в воде водоемов»
ДСТУ ISO 5815:2004 «Визначення біохімічного споживання кисню після 5 діб (БСК₅)»

Підпис особи, яка проводила дослідження:

Завідувач санітарно-гігієнічної лабораторії  Конів О.З.

Лікар-лаборант-гігієніст  Мороз Л.І.

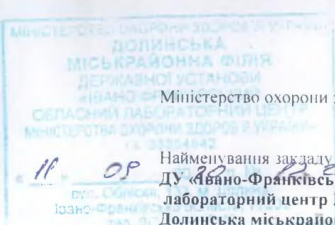
ВИСНОВКИ ЛІКАРЯ Дана проба води відкритої водойми за перевищенням вмістом БСК₅ не відповідає вимогам ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та будівництва населених пунктів»

Т.в.о.начальника Долинської міської районної філії



 Шеремета І.М.

Додаток Ж.1

 <p>Міністерство охорони здоров'я України ДОЛИНСЬКА МІСЬКРАЙОННА ФІЛІЯ ДЕРЖАВНОГО ІНСТИТУТУ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ЦЕНТР МОЗ УКРАЇНИ» ДОЛИНСЬКА МІСЬКРАЙОННА ФІЛІЯ</p>	<p>Код форми за ЗКУД _____ Код закладу за ЗКПО _____</p> <p>Медична документація ФОРМА №327/о Затверджена наказом МОЗ України 11.07.2000 р. №160</p>
--	--

ПРОТОКОЛ № 85

дослідження води поверхневих водоймищ прибережних зон морів і стічних вод
від 11 вересня 2020р.

Найменування джерела р. Саджава 500 м нижче випуску стічних вод НГВУ
«Долинанафтогаз»

Місце відбору проби Долинський район, с.Тяпче

Дата і час відбору проби 07.09.2020 9³⁰

Температура води у градусах °C +17.5

ЗАПАХ

Інтенсивність у балах _____

Характер (описати) _____

Поріг зникнення (в розведенні) _____

Кольоровість у градусах _____

Колір (описати) _____

Поріг зникнення кольору (в розведенні) _____

Мутність, осад (описати) _____

Прозорість _____ см

Плаваючі речовини, плівки _____

Зважені речовини _____ мг/дм³

РН _____

Розчинений кисень _____ мг/дм³

БПК-5 13.5 _____ мгО²/дм³

БПК-20 _____ мгО²/дм³

Окисність _____ мгО²/дм³

ХСК _____ мгО²/дм³

Додаток Ж.2

Лужність	_____	МГ-ЕКВ
Кислотність	_____	МГ-ЕКВ
Загальна жорсткість	_____	МГ-ЕКВ/ДМ ³
Сухий жорсткість	_____	МГ/ДМ ³
Сухий залишок	_____	МГ/ДМ ³
Кальцій	_____	МГ/ДМ ³
Магній	_____	МГ/ДМ ³
Залізо	_____	МГ/ДМ ³
Хлориди	39,5	МГ/ДМ ³
Сульфати	_____	МГ/ДМ ³
АЗОТ		
Амоній	2,21	МГ/ДМ ³
Нітритів	0,04	МГ/ДМ ³
Нітратів	9,40	МГ/ДМ ³
СПЕЦИФІЧНІ РЕЧОВИНИ характерні для місцевих умов		
СПАР (синтетично поверхнево-активні речовини)	_____	МГ/ДМ ³
Нафтопродукти	_____	МГ/ДМ ³
Поліфосфати	_____	МГ/ДМ ³

НТД на методи дослідження:

Ю.Новіков «Методы определения вредных веществ в воде водоемов»
 ДСТУ ISO 5815:2004 «Визначення біохімічного споживання кисню після 5 діб (БСК)»

Підпис особи, яка проводила дослідження:

Завідувач санітарно-гігієнічної лабораторії  Конів О.З.

Лікар-лаборант-гігієніст  Мороз Л.І.

ВИСНОВКИ ЛІКАРЯ Дана проба води відкритої водойми за перевищеним вмістом БПК₅ та концентрацією амонію не відповідає вимогам ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та будівництва населених пунктів»

Т.в.о.начальника Долинської міськрайонної філії 

Шеремета І.М.



Додаток 3.1

Міністерство охорони здоров'я України

Код форми за ЗКУД _____
Код закладу за ЗКПО _____

Найменування закладу
ДУ «Івано-Франківський обласний
лабораторний центр МОЗ України»
Долинська міськрайонна філія

Медична документація
ФОРМА №327/о
Затверджена наказом МОЗ України
11.07.2000 р. №160

11 08 20 07.09.2020 12.2-12/96 2/20

ПРОТОКОЛ № 86

дослідження води поверхневих водоймищ прибережних зон морів і стічних вод
від 11 вересня 2020р.

Найменування джерела р. Лушава, 500 м нижче випуску стічних вод НГВУ
«Долинанафтогаз»

Місце відбору проби Долинський район, м. Долина

Дата і час відбору проби 07.09.2020 9⁵⁰

Температура води у градусах °C +17.8

ЗАПАХ

Інтенсивність у балах

Характер (описати)

Поріг зникнення (в розведенні)

Кольоровість у градусах

Колір (описати)

Поріг зникнення кольору (в розведенні)

Мутність, балах (описати)

Прозорість _____ см

Плаваючі домішки, плівки

Зважені речовини _____ мг/дм³

РН _____

Розчинений кисень _____ мг/дм³

БПК-5 5.2 _____ мгО₂/дм³

БПК-20 _____ мгО₂/дм³

Окисність _____ мгО₂/дм³

ХСК _____ мгО₂/дм³

Додаток 3.2

Лужність	_____	мг-екв
Кислотність	_____	мг-екв
Загальна жорсткість	_____	мг-екв/дм ³
Сухий жорсткість	_____	мг/дм ³
Сухий залишок	_____	мг/дм ³
Кальцій	_____	мг/дм ³
Магній	_____	мг/дм ³
Залізо	_____	мг/дм ³
Хлориди	7.10	мг/дм ³
Сульфати	_____	мг/дм ³
АЗОТ		
Амоній	1.19	мг/дм ³
Нітритів	< 0,03	мг/дм ³
Нітратів	2.35	мг/дм ³
СПЕЦИФІЧНІ РЕЧОВИНИ		
характерні для місцевих умов		
СПАР (синтетично поверхнево-активні речовини)	_____	мг/дм ³
Нафтопродукти	_____	мг/дм ³
Поліфосфати	_____	мг/дм ³

НТД на методи дослідження:

Ю.Новіков «Методы определения вредных веществ в воде водоемов»
 ДСТУ ISO 5815:2004 «Визначення біохімічного споживання кисню після 5 діб (БСК)»

Підпис особи, яка проводила дослідження:

Завідувач санітарно-гігієнічної лабораторії Конів О.З.

Лікар-лаборант-гігієніст Мороз Л.І.

ВИСНОВКИ ЛІКАРЯ Дана проба води відкритої водойми за перевищенням вмістом БПК₅ не відповідає вимогам ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та будівництва населених пунктів»

Т.в.о.начальника Долинської міськрайонної філії



Шеремета І.М.