

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
методичні рекомендації
до виконання індивідуальних завдань

Запоріжжя 2025



УДК 502/504(072)
Е45

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 6 від 28.02.2025 р.)

Укладач

Максимова Н.М., канд. техн. наук, доцент,
Чеберячко Ю.І., д-р техн. наук, професор

Е45 Екологічна безпека : методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань / уклад. Н. М. Максимова, Ю. І. Чеберячко. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 40 с.

У методичних рекомендаціях наведено тематику індивідуальних завдань, критерії оцінювання, методичні пояснення щодо порядку виконання завдань та приклади їх виконання, питання для самоперевірки, список рекомендованих джерел тощо.

УДК 502/504(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
Індивідуальне завдання № 1. Екологічні проблеми на карті світу. Екологічні кризи та екологічні катастрофи	7
1.1 Завдання	7
1.2 Оформлення переліку інформаційних джерел	8
Питання для самоперевірки	9
Перелік рекомендованих джерел	9
Індивідуальне завдання № 2.1. Визначення умов скидів забруднюючих речовин у природні водотоки	13
2.1 Розрахунок ступеня розведення стічних вод водою проточної водойми з використанням загальноприйнятої методики	13
2.2 Методика обчислення загальносанітарної ознаки шкідливості води	15
2.3 Дослідження органолептичної ознаки шкідливості води	17
2.4 Вивчення санітарно-токсикологічної ознаки шкідливості	18
2.5 Дослідження інших показників складу й властивостей води у водоймі	18
2.6 Завдання	19
2.7 Приклад рішення завдання	22
Питання для самоперевірки	33
Перелік рекомендованих джерел	34
Індивідуальне завдання № 2.2. В ігровій формі вчиться мінімізувати наслідки від природних катастроф	36
Питання для самоперевірки	39
Перелік рекомендованих джерел	39
Додаток А Приклад титульного аркушу робіт, виконаних здобувачем ..	40

ВСТУП

У методичних рекомендаціях наведено тематика індивідуальних завдань, методичні пояснення щодо порядку виконання, питання для самоперевірки тощо.

Перелік індивідуальних завдань:

1. Екологічні проблеми на карті світу. Екологічні кризи та екологічні катастрофи;

2. Здобувачу вищої освіти пропонується самостійно обрати одну тему з двох запропонованих:

2.1 Визначення умов скидів забруднюючих речовин у природні водотоки;

2.2 В ігровій формі вчиться мінімізувати наслідки від природних катастроф.

Рівень сформованості знань та навичок здобувача вищої освіти з освітнього компоненту за виконання індивідуальних завдань оцінюють за бальною шкалою, яка наведена в силабусі та робочій програмі.

Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Складання індивідуального завдання	<p>Індивідуальні завдання виконуються самостійно у зручний для студента час. Підготовлене есе у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі або раніше. Індивідуальні завдання передбачають їх публічний захист в рамках академічної групи (із підготуванням презентаційного матеріалу та доповіді). Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля.</p> <p>Мах 15 балів:</p> <ul style="list-style-type: none">– за умови захисту індивідуального завдання максимально можливо набрати 15 балів від передбаченої загальної кількості балів, а без захисту – лише до 8 балів;– студент виконав вірно завдання за власним варіантом, в якому: правильно визначив проблеми, комплекс факторів, які могли вплинути на їх виникнення, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями або моделями, виконав необхідні розрахунки в разі потреби, представив висновок або власне бачення виходу з проблеми і окреслив можливі перспективи і обмеженість такого рішення; завдання структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем української мови (6 балів);– здобувач демонструє низький рівень комунікативної культури, в роботі значна кількість помилок та недоліків, в тому числі значущих, не виконана обов'язкова графічна частина (за наявності вимоги), то оцінка за цим критерієм знижується (5 балів);– завдання містить комплексну, логічну і оригінальну пропозицію проблематики ситуаційного завдання аж до міждисциплінарного підходу; використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам есе або завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (2 балів);

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
	<ul style="list-style-type: none"> – студент під час презентації / захисту завдання демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (5 балів); презентативність подання інформації під час захисту завдання (2 бали)

Додаткові зауваження:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем.

Особливі підходи до визнання результатів навчання

- В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;
- В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;
- В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з вивчення технологій захисту атмосфери (наприклад, Coursera, Udemu або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то: 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;
- В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо),

то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

Як приклад оформлення пояснювальної та розрахункової частини індивідуального завдання слід орієнтуватись на відповідні приклади рішення, які наведені за змістом методичних рекомендацій. Титульний аркуш студентських робіт наведено наприкінці методичних вказівок в додатку А.

Індивідуальне завдання № 1

Екологічні проблеми на карті світу. Екологічні кризи та екологічні катастрофи

1.1 Завдання

Виконайте аналітичні дослідження за темою відповідно до варіанту (див. табл. 1.1) [1-43] та відобразіть їх результати у вигляді стислого аналітичного есе (резюме) із зазначенням по тексту посилань на використані інформаційні джерела (до 2-3 сторінок). Оформіть список використаної літератури відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання», при цьому корисним буде інформаційне наповнення бібліотеки Університету (дод. Б) [4]. Підготуйте і зробіть публічну доповідь на занятті, супроводжуючи усне оповідання презентаційним матеріалом.

Таблиця 1.1 – Теми та уточнення (за варіантами)

№	Тема	Примітка	Обов'язково зазначити (під час доповіді обґрунтувати)
1	Екологічна небезпека накопичення у водах Чорного моря шару сірководню	Якщо певна тема зацікавила (чи Ви бажаєте запропонувати іншу тему, яка цікава саме Вам) – запропонуйте та обговоріть з викладачем та одногрупниками зараз, під час лекційного заняття.	Рівень екологічної безпеки. Класифікація й характеристика видів ризику: вид ризику, об'єкт ризику, джерело ризику та його походження (природне, антропогенне, комбіноване), небажана подія. Наявність значущого впливу певних видів господарської діяльності. Масштаб прояву / впливу. Заходи контролю та мінімізації впливу / розвитку ситуації. Задіяність Міжнародних організацій (наведення не менше одного певного прикладу). Національна політика України (наведення не менше одного певного прикладу). Заходи контролю та мінімізації впливу / розвитку ситуації.
2	Сейсмоактивна зона Вранча. Чи є небезпека для України?		
3	Екологічні наслідки ослаблення циркуляції морських течій в Атлантичному океані		
4	Утворення «острівних» сукупчень відходів у водах Світового океану		
5	Нафтове забруднення Світового океану: наслідки і заходи ліквідації		
6	Аридизація земель в Україні		
7	Інтенсифікація циклонів: причини і наслідки		
8	Механізм утворення озонових дир. Циркуляція атмосферних течій		
9	Проблеми збереження біорізноманіття (популяцій бджіл та інше)		
10	Небезпека впливу змін клімату на міграцію тварин		
11	Вплив вулканічної активності на зміни клімату		

За бажанням здобувач може звернутись до викладача і у разі узгодження підготувати іншу тему.

В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у

порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з даного індивідуального завдання; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

Як приклад, слід звернути увагу на можливість участі з публікацією тез доповіді (за відповідним напрямом, див. табл. 1.1) на щорічній Міжнародній науково-технічній конференції «MININGMETALTECH» на базі ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА».

Як інший варіант перезарахування завдання, здобувачу пропонується проглянути безкоштовні освітні онлайн-платформи та пройти успішно сертифікований онлайн-курс. Попередньо обраний здобувачем курс слід узгодити з викладачем. По закінченню такого онлайн курсу отриманий іменний сертифікат здобувач повинен прикріпити у Moodle. Як приклад, пропонується звернути увагу на наступні освітні онлайн-курси [7, 11, 13, 25]:

- Екологічні небезпеки та глобальне громадське здоров'я. Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/environmental-hazards-and-global-public-health>;

- [Оцінка шкоди довкіллю від російської агресії](#). Prometheus : веб-сайт. URL: [Оцінка шкоди довкіллю від російської агресії](#);

- Епоха сталого розвитку. Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/sustainable-development>;

- Дій щодо клімату: Кроки до індивідуальних, громадських та політичних дій. Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/act-on-climate>.

Під час виконання індивідуального завдання, за потреби, здобувачу доцільно повторити пройдений лекційний матеріал за першою темою курсу «Основні поняття та визначення екологічної безпеки» та другою темою курсу «Екологічні кризи та екологічні катастрофи».

1.2 Оформлення переліку інформаційних джерел

Використані при написанні есе (резюме) літературні джерела та нормативні документи включаються в загальний список літератури, а в тексті на них робиться посилання у встановленому порядку у квадратних дужках. Крапочка ставиться після квадратних дужок.

Перелік джерел, на які є посилання в основній частині, наводять з нової сторінки. Бібліографічні описи в переліку посилань подають у порядку, за яким вони вперше згадуються в тексті або у алфавітному

порядку. Порядкові номери описів у переліку є посиланнями в тексті (номерні посилання).

Питання для самоперевірки

1. Як Ви розумієте екологічно безпечне середовище?
2. Які Вам відомі міжнародні організації, діяльність яких спрямована на досягнення Цілей сталого розвитку?
3. Які екологічні проблеми України знайшли відображення у Основних засадах (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2030 року?
4. Які сучасні екологічні проблеми стисло відображені у Національних доповідях про стан навколишнього природного середовища в Україні?

Перелік рекомендованих джерел

1. 17 Цілей сталого розвитку. Global Compact Network Ukraine : website. URL: <https://globalcompact.org.ua/tsili-stijkogo-rozvytku/> (дата звернення: 14.08.2024).
2. Агенція з охорони довкілля США (EPA) : Урядовий орган управління. URL: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality> (дата звернення: 14.08.2024).
3. Адаптація до глобальної зміни клімату : Українська кліматична мережа : веб-сайт. URL: <https://ucn.org.ua> (дата звернення: 14.08.2024).
4. Бібліотека ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://metinvest.university/page/library> (дата звернення: 14.08.2024).
5. Бредун В. І. Екологічна безпека та управління ризиками : навчальний посібник. Полтава : Видання Національного університету імені Юрія Кондратюка, 2021. 189 с.
6. Геоінформаційна технологія космічного моніторингу Чорного моря з використанням знімків NOAA / В. М. Єремеев та ін. *GEOINFORMATIKA*. 2018, № 2 (66). С. 24-33. URL: https://www.karbon-service.com.ua/wp-content/uploads/2021/06/2_2018-24-33.pdf (дата звернення: 15.05.2024).
7. Дій щодо клімату: Кроки до індивідуальних, громадських та політичних дій : Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/act-on-climate> (дата звернення: 14.08.2024).
8. Екологічна безпека та економіка : монографія / М. І. Сокур та ін. Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2020. 240 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/339847190_Ekologichna_bezpeka_ta_e_konomika_monografija_MI_Sokur_VM_Smandij_EK_Babec_VS_Bileckij_IE_Mel_nikova_OV_Harlamova_LS_Seludcenko_-

[Kremencuk PP Serbatih OV 2020 - 240 s](#) (дата звернення: 14.08.2024).

9. Екологічна безпека та цивільний захист: конспект лекцій : навч. посіб. / уклад.: Ю. О. Полукаров, Н. А. Праховнік, О. В. Землянська. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 184 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/c1c031e2-4ed2-409b-b18b-8443481b38e1/content> (дата звернення: 14.08.2024).

10. Екологічна безпека. Частина 1 : навчальний посібник / укладач В. О. Дяків. Львів : Вид-во ПП «Кварт», 2011. 90 с. URL: <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/Ekologichna-bezpeka-metod-posibnyk-1.pdf> (дата звернення: 14.08.2024).

11. Екологічні небезпеки та глобальне громадське здоров'я : Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/environmental-hazards-and-global-public-health> (дата звернення: 14.08.2024).

12. Екологія. Право. Людина : веб-сайт. URL: <https://epl.org.ua/announces/pivrichchya-reorganizatsiyi-napivkrokiv-ta-napivzahodiv/> (дата звернення: 14.08.2024).

13. Епоха сталого розвитку : Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/sustainable-development> (дата звернення: 14.08.2024).

14. Екологічна безпека та природокористування : журнал. URL: <http://es-journal.in.ua/> (дата звернення: 14.08.2024).

15. Екологічні науки : журнал. URL: <http://www.ecoj.dea.kiev.ua/> (дата звернення: 14.08.2024).

16. Законодавство України : Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 14.08.2024).

17. Збірник наукових праць Національного гірничого університету : веб-сайт. URL: <https://znp.nmu.org.ua> (дата звернення: 14.08.2024).

18. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України : веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 14.08.2024).

19. Напрямок II. Глобальні виклики та європейська промислова конкурентоспроможність : Офіс Горизонт Європа в Україні : веб-сайт. URL: <https://horizon-europe.org.ua/uk/home/#> (дата звернення: 15.05.2024).

20. ECOBUSINESS. Екологія підприємства : журнал. URL: <https://ecolog-ua.com> (дата звернення: 14.08.2024).

21. Національні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні : Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України : веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-v-ukrayini/> (дата звернення: 15.05.2024).

22. Наша робота над досягненням Цілей сталого розвитку в Україні : Організація Об'єднаних Націй : веб-сайт. URL: <https://ukraine.un.org/uk/sdgs> (дата звернення: 15.05.2024).

23. Онлайн-генератор посилань за ДСТУ 8302:2015 : веб-сайт. URL: <https://www.grafiati.com/uk/blogs/dstu-8302-2015-referencing-generator/> (дата

звернення: 30.05.2024).

24. Основи екологічної безпеки військ : підручник / С. Р. Артем'єв та ін. ; за ред. С. Р. Артем'єва. Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2012. 308 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/5007/1/EBV.pdf> (дата звернення: 14.08.2024).

25. Оцінка шкоди довкіллю від російської агресії : Prometheus : веб-сайт. URL: <https://prometheus.org.ua/> (дата звернення: 14.08.2024).

26. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 15.05.2024).

27. Про охорону навколишнього середовища : Закон України 25.06.1991 р. № 1264-XII. Дата оновлення: 15.11.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 06.05.2024).

28. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 20.08.2024).

29. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 20.08.2024).

30. Сарапіна М. В., Андронов В. А., Артем'єв С. Р., Бригада О. В., Рибалова О. В. Забезпечення екологічної безпеки : підручник. Харків : НУЦЗУ, 2019. 246 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/10610/1/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf> (дата звернення: 14.08.2024).

31. Що таке Цілі сталого розвитку : United Nations Development Programme. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku> (дата звернення: 30.05.2024).

32. Яценко Л. Д., Іванюта С. П., Мартюшева О. О. Індикатори стану екологічної безпеки держави : аналітична записка : Національний інститут стратегічних досліджень, 2012. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/indikatori-stanu-ekologichnoi-bezpeki-derzhavi-analitichna-zapiska> (дата звернення: 14.08.2024).

33. Briesen D. Armed Conflict and Environment. From World War II to Contemporary Asymmetric Warfare. Baden-Baden : Nomos, 2018. 284 p. DOI: <https://doi.org/10.5771/9783845293868>. URL: <https://read.kortext.com/reader/pdf/998148/null> (дата звернення: 14.08.2024).

34. Dickson E., Baker J. L., Hoornweg D., Tiwari A. Urban risk assessments. Understanding Disaster and Climate Risk in Cities. International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank, 2012. 276 p. URL: <https://read.kortext.com/reader/pdf/2148633/Cover> (дата звернення: 14.08.2024).

35. Global Industry Standard on Tailings Management : report. United Nations Environment Programme, 2020. URL: <https://www.unep.org/resources/report/global-industry-standard-tailings-management> (дата звернення: 30.05.2024).

36. Hoffman A. R. Water, Energy, and Environment – A Primer. IWA

Publishing, 2019. 216 p. URL: <https://read.kortext.com/reader/pdf/992278/Cover> (дата звернення: 14.08.2024).

37. Pikaar I. Resource Recovery from Water: Principles and Application. IWA Publishing, 2022. 466 p. URL: <https://read.kortext.com/reader/pdf/1959531/iv> (дата звернення: 14.08.2024).

38. Practical Guide to the Strategic Environmental Assessment Directive. London : Office of the Deputy Prime Minister, 2005. 110 p. URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7657/practicalguidesea.pdf (дата звернення: 30.05.2024).

39. Securing our future Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society : Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. European Commission. Strasbourg, 2024. 60 p. URL: https://climate.ec.europa.eu/document/download/2ccd7710-5fc3-420f-aeb8-9a3af271f970_en?filename=2040%20Climate%20Target%20Communication_en_0.pdf (дата звернення: 30.04.2024).

40. The SME Guide to Tailings Resources : Access tailings management case studies, research, technical papers, and industry best practices from around the world. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration : website. URL: <https://www.smenet.org/tailings> (дата звернення: 30.05.2024).

41. Thomas V. Climate change and natural disasters : transforming economies and policies for a sustainable future. Routledge, 2016. 164 p. URL: <https://read.kortext.com/reader/epub/240431> (дата звернення: 14.08.2024).

42. Uitto J. I. Evaluating Environment in International Development. Second edition. New York : Routledge, 2021. 346 p. URL: <https://read.kortext.com/reader/epub/890900> (дата звернення: 14.08.2024).

43. UNIDO : website. URL: www.unido.org (дата звернення: 14.08.2024).

44. Vogler J., Imber M. F. The Environment and International Relations. Global Environmental Change Programme. Routledge, 2017. 294 p. URL: <https://read.kortext.com/reader/epub/317023> (дата звернення: 14.08.2024).

Індивідуальне завдання № 2.1

Визначення умов скидів забруднюючих речовин у природні водотоки

2.1 Розрахунок ступеня розведення стічних вод водою проточної водойми з використанням загальноприйнятої методики

На здатність самоочищення природних водойм, куди скидають промислові стічні води, впливає цілий ряд факторів: об'єм і швидкість водного стоку, форма русла, глибина водойми, швидкість течії, температура води, її хімічний склад тощо. При цьому дуже складно прогнозувати оптимальні санітарно-токсикологічні норми, враховуючи окрему чи сукупну дію всіх вищезазначених чинників [1-13].

Ступінь повного розведення промислових стоків водою проточної водойми виражається **кратністю розведення**, яку визначають за такою формулою [2, 9-10, 13]:

$$n = \frac{Q + q}{q}, \quad (2.1)$$

- де Q – витрата води природної водойми, що йде на розбавлення стоків, м³/с;
 q – витрата стічної води, що надходить у водойму та розбавляється, м³/с.

За вказаною формулою розраховують **повне** змішування стоку з водою проточної водойми. Однак це змішування настає не одразу. У зв'язку з цим **реальну** величину кратності розведення в загальному випадку слід визначити за такою формулою:

$$n = \frac{\gamma \cdot Q + q}{q}, \quad (2.2)$$

де γ – коефіцієнт, що вказує на ступінь повноти змішування та розведення стоків у водоймі.

Коефіцієнт змішування γ завжди менший одиниці, коли кратність розведення визначають для ділянки водойми перед місцем повного перемішування, яке знаходиться на деякій відстані вниз за течією від зони випуску стічних вод.

Умови спускання стічних вод у водойму оцінюються з урахуванням ступеня їх впливу на довкілля біля найближчого пункту водокористування, тому кратність розведення необхідно визначити саме в цьому місці. Якщо

цей пункт розташовано за течією нижче від місця повного перемішування, то приймають, що у формулі (2.2) коефіцієнт γ дорівнює одиниці, тому розрахунок кратності не створює жодних труднощів. Тоді ж коли обчислюють кратність розведення треба виконати стосовно ділянки водойми, де ще не виникає повного перемішування, його виконують із урахуванням досягнутого на цій ділянці ступеня змішування, тобто значення коефіцієнта γ . Повноту розведення досі прийнято визначати з відомим ступенем наближення [2, 9-10, 13].

Відомий учений І. Д. Родзиллер запропонував зручну і досить просту формулу, яка дозволяє обчислити значення коефіцієнта змішування стоків із водою проточної водойми, в саме:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \cdot \beta}, \quad (2.3)$$

При цьому величина β визначають за такою формулою:

$$\beta = e^{-a^3 \sqrt{L}}, \quad (2.4)$$

- де e – основа натурального логарифма, що дорівнює 2,72;
 a – коефіцієнт, який враховує гідравлічні фактори змішування;
 L – відстань до створу, що розглядається (за фарватером), м.

Величина a визначається на підставі емпірично встановленої залежності:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}} \quad (2.5)$$

- де ξ – коефіцієнт, значення якого залежить від місця випуску стічних вод у річку, наприклад, при випуску біля берега річки $\xi = 1$, на стрижні річки (у місці найвищої швидкості течії) $\xi = 1,5$;
 φ – коефіцієнт звивистості річки. Для його визначення користуються таким виразом:

$$\varphi = \frac{L_{\varphi}}{L_{пр}}, \quad (2.6)$$

Як бачимо, це відношення двох величин: відстані за фарватером L_{φ} , що відображає повну довжину русла від зони випуску стічних вод до

створу розрахункового пункту водокористування, і відстані між цими двома пунктами по прямій $L_{пр}$; D – коефіцієнт турбулентної дифузії.

Коефіцієнт D для рівних річок визначається за формулою М.В. Потапова, а саме:

$$D = \frac{V_{сер} \cdot H_{сер}}{200}, \quad (2.7)$$

де $V_{сер}$ – середня швидкість течії на ділянці змішування, тобто між місцем випуску стічних вод та розрахунковим створом пункту водокористування, м/с;

$H_{сер}$ – середня глибина річки на тій самій ділянці, м.

У тих випадках, коли розрахунковий пункт водокористування розташовано на значній відстані L за фарватером від місця випуску стоків, де наявні ділянки з різною швидкістю течії та глибиною русла, що створює різні гідравлічні умови змішування, рекомендується цей відрізок річки протягом відстані L розбити на зони з більш чи менш однаковими гідравлічними умовами, визначивши для кожної з них такі параметри: довжину (L_1, L_2, \dots, L_n), середню швидкість течії (V_1, V_2, \dots, V_n) та середню глибину (H_1, H_2, \dots, H_n) [2, 9-10, 13].

Загальне значення коефіцієнта турбулентної дифузії для всього відрізка рівнинної річки довжиною L буде дорівнювати сумі коефіцієнтів турбулентної дифузії, що характеризують кожну із зон, тобто

$$D = \frac{L_1 V_1 \cdot H_1}{L \cdot 200} + \frac{L_2 V_2 \cdot H_2}{L \cdot 200} + \dots + \frac{L_n V_n \cdot H_n}{L \cdot 200} \quad (2.8)$$

Отже, від значення коефіцієнта змішування γ безпосередньо залежить кратність розведення n стоків водою проточної водою проточної водойми, а значить, і ступінь зниження концентрації шкідливих речовин. Розглянемо детальніше, яким чином цей коефіцієнт враховується при плануванні випуску стічних вод у водойму.

2.2 Методика обчислення загальносанітарної ознаки шкідливості води

Для визначення показника біологічного споживання кисню (БСК) стічних вод, які можуть бути скинуті у водойму без порушень санітарних норм [1, 9-11], користуються таким рівнянням [2, 9-10, 13]:

$$C_{ст}^{БСК} = \frac{Y \cdot Q}{q \cdot 10^{-k_1 t_1}} (C_{гр.доп.}^{БСК} - C_p^{БСК} \cdot 10^{-k_1 t_1}) + \frac{C_{гр.доп.}^{БСК}}{10^{-k_1 t_1}}, \text{ мг/л} \quad (2.9)$$

де k_1 – константа, що характеризує швидкість споживання кисню органічними речовинами води при даній температурі;
 t – час переміщення води від місця випуску стоків до створу пункту водокористування, визначений із такого відношення:

$$t = \frac{L}{V_{сер}}, \text{ діб} \quad (2.10)$$

де $C_{гр.доп.}^{БСК}$ – нормативне значення БСК залежно від виду водокористування (3 мг/л чи 6 мг/л), мг/л;
 $C_p^{БСК}$ – значення БСК річкової води, мг/л.

Показник k_1 залежить від температури та від складу органічних речовин, які містяться в стічних водах. Дані про його величину наведено в табл. 2.1 [2, 13].

Таблиця 2.1 – Залежність k_1 від температури води [2, 13]

$T, ^\circ\text{C}$	k_1	$T, ^\circ\text{C}$	k_1
0	0,04	20	0,1
5	0,05	22	0,11
9	0,06	24	0,12
12	0,07	26	0,13
15	0,08	28	0,14
18	0,09	29	0,15

Одержане розрахункове значення необхідно порівняти з фактичним значенням $C_{факт}^{БСК}$ стічних водах, які передбачають випустити у водойму. При цьому має виконуватися така умова:

$$C_{факт}^{БСК} \geq C_{ст}^{БСК}$$

Таким чином, фактичне значення БСК стічних вод має бути меншим від величини гранично-допустимого скиду.

Якщо фактичне значення БСК стічних вод, що підлягають випуску у водойму, менше від значення $C_{ст}^{БСК}$, отриманого розрахунковим шляхом, то в біологічному очищенні немає потреби.

Тоді ж, коли фактичне значення БСК стічних вод більше від отриманої розрахункової величини $C_{ст}^{БСК}$, то біологічне очищення їх перед спуском у водойму обов'язкове, і його проводять до моменту досягнення розрахункової величини.

2.3 Дослідження органолептичної ознаки шкідливості води

Виявлення запаху, смаку й присмаку води

При дослідженні виробничих стічних вод передбачається визначення того ступеня розведення стічних вод, при якому досягається зникнення запаху й смаку [2, 9-10, 13].

Знаючи кратність розведення, необхідну для усунення несприятливого впливу стічних вод на органолептичні властивості води та визначивши можливу величину цього параметра n біля розрахункового пункту водокористування, можна прийняти рішення відносно необхідності очищення стічних вод.

Інакше кажучи, якщо, наприклад, запах стічних вод зникає при розведенні їх чистою водою у кратності 1:5, а біля розрахункового пункту водокористування очікується розведення водою водойми на рівні 1:10, то вочевидь, немає необхідності в усуненні запаху й смаку стічної води перед скиданням, бо за таких умов у водоймі достатньо чистої води.

Визначення температури води

Максимальна температура скинутих у водойму стоків, за якої температура води підвищиться не більше допустимої, визначається за такою формулою:

$$t_{cm} = t_{доп} \left(\frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + t_{max}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.11)$$

де $t_{доп}$ – допустиме за санітарними нормами підвищення температури води у водоймі на 3 °С;

t_{max} – максимальна температура води у водоймі літньої пори в зоні перед місцем випуску стічних вод, °С.

Отримане розрахункове значення t_{cm} необхідно порівняти з фактичною температурою стоків $t_{факт}$, призначених для випуску у водойму. При цьому має виконуватися така умова:

$$t_{факт} \leq t_{cm} .$$

Як бачимо, фактичне значення температури стічних вод повинне бути меншим від розрахункової величини.

Якщо фактична температура стічних вод, що підлягають спуску у водойму, менша від значення t_{cm} , отриманого розрахунковим шляхом, то охолодження стоків перед скиданням не потрібне.

Коли ж фактична температура стічних вод більша від значення t_{cm} , то охолодження їх перед спуском у водойму обов'язкове, і його виконують до моменту досягнення розрахункової величини t_{cm} .

2.4 Вивчення санітарно-токсикологічної ознаки шкідливості

Максимальна кількість шкідливої речовини в стічних водах, яка може бути скинута у водойму без перевищення ГДК біля пункту водокористування, визначається за такою формулою [2, 9-10, 13]:

$$C_p^{шр} = \frac{Y \cdot Q}{q} (C_{ГДК} - C_p^{шр}) + C_{ГДК}, \text{ мг/л} \quad (2.12)$$

де $C_p^{шр}$ – концентрація шкідливої речовини у воді річки, визначена в зоні перед місцем випуску стоків, мг/л;
 $C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація шкідливої речовини, мг/л.

Отримане розрахункове значення величини $C_p^{шр}$ необхідно порівняти з фактичною концентрацією шкідливої речовини в стічних водах $C_{факт}^{шр}$, які мають бути скинуті у водойму. До того ж має виконуватися така умова:

$$C_{факт}^{шр} \leq C_{ст}^{шр}.$$

Інакше кажучи, фактична концентрація шкідливої речовини в стічних водах повинна бути меншою від величини допустимого скиду $C_{ст}^{шр}$, отриманої розрахунковим шляхом.

Якщо фактична концентрація шкідливої речовини в стічній воді менша від значення $C_{ст}^{шр}$, отриманого розрахунковим шляхом, то хімічне очищення стічних вод не потрібне.

Тоді ж, коли фактична концентрація шкідливої речовини в стічних водах вища від величини допустимого скиду $C_{ст}^{шр}$, то хімічне очищення їх перед спуском у водойму обов'язкове, і його проводять до моменту досягнення розрахункової величини.

2.5 Дослідження інших показників складу й властивостей води у водоймі

Методика розрахунку кількості завислих речовин

Максимальна концентрація завислих речовин у стічних водах, при якій умови спуску їх у водойму відповідатимуть санітарним вимогам, визначається за такою формулою [2, 9-10, 13]:

$$C_{ст}^{зр} = C_{доп}^{зр} \left(\frac{Y \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_p^{зр}, \text{ мг/л} \quad (2.13)$$

- де $C_{доп}^{зр}$ – допустиме за нормативами збільшення вмісту завислих речовин у воді водойми після спуску стоків (0,25 або 0,75 мг/л) залежно від виду водокористування, мг/л;
 $C_p^{зр}$ – концентрація завислих речовин у воді водойми до спуску стоків, мг/л.

Якщо внаслідок проведеного розрахунку максимальна концентрація завислих речовин у стічних водах $C_{см}^{зр}$ виявиться нижчою від фактичної, то спуск останніх може бути здійснений тільки після відповідного механічного очищення.

2.6 Завдання

Задача за варіантами

Вихідні умови:

У місті **К** готується до введення в експлуатацію промислове підприємство, у якому передбачено такі параметри виробничих стоків: витрата стічних вод q_1 ; біохімічне споживання кисню $C_{см1}^{БСК}$; зникнення запаху при розбавленні у природній воді 1:10; температура стічних вод $t_{см1}$; вміст фенолу в стічних водах $C_{см1}^ф$; вміст свинцю $C_{см1}^{св}$; вміст завислих речовин $C_{см1}^{зр}$ [2, 13].

Окрім спуску виробничих стічних вод у зв'язку з функціонування міської каналізації має місце скидання побутових стічних вод з такими показниками: витрата q_2 ; вміст завислих речовин $C_{см2}^{зр}$; біохімічне споживання кисню $C_{см2}^{БСК}$.

Згідно з проектом, спуск стічних вод буде здійснюватись у річку Тікич. Склад річкової води: вміст завислих речовин $C_p^{зр}$; кількість розчиненого кисню O_p ; біохімічне споживання кисню $C_p^{БСК}$; вміст свинцю $C_p^{св}$; при чому зафіксовано відсутність фенолу; температура води протягом найбільш теплого літнього місяця t_{max} .

Нижче за течією р. Тікича від місті **К** першим пунктом водокористування є село **В**, жителі якого забезпечені колодязною водою, а річку використовують для культурно-побутових потреб. Місце випуску стічних вод розташоване на відстані $L^В$ від села **В**. Ще нижче за течією на відстані $L^П$ знаходиться селище **П**, для якого річка Тікич є джерелом централізованого водопостачання.

У розрахунках також прийнято такі позначення величин: витрата річкової води для потреб пункту **В** – $Q^В$, пункту **П** – $Q^П$. На ділянці до пункту **В** середня швидкість течії річки V_1 , глибина русла H_1 . Між **В** і **П** знаходиться гирло її притоки Синюхи. На ділянці між пунктом **В** і гирлом Синюхи середня швидкість течії річки V_2 , глибина русла H_2 , відстань від **В**

до гирла притоки L^C . Від гирла притоки до селища **П** середня швидкість течії річки V_3 , глибина русла H_3 ; звивистість русла на ділянці до пункту **В** φ^B , на ділянці до розрахункового пункту **П** $\varphi^П$. Проектом передбачено, що випуск стічних вод відбуватиметься з берега.

Визначити, яким вимогам щодо складу й властивостей мають відповідати стічні води проектного підприємства, аби вода річки Тікич відповідала санітарним нормам біля обох пунктів водокористування.

Хід роботи

1. Визначити ступінь змішування стічних вод з водою в річці в районі першого пункту водокористування, застосувавши формулу (2.3).

2. Виконати перевірку стічних вод на загально санітарну ознаку шкідливості в зоні першого пункту водокористування, застосувавши формулу (2.9).

3. Виконати перевірку стічних вод на органолептичну ознаку шкідливості в районі першого пункту водокористування, застосовують формулу (2.11).

4. Виконання перевірки стічних вод на санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості в районі першого пункту водокористування, застосувавши формулу (2.12).

5. Виконати перевірку стічних вод на вміст завислих речовин біля першого пункту водокористування, застосувавши формулу (2.13).

6. Повторити виконання описаних у пп. 1 – 5 завдань, зробивши обчислення стосовно другого пункту водокористування.

7. Зробити остаточні висновки щодо необхідності очищення стічних вод від забруднень перед випуском у річку.

Вихідні данні приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні данні

Показник	Одиниці вимірювання	Варіанти*										
		приклад	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
q_1	м ³ /с	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,7	0,8
$C_{ст_1}^{зр}$	мг/л	150	150	170	190	210	230	250	130	140	160	170
$C_{ст_1}^{БСК}$	мг/л	75	50	55	65	70	75	80	85	80	70	65
$C_{ст_1}^{\phi}$	мг/л	1,0	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8
$C_{ст_1}^{св}$	мг/л	1,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,6	0,9	1,2	1,1	1,0
t_{cm}	°С	38	51	49	47	45	43	41	35	45	44	46
q_2	м ³ /с	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$C_{ст_2}^{зр}$	мг/л	222	250	230	225	270	280	285	175	220	255	238
$C_{ст_2}^{БСК}$	мг/л	245	205	210	215	220	225	230	235	240	205	260

Показник	Одиниці вимірювання	Варіанти*										
		приклад	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$C_p^{зр}$	мг/л	6,3	5,5	5,4	5,7	5,6	5,8	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5
O_p	мг/л	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
$C_p^{БСК}$	мг/л	2,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2
$C_p^{св}$	мг/л	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
t_{max}	°С	18	12	15	18	18	12	12	15	18	18	12
L^B	км	5,9	2,5	2,8	3,5	3,8	3,9	4,6	4,8	4,9	5,7	3,7
$L^П$	км	29	25	29	38	15	14	28	40	38	30	32
L^C	км	12	11	13	17	6	5	11	17	17	12	14
Q^B	м³/с	28	20	21	22	23	24	30	26	27	32	33
$Q^П$	м³/с	38	30	31	32	33	34	40	36	37	42	43
V_1	м/с	0,55	0,55	0,45	0,55	0,45	0,55	0,60	0,55	0,45	0,45	0,55
H_1	м	1,0	1,3	1,2	1,0	1,3	1,2	1,1	1,3	1,2	1,3	1,2
V_2	м/с	0,45	0,45	0,35	0,45	0,35	0,45	0,35	0,45	0,35	0,35	0,45
H_2	м	1,6	1,4	1,5	1,6	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5
V_3	м/с	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
H_3	м	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	1,8	1,8	2,0	2,2	2,3
φ^B		1,0	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1
$\varphi^П$		1,1	1,0	1,1	1,0	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	1,2	1,0

Продовження табл. 2.2

Показник	Одиниці вимірювання	Варіанти*										
		приклад	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
q_1	м³/с	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,7	0,8
$C_{ст1}^{зр}$	мг/л	150	160	180	180	200	250	230	120	160	150	180
$C_{ст1}^{БСК}$	мг/л	75	60	70	85	90	95	90	75	70	65	55
$C_{ст1}^{\phi}$	мг/л	1,0	1,4	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	1,4	1,3	1,2	1,0
$C_{ст1}^{св}$	мг/л	1,3	0,3	0,1	0,6	0,9	1,2	1,1	1,0	0,3	0,1	0,6
$t_{ст}$	°С	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
q_2	м³/с	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$C_{ст2}^{зр}$	мг/л	222	225	230	235	240	245	250	230	235	240	245
$C_{ст2}^{БСК}$	мг/л	245	250	240	240	235	255	260	265	240	235	255
$C_p^{зр}$	мг/л	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3
O_p	мг/л	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
$C_p^{БСК}$	мг/л	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5
$C_p^{св}$	мг/л	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Показник	Одиниці вимірювання	Варіанти*										
		приклад	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t_{max}	°С	18	17	16	19	18	17	16	19	18	17	16
L^B	км	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
$L^П$	км	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
L^C	км	12	11	13	14	10	15	16	17	18	19	18
Q^B	м³/с	28	24	30	26	27	32	33	24	30	26	27
$Q^П$	м³/с	38	39	40	41	42	43	44	45	44	40	42
V_1	м/с	0,55	0,55	0,45	0,55	0,45	0,55	0,60	0,55	0,45	0,45	0,55
H_1	м	1,0	1,2	1,1	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2
V_2	м/с	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40
H_2	м	1,6	1,4	1,5	1,6	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5
V_3	м/с	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
H_3	м	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	1,8	1,8	2,0	2,2	2,3
ϕ^B		1,0	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1
$\phi^П$		1,1	1,0	1,1	1,0	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	1,2	1,0

2.7 Приклад рішення завдання

Вихідні умови (див. дані варіанту-прикладу в табл. 2.2) [2, 13]:

У місті **К** готується до введення в експлуатацію промислове підприємство, у якому передбачено такі параметри виробничих стоків: витрата стічних вод $q_1 = 0,6$; біохімічне споживання кисню $C_{cm_1}^{BCK} = 75$ мг/л; зникнення запаху при розбавленні у природній воді 1:10; температура стічних вод $t_{cm_1} = 38$ °С; вміст фенолу в стічних водах $C_{cm_1}^{\phi} = 1,0$ мг/л; вміст свинцю $C_{cm_1}^{ce} = 1,3$ мг/л; вміст завислих речовин $C_{cm_1}^{3p} = 150$ мг/л.

Окрім спуску виробничих стічних вод у зв'язку з функціонування міської каналізації має місце скидання побутових стічних вод з такими показниками: витрата $q_2 = 0,1$ м³/с; вміст завислих речовин $C_{cm_2}^{3p} = 222$ мг/л; біохімічне споживання кисню $C_{cm_2}^{BCK} = 245$ мг/л.

Згідно з проектом, спуск стічних вод буде здійснюватись у річку Тікич. Склад річкової води: вміст завислих речовин $C_p^{3p} = 6,3$ мг/л; кількість розчиненого кисню $O_p = 7,2$ мг/л; біохімічне споживання кисню $C_p^{BCK} = 2,0$ мг/л; вміст свинцю $C_p^{ce} = 0,01$ мг/л; при чому зафіксовано відсутність фенолу; температура води протягом найбільш теплого літнього місяця $t_{max} = 18$ °С.

Нижче за течією Тікича від міста **К** першим пунктом водокористування є село **В**, жителі якого забезпечені колодязною водою, а річку використовують для культурно-побутових потреб. Місце випуску

стічних вод розташоване на відстані $L^B = 5,9$ км від села **В**. Ще нижче за течією на відстані $L^П = 29$ км знаходиться селище **П**, для якого річка Тікич є джерелом централізованого водопостачання.

У розрахунках також прийнято такі позначення величин: витрата річкової води для потреб пункту **В** – $Q^B = 28$ м³/с, пункту **П** – $Q^П = 38$ м³/с. На ділянці до пункту **В** середня швидкість течії річки $V_1 = 0,55$ м/с, глибина русла $H_1 = 1,0$ м. Між **В** і **П** знаходиться гирло її притоки Синюхи. На ділянці між пунктом **В** і гирлом Синюхи середня швидкість течії річки $V_2 = 0,45$ м/с, глибина русла $H_2 = 1,6$ м, відстань від **В** до гирла притоки $L^C = 12$ км. Від гирла притоки до селища **П** середня швидкість течії річки $V_3 = 0,25$ м/с, глибина русла $H_3 = 2,1$ м; звивистість русла на ділянці до пункту **В** $\varphi^B = 1,2$, на ділянці до розрахункового пункту **П** $\varphi^П = 1,1$. Проектом передбачено, що випуск стічних вод відбуватиметься з берега.

Розрахунок параметрів стічних вод у зоні першого пункту водокористування – села **В**.

1. Визначимо **ступінь змішування** n стічних вод з водою річки [2, 13].

Для цього обчислюємо коефіцієнт турбулентної дифузії за формулою (2.7), а саме:

$$D = \frac{V_{\text{сеп}} \cdot H_{\text{сеп}}}{200} = \frac{V_1 \cdot H_1}{200} = \frac{0,55 \text{ м/с} \cdot 1,0 \text{ м}}{200} = 0,00275$$

Коефіцієнт α розраховуємо за формулою (2.5), тобто:

$$\alpha_1 = \xi_1 \cdot \varphi_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{D_1}{q_1 + q_2}} = 1 \cdot 1,0 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,00275}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}}} = 0,063$$

Під коренем у знаменнику подано сумарну величину витрат виробничих і побутових стічних вод, оскільки в річку надходять стічні води і від промислового підприємства, і від житлових будинків.

Для визначення коефіцієнта β знаходимо показник числа e таким чином:

$$- \alpha \sqrt[3]{L} = - \alpha \sqrt[3]{L^B - 1000} = 0,063 \cdot \sqrt[3]{5900 \text{ м} - 1000 \text{ м}} = 1,07$$

Під коренем подано значення відстані до першого пункту водокористування, зменшене на 1 км відповідно до відповідно до санітарних норм.

Звіди за формулою (2.4)

$$\beta_1 = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = e^{-1,07} = 0,34.$$

Розраховуємо коефіцієнт змішування стічних вод з водою водойми біля першого пункту водокористування за формулою (2.3), а саме:

$$Y_1 = \frac{1 - \beta_1}{1 + \frac{Q^B}{q_1 + q_2} \cdot \beta_1} = \frac{1 - 0,34}{1 + \frac{28 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 0,34}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}}} = 0,045.$$

Отже стічні води розбавляються водою річки Тікич біля пункту **В** на 4%.

Кратність розведення стоків водою річки біля пункту водокористування **В** визначається за формулами (2.2), тобто

$$n_1 = \frac{0,045 \cdot 28 \text{ м}^3/\text{с} + 0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}} = 2,8 \approx 3 \text{ рази}$$

Отже, біля пункту **В** відбудеться 3-кратне розведення стоків водою річки.

2. Виконуємо перевірку стічних вод на **загальносанітарну ознаку шкідливості**, здійснивши описані нижче розрахунки [2, 13].

Обчислюємо фактичне значення БСК суміші стічних вод (побутових і виробничих) таким чином:

$$C_{ст \text{ факт}}^{БСК} = \frac{q_1 \cdot C_{ст1}^{БСК} + q_2 \cdot C_{ст2}^{БСК}}{q_1 + q_2} =$$

$$= \frac{0,6 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 75 \text{ мг/л} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 245 \text{ мг/л}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}} = 99,28 \text{ мг/л}$$

За формулою (2.9) знаходимо розрахункове значення БСК суміші стічних вод в районі першого пункту водокористування, а саме:

$$C_{ст}^{БСК} = \frac{Y_1 \cdot Q^B}{(q_1 + q_2) \cdot 10^{-k_1 t_1}} (C_{гр.доп.}^{БСК} - C_p^{БСК} \cdot 10^{-k_1 t_1}) + \frac{C_{гр.доп.}^{БСК}}{10^{-k_1 t_1}}$$

За даними табл. 2.1. знаходимо значення показника k_1 , який при температурі води і водоймі 18 °С дорівнює 0,09.

Час переміщення стічних вод до першого пункту водокористування визначаємо за формулою (2.10), тобто

$$t_1 = \frac{L^B - 1000}{V_1} = \frac{5900 \text{ м} - 1000 \text{ м}}{0,55 \text{ м/с}} = 8909 \text{ с} \approx 2,475 \text{ год.} \approx 0,103 \text{ доби}$$

Звідси

$$10^{-k_1 t_1} = 10^{-0,09 \cdot 0,103} = 0,979$$

Гранично допустиме значення $C_{гр.доп}^{БСК}$ у нашому випадку дорівнює 6 мг/л, оскільки за умови нашого завдання **В** відноситься до пунктів водокористування другої категорії.

Користуючись цією величиною, обчислюємо значення БСК стоків, скидання яких не порушують санітарних норм, а саме:

$$C_{ст}^{БСК} = \frac{Y_1 \cdot Q^B}{(q_1 + q_2) \cdot 10^{-k_1 t_1}} (C_{гр.доп}^{БСК} - C_p^{БСК} \cdot 10^{-k_1 t_1}) + \frac{C_{гр.доп}^{БСК}}{10^{-k_1 t_1}} =$$
$$= \frac{0,045 \cdot 28 \text{ м}^3/\text{с}}{(0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}) \cdot 0,979} (6 - 2 \text{ мг/л} \cdot 0,979) + \frac{6}{0,979} = 13,57 \text{ мг/л}$$

Відповідно до санітарних норм повинна виконуватися така умова:

$$C_{факт}^{БСК} \geq C_{ст}^{БСК}$$

Таким чином, розрахунковим шляхом встановлено, що значення БСК стічних вод, які скидаються в річку, не повинне перевищувати 14 мг/л, у той час як планується, що стічні води матимуть фактичну концентрацію органічних речовин у показниках БСК, що дорівнює 99 мг/л. Отже, стоки потребують ретельного очищення від органічних речовин аж до моменту досягнення розрахункової величини БСК.

3. Виконуємо перевірку стічних вод на **органолептичну ознаку шкідливості**, здійснивши описані нижче спостереження і розрахунки [2, 13].

Запах стічних вод, відповідно до умови завдання, зникає при розведенні 1:10, а в зоні першого розрахункового пункту водокористування можна очікувати, відповідно до проведеного нами розрахунку, 3-кратного розведення стоків річковою водою. Отже, необхідності в додатковому очищенні стічної води від запаху немає.

За формулою (2.11) визначаємо максимальну температуру стічних вод, з якою вони можуть бути скинуті в річку без порушення санітарних норм, тобто температура природної води після скиду має підвищитися не більше, ніж на 3°C, отже

$$t_{см} = t_{доп} \left(\frac{Y_1 \cdot Q^B}{q_1} + 1 \right) + t_{max} = 3 \cdot \left(\frac{0,045 \cdot 28 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с}} + 1 \right) + 18 \text{ °C} = 27 \text{ °C}$$

У знаменнику подано тільки значення витрат промислових стічних

вод, оскільки температура комунальних стічних вод не підвищена.

Як бачимо, виконання умови $t_{факт} \leq t_{см}$, не спостерігається оскільки фактична температура стічних вод (за умовою завдання) дорівнює 38 °С, а максимально можлива, за якою стічні води можуть бути скинуті в річку без порушення санітарних норм, становить 27 °С.

Таким чином для скиду більш нагрітих стічних вод необхідно передбачити спеціальні заходи для охолодження стоків, до потрібної температури.

4. Виконуємо перевірку стічних вод на **санітарно-токсикологічну** ознаку шкідливості за описаним нижче алгоритмом [2, 13].

Максимальний вміст фенолу в стічних водах визначаємо за формулою (2.12), з урахуванням того, що гранично допустима концентрація фенолу в природній воді незалежно від виду водокористування становить 0,001 мг/л, тоді

$$C_{см}^{\phi} = \frac{Y_1 \cdot Q^B}{q_1} (C_{ГДК} - C_p^{\phi}) + C_{ГДК} =$$
$$= \frac{0,045 \cdot 28 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с}} (0,001 \text{ мг/л} - 0 \text{ мг/л}) + 0,001 \text{ мг/л} = 0,0031 \text{ мг/л}$$

У знаменнику подано тільки значення витрат промислових стічних вод, оскільки виходячи з умови задачі, у комунальних стічних водах фенолу немає. У річковій воді фенол також не виявлений, тому $C_p^{\phi} = 0 \text{ мг/л}$.

Таким чином, встановлено потребу в ретельному очищенні стічних вод від фенолу, тому що не виконується необхідна умова, адже фактично його вміст у стоках становить 1,0 мг/л, що в 323 рази перевищує розрахункове значення.

Вміст свинцю в стічних водах також визначаємо за формулою (2.12), з огляду на те, що гранично допустима його концентрація в річковій воді незалежно від виду користування становить 0,03 мг/л, тоді

$$C_{см}^{св} = \frac{Y_1 \cdot Q^B}{q_1} (C_{ГДК} - C_p^{св}) + C_{ГДК} =$$
$$= \frac{0,045 \cdot 28 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с}} (0,03 \text{ мг/л} - 0,01 \text{ мг/л}) + 0,03 \text{ мг/л} = 0,072 \text{ мг/л}$$

Результат розрахунку більше фактичної концентрації свинцю в стічних водах ($C_{см_1}^{св} = 1,3 \text{ мг/л}$), отже, потрібна необхідність вживати спеціальні заходи для очищення стічних вод від цього металу.

5. Виконуємо перевірку стічних вод на **вміст завислих речовин**, здійснивши наведені нижче розрахунки.

Визначаємо фактичний вміст завислих речовин у суміш промислових і комунальних стічних вод таким чином:

$$C_{ст\ факт}^{зр} = \frac{q_1 \cdot C_{ст1}^{зр} + q_2 \cdot C_{ст2}^{зр}}{q_1 + q_2} =$$
$$= \frac{0,6 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 150 \text{ мг/л} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 222 \text{ мг/л}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}} = 160 \text{ мг/л}$$

За формулою (2.13) обчислюємо максимальну концентрацію завислих речовин у стічних водах, за якої вони будуть відповідати санітарним нормам, а саме:

$$C_{ст}^{зр} = C_{доп}^{зр} \left(\frac{Y_1 \cdot Q^B}{(q_1 + q_2)} + 1 \right) + C_{р.}^{зр} =$$
$$= 0,75 \left(\frac{0,045 \cdot 28 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}} + 1 \right) + 6,3 \text{ мг/л} = 8,4 \text{ мг/л.}$$

У даному випадку $C_{доп}^{зр} = 0,75 \text{ мг/л}$, оскільки було визначено, що **В** відноситься до другої категорії водокористування.

У зв'язку з тим, що фактична концентрація завислих речовин у суміші стічних вод значно перевищує розрахункову, тобто не виконується умова:

$$C_{факт}^{зр} \leq C_{ст}^{зр},$$

виникає потреба в їхньому механічному очищенні аж до моменту досягнення розрахункової концентрації.

Розрахунок параметрів стічних вод у районні другого пункту водокористування – селища П.

1. Визначаємо **ступінь змішування** n стічних вод з водою річки, виконавши описані нижче розрахунки [2, 13].

Оскільки другий пункт водокористування – селище **П**, розташований на значній відстані від місця випуску стічних вод, то на відрізку річки, що складається з трьох ділянок, спостерігаються різні показники швидкості течії та глибини, а це у свою чергу створює різні гідравлічні умови змішування. З огляду на такі умови коефіцієнт турбулентної дифузії визначаємо за формулою (2.8), що має вигляд:

$$D = \frac{L_1 V_1 \cdot H_1}{L \cdot 200} + \frac{L_2 V_2 \cdot H_2}{L \cdot 200} + \dots + \frac{L_n V_n \cdot H_n}{L \cdot 200}.$$

У даному випадку загальна відстань до пункту водокористування $L = 29000 \text{ м} - 1000 \text{ м} = 28000 \text{ м}$.

Довжина першої ділянки L_1 відповідає відстані від м. **К** до с. **В**, і згідно умовою завдання 5900 м . Довжина другої ділянки L_2 відповідає відстані від с. **В** до устя притоки р. Синюха, тобто $L^C = 12000 \text{ м}$. Довжина третьої ділянки відповідає відстані від устя р. Синюха до селища **П**, зменшений на 1 км відповідно до санітарних норм, отже:

$$L_3 = L^П - L^В - L^C - 1000 = 29000 \text{ м} - 5900 \text{ м} - 12000 \text{ м} - 1000 = 10100 \text{ м}.$$

Значення швидкості течії на глибині русла на кожній ділянці подано в умовах до даного завдання, звідси

$$D_2 = \frac{5900 \text{ м}}{28000 \text{ м}} \cdot \frac{0,55 \text{ м/с} \cdot 1,0 \text{ м}}{200} + \frac{12000 \text{ м}}{28000 \text{ м}} \cdot \frac{0,45 \text{ м/с} \cdot 1,6 \text{ м}}{200} + \frac{10100 \text{ м}}{28000 \text{ м}} \cdot \frac{0,25 \text{ м/с} \cdot 2,1 \text{ м}}{200} = 0,003.$$

Коефіцієнт визначаємо за формулою (2.5), тобто

$$\alpha_2 = \xi \cdot \Phi \cdot \sqrt[3]{\frac{D_2}{q_1 + q_2}} = 1 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,003}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}}} = 0,072.$$

Для визначення коефіцієнта β знаходимо показник числа e , а саме:

$$- \alpha \sqrt[3]{L} = - \alpha_2 \sqrt[3]{L^П - 1000} = - 0,072 \cdot \sqrt[3]{29000 \text{ м} - 1000 \text{ м}} = - 2,19$$

звідси за формулою (2.4)

$$\beta_2 = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = e^{-2,19} = 0,11.$$

Знаходимо коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою в районі другого пункту водокористування за формулою (2.3)

$$Y_2 = \frac{1 - \beta_1}{1 + \frac{Q^П}{q_1 + q_2} \cdot \beta_2} = \frac{1 - 0,11}{1 + \frac{38 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 0,11}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}}} = 0,128$$

Отже стічні води розбавляються водою річки біля пункту **П** на 13% . Кратність розведення стічних вод природною водою в зоні пункту

водокористування П визначаємо за формулами (2.2), а саме:

$$n_2 = \frac{0,128 \cdot 38 \text{ м}^3/\text{с} + 0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}} = 7,95 \approx 8 \text{ рази}$$

Отже, біля пункту П відбудеться 8-кратне розведення стічних вод річковою водою.

2. Виконуємо перевірку стічних вод на **загальну ознаку шкідливості**, користуючись наведеним нижче алгоритмом [2, 13].

За формулою (2.9) знаходимо розрахункове значення БСК суміші стічних вод у зоні другого пункту водокористування, тобто

$$C_{ст}^{БСК} = \frac{Y_2 \cdot Q^П}{(q_1 + q_2) \cdot 10^{-k_1 t_2}} (C_{гр.доп.}^{БСК} - C_p^{БСК} \cdot 10^{-k_1 t_2}) + \frac{C_{гр.доп.}^{БСК}}{10^{-k_1 t_1}}$$

У даному випадку показник k_1 також дорівнює 0,09, бо температура річкової води водойми становить 18 °С.

Час переміщення стічних вод до другого пункту водокористування визначаємо за формулою (2.10) таким чином:

$$t_2 = \frac{L^П - 1000}{V_{сер}} = \frac{29000 \text{ м} - 1000 \text{ м}}{(0,55 \text{ м/с} + 0,45 \text{ м/с} + 0,25 \text{ м/с}) : 3} =$$

$$= 66667 \text{ с} \approx 18,52 \text{ год.} \approx 0,772 \text{ доби}$$

У знаменнику подано середню швидкість течії води у водоймі, що відповідає середньому арифметичному значенню швидкості течії на кожні з трьох ділянок русла.

Таким чином,

$$10^{-k_1 t_2} = 10^{-0,09 \cdot 0,772} = 0,852$$

Гранично допустиме значення $C_{гр.доп.}^{БСК}$ у нашому випадку дорівнює 3 мг/л, оскільки за умови нашого завдання П відноситься до пунктів водокористування першої категорії.

З огляду на це:

$$C_{ст}^{БСК} = \frac{Y_2 \cdot Q^П}{(q_1 + q_2) \cdot 10^{-k_1 t_2}} (C_{гр.доп.}^{БСК} - C_p^{БСК} \cdot 10^{-k_1 t_2}) + \frac{C_{гр.доп.}^{БСК}}{10^{-k_1 t_1}} =$$

$$= \frac{0,128 \cdot 38 \text{ м}^3/\text{с}}{(0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}) \cdot 0,852} (3 - 2 \text{ мг/л} \cdot 0,852) + \frac{3}{0,852} = 14,09 \text{ мг/л}$$

Розрахунковим шляхом встановлено, що значення БСК стічних вод, які скидаються в річку в районі другого пункту водокористування, не повинне перевищувати 14 мг/л, у той час як згідно з проектом підприємства фактична концентрація органічних речовин у показниках БСК становить 99 мг/л. Отже, стоки потребують ретельного очищення від органічних речовин аж до моменту досягнення розрахункової величини БСК.

3. Виконуємо перевірку стічних вод на **органолептичну ознаку шкідливості**, здійснивши описані нижче спостереження і розрахунки [2, 13].

Запах стічних вод, відповідно до умови завдання, зникає при розведенні 1:10, а в зоні другого розрахункового пункту водокористування можна очікувати, відповідно до проведеного нами розрахунку, 8-кратного розведення стоків річковою водою. Отже, необхідності в додатковому очищенні стічної води від запаху немає.

За формулою (2.11) визначаємо максимальну температуру стічних вод, з якою вони можуть бути скинуті в річку без порушення санітарних норм, тобто температура природної води після скиду має підвищитися не більше, ніж на 3°C, отже

$$t_{cm} = t_{доп} \left(\frac{Y_2 \cdot Q^П}{q_1} + 1 \right) + t_{max} = 3 \cdot \left(\frac{0,128 \cdot 38 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с}} + 1 \right) + 18 \text{ °C} = 45 \text{ °C}$$

У знаменнику подано тільки значення витрат промислових стічних вод, оскільки температура комунальних стічних вод не підвищена.

Як бачимо, спостерігається виконання умови $t_{факт} \leq t_{cm}$, оскільки фактична температура стічних вод (за умовою завдання) дорівнює 38 °C, а максимально можлива, за якою стічні води можуть бути скинуті в річку без порушення санітарних норм, становить 45°C.

Таким чином, у водойму можуть бути скинуті більш нагріті стічні води, ніж це передбачено проектом, тому спеціальних заходів для охолодження стоків вживати не потрібно.

4. Виконуємо перевірку стічних вод на **санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості** за описаним нижче алгоритмом [2, 13].

Визначаємо максимальний вміст у стічних водах фенолу, а саме:

$$C_{cm}^{\phi} = \frac{Y_2 \cdot Q^B}{q_1} (C_{ГДК} - C_p^{\phi}) + C_{ГДК} =$$

$$= \frac{0,128 \cdot 38 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с}} (0,001 \text{ мг/л} - 0 \text{ мг/л}) + 0,001 \text{ мг/л} = 0,0091 \text{ мг/л}$$

У даному випадку теж виникає необхідність очищення стоків від фенолу, оскільки не виконується така умова: $C_{факт}^φ \leq C_{ст}^φ$, тобто фактичний вміст фенолу перевищує розрахункове значення.

Визначаємо максимальний вміст у січних водах свинцю таким чином:

$$C_{ст}^{св} = \frac{Y_2 \cdot Q^П}{q_1} (C_{ГДК} - C_p^{св}) + C_{ГДК} =$$

$$= \frac{0,128 \cdot 38 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с}} (0,03 \text{ мг/л} - 0,01 \text{ мг/л}) + 0,03 \text{ мг/л} = 0,192 \text{ мг/л}$$

Результат розрахунку більше фактичної концентрації свинцю в стічних водах ($C_{ст_1}^{св} = 1,3 \text{ мг/л}$), отже, існує необхідність вживати спеціальні заходи для очищення січних вод від цього металу.

5. Виконуємо перевірку стічних вод на **вміст завислих речовин** [2, 13].

З цією метою визначимо максимальну концентрацію завислих речовин у стічних водах, за якою вони будуть відповідати санітарним вимогам, тобто

$$C_{ст}^{зр} = C_{доп}^{зр} \left(\frac{Y_2 \cdot Q^П}{(q_1 + q_2)} + 1 \right) + C_p^{зр} =$$

$$= 0,25 \left(\frac{0,128 \cdot 38 \text{ м}^3/\text{с}}{0,6 \text{ м}^3/\text{с} + 0,1 \text{ м}^3/\text{с}} + 1 \right) + 6,3 \text{ мг/л} = 8,29 \text{ мг/л.}$$

У даному випадку $C_{доп}^{зр} = 0,25 \text{ мг/л}$, оскільки П відноситься до другої категорії водокористування.

З огляду на те, що фактична концентрація завислих речовин у суміші стічних вод значно перевищує розрахункову, тобто не виконується умова:

$$C_{факт}^{зр} \leq C_{ст}^{зр}$$

то існує потреба в їхньому механічному очищенні.

6. Результати проведених розрахунків, що характеризують обидва пункти водокористування, зводимо в підсумкову табл. 2.3, після чого приймаємо остаточне рішення про те, чи необхідно очищувати стічні води від забруднень [2, 13].

Таблиця 2.3 – Результати проведених розрахунків умов спуску стічних вод [2, 13]

Показники забруднень	Значення			Запровадження необхідних змін у склад стічних вод
	фактичне	1-й пункт	2-й пункт	
1	2	3	4	5
1. Загальносанітарна ознака шкідливості за показником БСК, мг О ₂ /л	99	14	14	Потрібне ретельне очищення від органічних речовин аж до моменту досягнення розрахункової величини БСК до 14 мг/л.
2. Органолептична ознака шкідливості:				
а) запах зникає при розведенні	1:10	1:3	1:8	Необхідності в додатковому очищенні стічної води від запаху немає.
б) температура, °С	38	27	45	У першому пункті необхідно передбачити спеціальні заходи для охолодження стоків, до потрібної температури, у другому пункті спеціальних заходів для охолодження стоків вживати не потрібно.
3. Санітарно-токсикологічна ознака шкідливості на вміст:				
а) фенолу, мг/л	1,0	0,003	0,0091	Таким чином, встановлено потребу в ретельному очищенні стічних вод до 0,003 мг/л.
б) свинцю, мг/л	1,3	0,072	0,192	Необхідно вживати спеціальні заходи для очищення стічних вод від цього металу.
4. Вміст завислих речовин, мг/л	160	8,4	8,29	Існує потреба в механічному очищенні від завислих речовин до 8,4 мг/л.

Висновок

Біля першого пункту – село В відбудеться 3-кратне розведення стоків водою річки. Стоки потребують ретельного очищення від органічних речовин аж до моменту досягнення розрахункової величини БСК. Необхідності в додатковому очищенні стічної води від запаху немає.

Для скиду більш нагрітих стічних вод необхідно передбачити спеціальні заходи для охолодження стоків, до температури 27 °С.

Встановлено потребу в ретельному очищенні стічних вод від фенолу, тому що не виконується необхідна умова, адже фактично його вміст у стоках становить 1,0 мг/л, що в 323 рази перевищує розрахункове значення. Необхідно також вживати спеціальні заходи для очищення

січних вод і від свинцю.

У зв'язку з тим, що фактична концентрація завислих речовин у суміші стічних вод значно перевищує розрахункову, виникає потреба в їхньому механічному очищенні до моменту досягнення розрахункової концентрації 8,4 мг/л.

Біля другого пункту – **селище П** відбудеться 8-кратне розведення стічних вод річковою водою.

Стоки потребують ретельного очищення від органічних речовин до моменту досягнення розрахункової величини БСК – 14 мг/л. Необхідності в додатковому очищенні стічної води від запаху немає.

У водойму можуть бути скинуті більш нагріті стічні води, ніж це передбачено проектом, тому спеціальних заходів для охолодження стоків вживати не потрібно. Існує необхідність вживати спеціальні заходи для очищення січних вод від фенолу та свинцю.

Фактична концентрація завислих речовин у суміші стічних вод значно перевищує розрахункову, виникає потреба в їхньому механічному очищенні.

Питання для самоперевірки

1. Як можна визначити поняття якості води?
2. Які існують категорії водокористування?
3. Розкрийте поняття гранично-допустимої концентрації речовин у природних середовищах.
4. Сформулюйте основний принцип нормування якості води у поверхневих проточних і непроточних водоймах.
5. Розкрийте поняття лімітувальної ознаки шкідливості.
6. Розкрийте поняття гранично-допустимого скиду в природні водойми.
7. Визначте та поясніть поняття біохімічного споживання кисню.
8. Назвіть нормативну величину БСК для об'єктів першої та другої категорій водокористування.
9. Назвіть нормативну величину інтенсивності запаху, смаку й присмаку води у поверхневій водоймі.
10. Яке підвищення температури води допускається у водоймі внаслідок спуску стічних вод?
11. Назвіть допустиму величину підвищення вмісту завислих речовин у водоймі внаслідок спуску стічних вод.
12. Яка нормативна величина рН води у водоймі?
13. Назвіть нормативну величину мінералізації води у поверхневих водоймах.
14. Яким чином розраховується коефіцієнт γ для характеристики змішування й розведення стоків?

15. Яким чином розраховується допустиме значення БСК стічних вод $C_{cm}^{БСК}$?
16. Яким чином розраховується допустима температура стічних вод t_{cm} ?
17. Яка методика розрахунку допустимого вмісту шкідливих речовин у стічних водах $C_{cm}^{шр}$?
18. Яким чином розраховується допустимий вміст завислих речовин у стічних водах $C_{cm}^{зр}$?

Перелік рекомендованих джерел

1. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal L 327, 22/12/2000. P. 0001 – 0073. Document 32000L0060. Current consolidated version: 20/11/2014. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj> (дата звернення: 14.08.2024).
2. Борисовська О. О., Лисицька С. М., Деменко О. В. Екологічна безпека : метод. рекомендації до виконання розрахункової практичної роботи. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2012. 35 с. URL: <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/492/M8322.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 14.08.2024).
3. Водний кодекс України : Кодекс України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. Дата оновлення: 19.04.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 14.08.2024).
4. Директива Європейського Парламенту і Ради 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок заходів Співтовариства в галузі водної політики : документ слугує суто засобом документування від 11.03.2008 р. № 994_962. Дата оновлення: 20.11.2014. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text (дата звернення: 14.08.2024).
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 р. № 400. Дата оновлення: 22.03.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> (дата звернення: 14.08.2024).
6. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування і забудови населених пунктів : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 р. № 173. Дата оновлення: 07.03.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 14.08.2024).
7. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт, 2009. 42 с.

URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=53159
(дата звернення: 14.08.2024).

8. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 30 с. (Інформація та документація). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=61154

(дата звернення: 14.08.2024).

9. Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами : наказ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України від 05.03.2021 р. № 173. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173926-21#Text> (дата звернення: 14.08.2024).

10. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами : Постанова Кабінету Міністрів України від 25.03.1999 р. № 465. Дата оновлення: 30.10.2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text> (дата звернення: 14.08.2024).

11. Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 р. № 721. Дата оновлення: 22.02.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (дата звернення: 14.08.2024).

12. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 10.01.2002 р. № 2918-III. Дата оновлення: 01.10.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text> (дата звернення: 14.08.2024).

13. Розрахунок умов скидання забруднюючих речовин при водовідведенні до водотоків : методичні вказівки до практичних занять / укладач С. О. Кисельова. Харків : УкрДУЗТ, 2021. 35 с. URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/8314> (дата звернення: 14.08.2024).

Індивідуальне завдання № 2.2

В ігровій формі вчиться мінімізувати наслідки від природних катастроф

Управління ООН зі зменшення ризику стихійних лих [1] пропонує в ігровій формі перевірити свої знання та посилити готовність до природних надзвичайних ситуацій. На офіційному сайті Управління ООН зі зменшення ризику стихійних лих [1] зазначає, що онлайн-гра навчає, як будувати населені пункти безпечніше. Під час гри користувачі дізнаються, наприкладі, про особливості розташування та вибору будівельних матеріалів будинків та споруд, які впливають на розвиток стихійних катастроф та ефективність обрання системи раннього попередження, розробку планів евакуації з міста та особливості навчання щодо правил поведінки у екстрених ситуація, які можуть врятувати життя.

Досвід, який винесений у результаті розслідування масштабних катастроф дозволяє зробити висновки про необхідність подальшого постійного зменшення їх ризику виникнення та розвитку. Сендайська [програма зі зменшення ризику стихійних лих на 2015-2030 рр.](#) (SFDRR) заохочує покращити те, як країни керують інформацією про стихійні лиха до, під час і після них, а також підкреслює важливість повідомлення про ризику [1-2].

Сендайська рамкова програма щодо зменшення ризику стихійних лих на 2015-2030 рр. (Сендайська рамкова програма) була першою великою угодою в порядку денному щодо сталого розвитку після 2015 року, яка надає державам-членам конкретні дії для захисту досягнень сталого розвитку від ризику стихійного лиха [2].

Схвалена Генеральною Асамблеєю ООН після Третьої Всесвітньої конференції ООН зі зменшення ризику стихійних лих (WCDRR) у 2015 році, Сендайська рамкова програма виступає за суттєве зниження ризику стихійних лих і втрат для життя, засобів до існування та здоров'я, а також економічних, фізичних, соціальних, культурних і екологічних активів людей, підприємств, громад і країн. Визнається, що держава має головну роль у зниженні ризику лиха, але цю відповідальність слід розділити з іншими зацікавленими сторонами, включаючи місцеву владу, приватний сектор та інші зацікавлені сторони.

Задля ефективної реалізації рамкової програми, необхідні цілеспрямовані дії усередині країн та між секторами на місцевому, національному, регіональному та глобальному рівнях з урахуванням чотирьох пріоритетних сфер [2]:

- Пріоритет 1. Розуміння ризику лиха. Управління ризиком лиха має базуватися на розумінні цього ризику в усіх його вимірах уразливості, потужності, впливу людей і активів, характеристик небезпеки та навколишнього середовища. Такі знання можуть бути використані для оцінки ризиків, запобігання, пом'якшення, готовності та реагування;

- Пріоритет 2. Посилення управління ризиками лих. Управління ризиками стихійних лих на національному, регіональному та глобальному рівнях є дуже важливим для запобігання, пом'якшення наслідків, готовності, реагування, відновлення та реабілітації. Це сприяє співпраці та партнерству;

- Пріоритет 3. Інвестиції в зниження ризику лих для досягнення стійкості. Державні та приватні інвестиції в запобігання та зменшення ризиків лих за допомогою структурних і неструктурних заходів мають важливе значення для підвищення економічної, соціальної, медичної та культурної стійкості людей, спільнот, країн та їхніх активів, а також навколишнього середовища;

- Пріоритет 4. Підвищення готовності до стихійних лих для ефективного реагування та «відновлення кращого» під час відновлення, реабілітації та реконструкції. Зростання ризику стихійних лих означає, що існує потреба посилити готовність до реагування на стихійні лиха, вжити заходів напередодні подій і забезпечити наявність потенціалу для ефективного реагування та відновлення на всіх рівнях. Етап відновлення, реабілітації та реконструкції є важливою можливістю для кращого відновлення, в тому числі шляхом інтеграції зменшення ризику лиха в заходи розвитку.

Рамкова програма Сендай особливо підкреслює необхідність політики та практики управління ризиками стихійних лих, які повинні базуватися на розумінні ризиків стихійних лих [2]. Щоб досягти цього, SFDRR пропонує:

1) включення знань про ризик катастроф у формальну та неформальну освіту, у освіту громадськості на всіх рівнях, а також у професійну освіту та навчання.

2) підвищення рівня знань державних службовців на всіх рівнях, громадянського суспільства, громад і волонтерів, а також приватного сектору шляхом навчання як зменшити ризики природних лих та катастроф.

UNDRR [1] зазначає, що Сталого розвитку та Порядку денного на період до 2030 року неможливо досягти, якщо не працювати над підвищення стійкості, тобто щоб природні катастрофи не загрожували добробуту людей і майбутньому планети.

Додатково можна ознайомитись з інформацією про ел. ресурсом можна за посиланням [1].

Навчальні симулятори представлені в ігровій формі та доступні у вільному доступі за ел. посиланням: <https://www.stopdisastersgame.org/game/> [3].

Для ознайомлення з методами локалізації стихійних ризиків пропонується пройти успішно одну з наступних онлайн-ігор, запропонованих Управлінням ООН зі зменшення ризику стихійних лих, а саме: 1) симуляція настання повені; 2) симуляція настання урагану; 3) симуляція настання лісової пожежі; 4) симуляція настання цунамі; 5) симуляція виникнення землетрусу.

Зверніть увагу, що ці навчальні онлайн-ігри рекомендовані Управлінням ООН зі зменшення ризику стихійних лих. До початку симуляції необхідно обрати англійську мову інтерфейсу, а, у разі потреби, ввімкнути онлайн Google перекладач для цієї сторінки браузера та ін. Тобто під час гри слід використовувати інтерфейс на англійській мові.

Як успішне проходження (рис. 2.1) навчальної онлайн-гри вважається, коли отримані мінімальні наслідки від проявів природної загрози (повіні, урагану, лісової пожежі, цунамі чи землетрусу) внаслідок прийнятих здобувачем раціональних запобіжних заходів. Про це буде свідчити відповідне резюме (з переліком індикаторів) по закінченню симуляції (рис. 2.2).

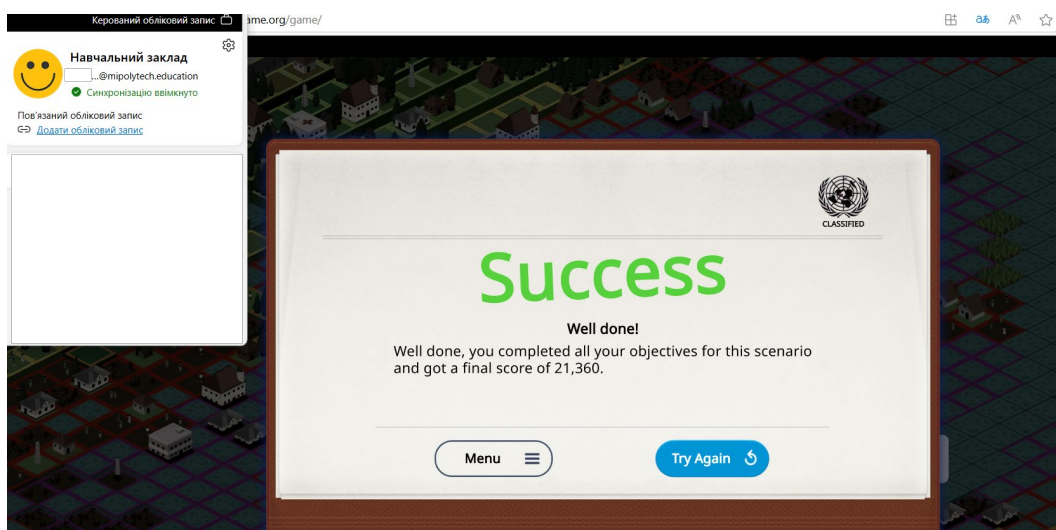


Рисунок 2.1 – Приклад звітування студента про успішне проходження навчального симулятора в ігровій формі

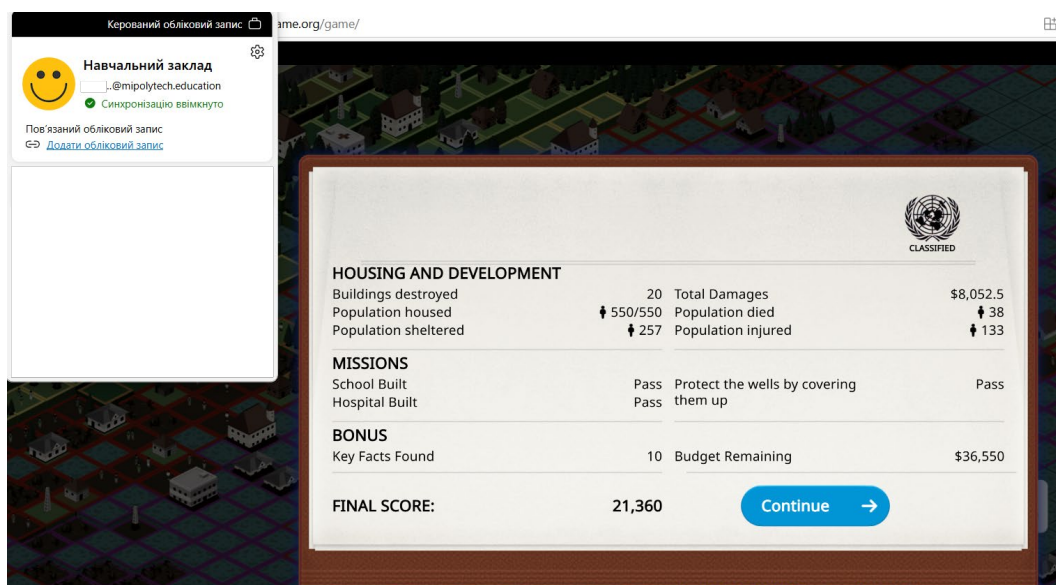


Рисунок 2.2 – Приклад переліка досягнутих індикаторів під час проходження навчальної симуляції природної надзвичайної ситуації в ігровій формі

Для звітування необхідно зробити скриншот екрану комп'ютера, де будуть чітко відображені та абсолютно читабельні два вікна:

- перше вікно – результати симуляції природної надзвичайної ситуації, які досягнуті особисто здобувачем внаслідок прийняття раціональних запобіжних заходів (див. вікно праворуч на рис. 2.1-2.2);

- друге вікно - особиста обліківка здобувача в Технічному університеті (<https://myaccount.microsoft.com>) (див. вікно ліворуч на рис. 2.1-2.2).

Зверніть увагу! У зв'язку з необхідністю покращення знань з англійської мови обов'язковою умовою є проходження навчальної ігрової симуляції на англійській мові, про що буде свідчити відповідні прикладені скриншоти результатів успішного проходження. Тобто отриманий скриншот повинен бути **обов'язково на англійській мові та/або частково на **українській мові** (у разі переведення онлайн Google перекладачем інтерфейсу вікна у браузері). Скриншоти слід прикріпити у відповідну активність Moodle у форматі *.pdf.**

У разі виникнення питань, зверніться за консультацією до викладача.

Питання для самоперевірки

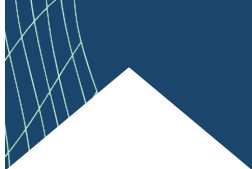
1. Якій проблематиці присвячена Сендайська рамкова програма?
2. Якому саме пріоритету дій Сендайської рамкової програми відповідає за змістом ігрова симуляція, запропонована Управлінням ООН зі зменшення ризику стихійних лих?

Перелік рекомендованих джерел

1. Play and learn to stop disasters. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) : official website. URL: <https://www.stopdisastersgame.org/> (дата звернення: 14.08.2024).

2. What is the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction? United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) : official website. URL: <https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/what-sendai-framework> (дата звернення: 14.08.2024).

3. Play and learn to stop disasters : game. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) : official website. URL: <https://www.stopdisastersgame.org/game/> (дата звернення: 14.08.2024).



Додаток А

Приклад титульного аркушу комплекту робіт, виконаних здобувачем

**ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра безпеки праці та охорони довкілля**

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА:

Індивідуальне завдання № __ за варіантом № __

Виконав:
Здобувач(ка) вищої освіти
групи _____
Прізвище І.П.

Перевірила:
доц. Максимова Н.М.



Навчально-методичне видання

**Наталія Миколаївна Максимова,
Чеберячко Юрій Іванович**

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції