

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»

протокол від 01 листопада
2020 р. № 10

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лекційних, практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «ЕКОЛОГІЯ»

для здобувачів вищої освіти освітнього рівня «молодший бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво» галузі знань 18 «Виробництво та технології»
гірничо-екологічний факультет
кафедра екології

Схвалено на засіданні кафедри
екології
протокол від «28» серпня
2020 р. № 7
Зав. кафедри екології
_____ Ірина КОЦЮБА

Розробник: к.е.н., доц.кафедри екології КІРЕЙЦЕВА Ганна

Житомир
2020

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 2

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни “Екологія” є формування у студентів знань про взаємозв’язки живих організмів та їхніх угруповань між собою та довкіллям, про структуру і функціонування надорганізмівих систем, а також розвиток екологічного мислення, тобто підпорядкування практичної діяльності людини законам природи та перебування економіки відповідно до вимог збереження стану довкілля з метою екологізації суспільства, виховання дбайливого ставлення до природи.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Екологія” є:

- встановлення закономірностей взаємозв’язків між організмами, їхніми угрупованнями та умовами довкілля;
- дослідження структури та функціонування угруповань організмів;
- розроблення методів визначення екологічного стану природних і штучних угруповань;
- спостереження за змінами в окремих екосистемах та біосфері в цілому, прогнозування їхніх наслідків;
- створення бази даних та розроблення рекомендацій для екологічно безпечного планування господарської і соціальної діяльності людини;
- застосування екологічних знань у справі охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Результати навчання, які студент повинен набути після вивчення курсу:

Зміст дисципліни направлений на формування наступних **програмних компетентностей**:

Загальна компетентність – ЗК 4: Здійснення безпечної діяльності.

Спеціальна (фахова) компетентності - СК 9. Здатність до забезпечення протиаварійного захисту ланок гірничих підприємств та екологічної безпеки проведення гірничих та інших робіт.

Отримані знання з дисципліни “Екологія” стануть складовими наступних програмних результатів навчання:

РН5. Застосовувати методи математики, фізики, хімії, загальноінженерних наук для розв’язання складних спеціалізованих задач гірництва, розуміти наукові принципи і теорії, на яких базуються відповідні методи, області їх застосування та обмеження;

РН10. Здійснювати технічні й організаційні заходи щодо запобігання аваріям і катастрофам та забезпечення екологічної безпеки проведення гірничих та інших робіт;

РН11. Визначати ефективність використання систем і технологій гірництва за техніко-економічними критеріями.

3. Програма навчальної дисципліни

Дисципліна складається з одного модулю, який в свою чергу містить три змістовні модулі.

МОДУЛЬ 1. «ЕКОЛОГІЯ, ЯК НАУКА, ВИДИ, ЗАДАЧІ, ПРИНЦИПИ ТА ОСНОВНІ ЗАКОНИ ЕКОЛОГІЇ. СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ЗНАННЯ.»

Змістовий модуль 1. Аутоекологія (Факторіальна екологія)

Тема 1. Предмет та структура сучасної екології. Екологія як наука. Предмет екології, її місце в системі природничих наук. Структура та зміст сучасної екології, зв’язок з іншими

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 3

дисциплінами. Основні методи екології. Завдання екології. Короткі відомості з історії формування науки.

Тема 2. Основні екологічні закони. Закон мінімуму. Закон толерантності В. Шелфорда. Закон єдності організм-середовище. Закон Ліндемана (правило 10%). Закони В. І. Вернадського. Закони екології Б. Коммонера.

Тема 3. Основи факторіальної екології. Загальні відомості про екологічні фактори, їх класифікація. Поняття середовища існування та умови існування. Взаємодія факторів. Екологічна пластичність та валентність. Правило оптимуму. Лімітуючі фактори. Променева енергія (сонячна радіація) та світло. Температура як екологічний фактор. Вода як екологічний фактор. Едафічний фактор в житті рослин та тварин. Сніговий покрив як екологічний фактор. Орографічні фактори. Вітер, атмосферний тиск.

Тема 4. Умови існування живих організмів. Наземно-повітряне середовище, специфіка дії в ньому абіотичних факторів (світло, вологість, температура, тиск, едафічний фактор) і адаптації організмів. Екологічні групи організмів. Життєві форми рослин за класифікаціями І.Г. Серебрякова, К. Раункієра. Життєві форми тварин.

Змістовий модуль 2. Демекологія. Синекологія. Біогеоценологія (екосистемологія)

Тема 5. Демекологія або популяційна екологія. Поняття популяції в екології. Історія розвитку популяційної екології. Основні популяційні (групові) характеристики. Класифікація популяцій. Статева та просторова біологічні структури популяцій, їх адаптивний характер.

Тема 6. Динаміка популяцій. Криві росту та виживання. Біотичний потенціал та його реалізація у різних видів. Основні типи динаміки популяцій. Гомеостаз популяцій, основні внутрішньо популяційні механізми його підтримання. Прикладне значення популяційної екології.

Тема 7. Синекологія. Поняття й визначення біоценозу, біогеоценозу, екосистеми. Біотоп (екотоп). Історія біоценології, біогеоценології, екосистемної екології. Різноманітність і класифікація біогеоценозів, екосистем. Просторова (надземна та підземна ярусність, горизонтальна мозаїчність), видова (видове різноманіття, видовий склад, видова насиченість, домінанти, едифікатори, асектатори, рідкісні, малочисельні види, ступінь домінування, індекс різноманітності, багаті та бідні на видове різноманіття біоценози, екотон, екологічний коридор) та екологічна структура біоценозів.

Тема 8. Екосистемологія. Функціонування екосистем. Міжвидові біотичні стосунки в біоценозах, їх типи (топічні, трофічні, форичні, фабричні) та види. Закон конкурентного виключення. Функціональні групи організмів в екосистемах: продуценти консументи, редуценти. Потік енергії в екосистемах. Ланцюги живлення. Трофічні рівні. Консорції. Екологічна ніша. Правила біологічних пірамід. Динаміка екосистем

Змістовий модуль 3. Глобальна екологія та неоекологія

Тема 9. Біосфера – глобальна екосистема. Історія розвитку вчення про біосферу. Е. Зюсс. В.І. Вернадський. Межі біосфери. Косна, біокосна, жива речовина. Функції живої речовини. Вертикальна та горизонтальна структура біосфери. Атмосфера, гідросфера, літосфера. Наземні біоми світу: степи, тропічна пустеля, тропічний ліс, ліс помірної зони, тайга, тундра, полярна пустеля), прісноводні екосистеми, екосистеми Світового океану. Потік енергії в біосфері. Кругообіг речовин. Вчення про ноосферу. Техногенне забруднення атмосфери, гідросфери, літосфери. Кислотні опади. Озонові дірки. Глобальне потепління клімату. Збіднення біорізноманіття. Спустелювання.

Тема 10. Проблеми збереження та охорони біорізноманіття. Охорона біорізноманіття. Рівні охорони: індивідуальний, популяційний, ценотичний, ландшафтний, біосферний. Шляхи збереження біорізноманіття. Роль природно-заповідних територій і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 4

об'єктів. Ведення червоних списків (світовий, європейський червоні списки, Червона книга України, Зелена книга України, регіональні списки охорони). Поняття екомережі.

Тема 11. Забруднення навколишнього природного середовища. Поняття про забруднення. Класифікація і характеристика забруднення. Механічне забруднення довкілля: джерела та наслідки. Проблеми, джерела та наслідки хімічного і біологічного забруднення довкілля. Шумове і вібраційне забруднення: джерела та наслідки. Електромагнітне забруднення: джерела та наслідки.

Тема 12. Екологічні проблеми України та управління в галузі охорони навколишнього середовища. Міжнародні екологічні організації. Основні міжнародно-правові акти у сфері охорони довкілля за участі України. Екологічна освіта та виховання. Стратегічна екологічна оцінка (СЕО), оцінка впливу на довкілля (ОВД), екологічна політика, моніторинг та аудит.

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
МОДУЛЬ 1. «ЕКОЛОГІЯ, ЯК НАУКА, ВИДИ, ЗАДАЧІ, ПРИНЦИПИ ТА ОСНОВНІ ЗАКОНИ ЕКОЛОГІЇ. СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ЗНАННЯ»													
Змістовий модуль 1. Аутоекологія (Факторіальна екологія)													
Тема 1. Предмет та структура сучасної екології. Екологія як наука. Предмет екології, її місце в системі природничих наук.	8	2	2	-	-	4	8	2	-	-	-	6	
Тема 2. Основні екологічні закони.	8	2	2	-	-	4	6	-	-	-	-	6	
Тема 3. Основи факторіальної екології. Загальні відомості про екологічні фактори, їх класифікація.	8	-	4	-	-	4	8	-	-	-	-	8	
Тема 4. Умови існування живих організмів.	6	-	4	-	-	2	6	-	-	-	-	6	
Разом за змістовим модулем 1	30	4	12	-	-	14	28	2	-	-	-	26	
Змістовий модуль 2. Демекологія. Синекологія. Біогеоценологія (екосистемологія)													
Тема 5. Демекологія або популяційна екологія.	8	2	2	-	-	4	8	-	-	-	-	8	
Тема 6. Динаміка популяцій. Криві росту та виживання. Біотичний потенціал та його реалізація у різних видів.	8	2	2	-	-	4	6	-	-	-	-	6	
Тема 7. Синекологія. Поняття й визначення біоценозу, біогеоценозу, екосистеми. Біотоп (екотоп).	8	-	4	-	-	4	8	-	-	-	-	8	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 5

Тема 8. Екосистемологія. Функціонування екосистем. Динаміка екосистем.	6	2	2	-	-	2	8	-	2	-	-	6
Разом за змістовим модулем 2	30	6	10	-	-	14	30	-	2	-	-	28
<i>Форма підсумкового контролю: практична контрольна робота</i>												
Змістовий модуль 3. Глобальна екологія та неоекологія												
Тема 9. Біосфера – глобальна екосистема. Вчення про ноосферу. Техногенне забруднення атмосфери, гідросфери, літосфери. Глобальні екологічні проблеми	8	2	2	-	-	4	10	2	-	-	-	8
Тема 10. Проблеми збереження та охорони біорізноманіття. Охорона біорізноманіття. Поняття екомережі.	8	-	4	-	-	4	6	-	-	-	-	6
Тема 11. Забруднення навколишнього природного середовища. Поняття про забруднення.	8	2	2	-	-	4	8	-	-	-	-	8
Тема 12. Екологічні проблеми України та управління в галузі охорони навколишнього середовища.	6	2	2	-	-	2	8	-	2	-	-	6
Разом за змістовим модулем 3	30	6	10	-	-	14	32	2	2	-	-	28
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 1:	90	16	32	-	-	42	90	4	4	-	-	82
<i>Форма підсумкового контролю за модуль 1: модульна контрольна робота</i>												
Всього за семестр:	90	16	32	-	-	42	90	4	4	-	-	82
<i>Форма підсумкового контролю за перший семестр: залік</i>												

5. Теми практичних (лабораторних) занять

Номер теми	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Модуль 1			
Змістовий модуль 1			
1	Основні методи екології. Завдання екології.	2	-
2	Закон мінімуму. Закон толерантності В. Шелфорда. Закон єдності організм-середовище. Закон Ліндемана (правило 10%). Закони В. І. Вернадського. Закони екології Б. Коммонера.	2	-
3	Поняття середовища існування та умови існування. Взаємодія факторів. Екологічна пластичність та валентність.	4	-
4	Екологічні групи організмів. Життєві форми рослин за класифікаціями І.Г. Серебрякова, К. Раункієра. Життєві форми тварин.	4	-
Змістовий модуль 2			

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 6

5	Класифікація популяцій. Статова та просторова біологічні структури популяцій, їх адаптивний характер.	2	-
6	Основні типи динаміки популяцій. Гомеостаз популяцій, основні внутрішньо популяційні механізми його підтримання. Прикладне значення популяційної екології.	2	-
7	Просторова (надземна та підземна ярусність, горизонтальна мозаїчність), видова (видове різноманіття, видовий склад, видова насиченість, доміанти, едіфікатори, асектатори, рідкісні, малочисельні види, ступінь домінування, індекс різноманітності, багаті та бідні на видове різноманіття біоценози, екотон, екологічний коридор) та екологічна структура біоценозів.	4	-
8	Міжвидові біотичні стосунки в біоценозах, їх типи (топічні, трофічні, форичні, фабричні) та види. Закон конкурентного виключення. Функціональні групи організмів в екосистемах: продуценти консументи, редуценти. Потік енергії в екосистемах. Ланцюги живлення. Трофічні рівні. Консорції. Екологічна ніша. Правила біологічних пірамід. Динаміка екосистем	2	2
Змістовний модуль 3			
9	Атмосфера, гідросфера, літосфера. Глобальні екологічні проблеми	2	-
10	Шляхи збереження біорізноманіття. Роль природно-заповідних територій і об'єктів. Ведення червоних списків (світовий, європейський червоні списки, Червона книга України, Зелена книга України, регіональні списки охорони). Поняття екомережі.	4	-
11	Класифікація і характеристика забруднення.	2	-
12	Стратегічна екологічна оцінка (СЕО), оцінка впливу на довкілля (ОВД), екологічна політика, моніторинг та аудит.	2	2
Всього за модулем 1		32	4
Усього годин		32	4

6. Завдання для самостійної роботи

Перелік тем, які виносяться на самостійне вивчення студентами наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Посилання щодо самостійного вивчення дисципліни за модулями

Номер теми	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Модуль 1.			
Змістовий модуль 1.			
1	Кругообіг. Біологічний кругообіг. Основна рушійна сила кругообігу речовин на планеті.	2	4
2	Механізм кругообігу води (випаровування та транспірація).	2	4
3	Основа кругообігу вуглецю - процес життєдіяльності.	2	4
4	Кругообіг кисню - шляхи утворення (розклад парів води у верхніх шарах атмосфери під дією ультрафіолету (фотодисоціація)).	2	4
5	Кругообіг азоту. Кругообіг фосфору, сірки та неорганічних катіонів.	2	4
6	Конвергенція. Паралелізм. Схожість. Екотип. Генетичний поліморфізм. Особина.	2	4
7	Класифікація екологічних ніш. Екологічна ніша як абстрактне поняття. Унітарні організми. Медулярні організми.	2	2
Змістовий модуль 2.			

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 7

8	Форми взаємодії організмів. Конкуренція. Внутривидова та міжвидова конкуренція. Хижацтво. Таксономічна та функціональна класифікація хижаків. Паразитизм та захворювання. Коменсалізм.	4	7
9	Життєвий цикл. Головна закономірність життєвого циклу (ріст, диференціація, накопичення запасів та розмноження в різні періоди онтогенезу. Компоненти життєвого циклу (розміри, швидкість росту і розвитку, розмноження).	4	7
10	Визначення екосистеми за А. Тенслі (1935), за М. Реймерсом (1990). Структура екосистеми. Компонентна структура. Хорологічна структура. Вертикальна структура. Трофічна структура. Закон Ліндемана. Основні властивості систем (емерджентність).	2	7
11	Третій та четвертий закон екодинаміки Ю. Гольдшмітта. Правила багатоциклічності екосистем.	4	7
Змістовий модуль 3.			
12	Проблема побутових відходів (державний облік відходів, ідентифікація відходів, паспортизація відходів і т. і.). Проблема звалищ й захоронення сміття. Біогаз. Сміттепереробні заводи (вторинна сировина).	2	4
13	Забруднення фізичне. Різноманітність визначення поняття. Фізична основа електромагнітного забруднення, визначення поняття. Різноманітність видів фізичного забруднення.	2	4
14	Природні та штучні електромагнітні поля. Техногенні магнітні поля від побутової техніки). Магнітні поля в електропоїздах, на залізничних платформах, у місті і т. д.	2	4
15	Оцінка якості стану територія за геохімічною групою екологічних факторів (Л. Малишева, 1998).	2	4
16	Індекс забруднення. Розрахунок індексу забруднення.	2	4
17	Зміст оцінки впливу на довкілля (ОВД) та стратегічної екологічної оцінки (СЕО).	2	4
18	Проблеми радіаційної небезпеки.	1	2
19	Проблеми впливу гірничо-видобувної галузі на довкілля	1	2
Всього за модулем 1		42	82
Усього годин		42	82

7. Індивідуальні завдання

РОЗРОБКА ПРЕЗЕНТАЦІЇ, ЯК ФОРМИ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Презентація – це завершена характеристика певного біогеоценозу чи екосистеми – відповідно до вимог навчальної програми з курсу (переважно – образна, у меншій мірі – описова), розробка якої показує знання студентом основного змісту навчальної дисципліни та вміння застосовувати його теоретичні положення на практиці. При **оцінюванні** рівня презентації викладач звертає увагу на такі аспекти:

- 1) рівень науковості та достовірності інформації, її відповідність темі презентації;
- 2) повноту відображення обраної теми у презентаційній розробці;
- 3) складність і якість оформлення і доцільність композиції слайдів;
- 4) відсутність спотворень у співвідношеннях ширини і довжини рисунків чи фото;
- 5) для досягнення мети презентації якість фото чи рисунків повинна бути достатньо високою;
- 6) в презентації, за можливістю, доцільно вставляти відео-фрагменти (тривалістю не більше 3-х хвилин кожний).

Презентації оцінюються за 20-бальною шкалою. Слід відзначити, що розробки, виконані повністю або значною мірою не за темою презентації, а також виконані не державною (українською) мовою **не оцінюються (виставляється 0 балів).**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 8

Штрафні бали знімаються:

- за не повне виконання мети презентації (малу кількість слайдів, їх низьку інформативність, має слайди не за темою презентації);
- не високий рівень науковості рисунків і інформації на слайдах;
- не достовірну або перекручену інформацію;
- спотворення пропорцій рисунків і фото (розтягнення або звуження);
- низьку якість фото;
- низький рівень естетичного оформлення слайдів.

Індивідуальне завдання здається викладачеві не пізніше, ніж **за два тижні** до початку сесії на CD- або DVD-диску. На зовнішній частині диску повинна бути чітко й акуратно підписана маркером (або надрукована) назва презентації і прізвище та ініціали її розробника.

Індивідуальне завдання на диску складається із:

- 1) власне **презентації**, виконаної у програмі Microsoft Office PowerPoint 2003-2007
- 2) **електронних додатків**, які включають папки з оригінальними *підписаними* фото чи рисунками, використаними або не використаними при створенні презентації; текстами статей – у тому числі – з Інтернет (з указівкою їх електронної адреси).

Презентація включає ТИТУЛЬНУ СТОРІНКУ, на якій вказується її тема; слайди презентації (з анімацією або без неї); заключну сторінку, у якій вказується автор презентації і точна дата її здачі викладачеві.

Рекомендуємо перед розробкою презентації скласти її **сценарій** (для цього слід ознайомитися з проблемою, використовуючи наукову й науково-популярну літературу, статтями з Інтернет). У сценарії зміст теми розбивається на слайди. Після написання сценарію слід перейти до пошуку фото (у т.ч. – їх сканування з книг у якості 600.dpi) та монтажу власне презентації.

Теми презентацій здобувачі вищої освіти обирають самостійно під час проведення семінарських занять.

8. Розрахункові роботи до практичних занять

Практична робота №1

Визначення концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Важливими механізмами, які характеризують вплив шкідливих речовин на живі організми є гранично допустимі концентрації (ГДК) цих речовин у повітрі. Розрізняють такі види ГДК у повітрі: максимально разова – ГДК_{мр}; середньодобова – ГДК_{сд}; робочої зони – ГДК_{рз}. Кожна з величин має своє призначення: ГДК_{сд} та ГДК_{мр} встановлюються для населених міст та при їх встановленні враховують стан здоров'я людей, які піддаються дії шкідливих речовин і тривалість дії забруднюючих речовин на організм людей, а ГДК_{рз} – для робочих зон працівників.

При одночасній присутності в атмосферному повітрі декількох забруднюючих речовин, їх допустима концентрація визначається з урахуванням характеру можливого впливу на організм людини. Якщо ці речовини мають різнонаправлену дію, концентрація їх не повинна перевищувати ГДК_{мр} або ГДК_{сд}. Якщо ці речовини мають однонаправлену дію, їх сумарна допустима концентрація повинна відповідати умові:

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{ГДК_{и}} \leq 1 \quad (1.1)$$

де: c_i — фактичні концентрації забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, $мг/м^3$;

$ГДК_i$ — гранично допустима концентрація цих речовин в атмосферному повітрі, $мг/м^3$;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 9

Завдання:

Визначити чи є небезпека від забруднення повітря населеного пункту оксидом вуглецю, двооксидом сульфуру та оксидом нітрогену.

В атмосферному повітрі населеного пункту виявлено забруднення повітря двооксидом сульфуру (SO₂), двооксидом нітрогену (NO₂) та оксидом вуглецю (CO). Забруднювачі мають однонаправлену дію.

- концентрація SO₂ в повітрі житлової зони становить 0,025 мг/м³;
- NO₂ — 0,0069 мг/м³;
- CO — 0,863 мг/м³.

ГДК двооксиду сульфуру становить 0,05 мг/м³, двооксиду нітрогену — 0,04 мг/м³ та оксиду вуглецю — 3 мг/м³.

Зробити відповідні висновки.

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №1

№ варіанту	Концентрація забруднюючої речовини, мг/м ³			№ варіанту	Концентрація забруднюючої речовини, мг/м ³		
	SO ₂	NO ₂	CO		SO ₂	NO ₂	CO
1	0,010	0,0025	1,80	16	0,091	0,0028	0,86
2	0,020	0,0032	2,10	17	0,080	0,0026	1,57
3	0,030	0,0032	0,65	18	0,350	0,0059	2,37
4	0,040	0,0056	0,70	19	0,560	0,0054	1,67
5	0,015	0,0028	1,60	20	0,050	0,0011	0,97
6	0,100	0,0026	3,10	21	0,072	0,0026	0,90
7	0,060	0,0059	2,07	22	0,056	0,0078	2,07
8	0,025	0,0054	0,97	23	0,010	0,0089	0,86
9	0,090	0,0011	1,43	24	0,020	0,0045	1,60
10	0,080	0,0026	2,06	25	0,030	0,0069	0,56
11	0,300	0,0028	1,25	26	0,040	0,0088	1,59
12	0,500	0,0078	2,35	27	0,015	0,0077	2,46
13	0,050	0,0089	1,11	28	0,150	0,0021	1,57
14	0,070	0,0045	2,40	29	0,060	0,0099	0,62
15	0,056	0,0069	1,23	30	0,025	0,0025	0,71

Розв'язок

На підставі формули (1.1) визначаємо чи є небезпека від забруднення повітря населеного пункту забруднюючими речовинами:

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{ГДК_i} = \frac{0,025}{0,05} + \frac{0,0069}{0,04} + \frac{0,863}{3} = 0,957 \text{ мг/м}^3.$$

Висновок. З проведених розрахунків видно, що з врахуванням сумарної дії декількох шкідливих компонентів в повітрі населеного пункту небезпека від їх дії не існує, тому що 0,957 < 1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 10

Практична робота №2

Розрахунок гранично допустимого викиду (ГДВ) забруднюючих речовин для високо нагрітого одиночного джерела та максимальної концентрації забруднюючої речовини на i -тої відстані

Відповідно до Закону “Про охорону атмосферного повітря”, з метою обмеження техногенної дії на атмосферу, в якості охоронного заходу, поряд з ГДК, передбачають регулювання і кількісне обмеження викидів в атмосферу. Реалізація цього положення Закону здійснюється нормуванням гранично допустимим викидом забруднюючих речовин стаціонарними і пересувними джерелами забруднення.

ГДВ встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери

(і для кожного інгредієнту, який надходить до атмосфери з цього джерела), таким чином, що викиди шкідливих речовин від даного джерела та від сукупності джерел усього населеного пункту з урахуванням перспектив розвитку інфраструктури промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері не створюють приземну концентрацію, яка перевищувала б їх ГДК_{мр} (гранично допустима концентрація максимально разова). Основні значення ГДВ — максимально разові, встановлюються за умови повного навантаження як технологічного, так і газоочисного обладнання та їх нормальної роботи, і не повинні перевищуватись у будь-який довільний 20-хвилинний період часу.

Поряд з максимальними разовими (контрольними) значеннями ГДВ ($г \cdot с^{-1}$) встановлюють похідні від них річні значення ГДВ_р ($т \cdot рік^{-1}$), для окремих джерел і для підприємства в цілому з урахуванням нерівномірності викидів у часі, в тому числі з огляду на планові ремонти технологічного та газоочисного обладнання. ГДВ для кожного стаціонарного джерела (відповідно ГОСТ 17.2.3.02 – 78) встановлюється за умови, що викиди шкідливих речовин від такого джерела сумісно з фоновим забрудненням не створять в приземному шарі атмосфери концентрацію, яка перевищує ГДК, тобто необхідним є виконання умови:

$$C_M + C_\phi \leq ГДК ,$$

де: C_M , — концентрація в приземному шарі атмосфери забруднювачів від цього джерела (за умов найбільш несприятливих для розсіювання);

C_ϕ — фонові концентрації, $мг \cdot м^{-3}$.

Значення гранично допустимих викидів для нагрітої газоповітряної суміші з одиночного (точкового) джерела з круглим отвором (наприклад труба котельні) у випадку, коли фонові концентрації суміші C_ϕ встановлена як незалежна від швидкості та напрямку вітру і постійна на території району, що розглядається, тоді в цьому випадку ГДВ визначається за формулою:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{гс} \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot n \cdot m \cdot \eta} , \quad (2.1)$$

де: A — коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери та визначає умови горизонтального розсіювання атмосферних домішок, $с \cdot мг \cdot град \cdot г^{-1}$.

F — безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосфері. Для дрібнодисперсних аерозолів з коефіцієнтом очищення викидів не менш як 90 %: $F=2$, від 75 до 90 % $F=2,5$, менш як 75 % і в разі відсутності очищення $F=3$);

m, n — безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газо – повітряної суміші з отвору джерела викиду;

H — висота джерела викиду над рівнем Землі, $м$;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 11

ΔT — різниця між температурою газоповітряної суміші T_{zc} , що викидається, та температурою навколишнього середовища (повітря) T_n ;

V_{zc} — об'єм газоповітряної суміші, $m^3 \cdot c^{-1}$; визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \varpi, \quad (2.2)$$

де: D — діаметр отвору джерела викиду, m ;

ϖ — середня швидкість виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду, $m \cdot c^{-1}$;

Величину безрозмірного параметра m визначають в залежності від параметра f , $m \cdot c^{-2} \cdot c^{-1}$, за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}, \quad (2.3)$$

де f — знаходять за виразом:

$$f = 10^3 \frac{\varpi^2 \cdot D}{H^2 \Delta T}. \quad (2.4)$$

У випадку, якщо значення параметра f відповідає нерівності $f_e < f < 100$, де параметр f_e обчислюють за виразом:

$$f_e = 800 (V'_m)^3, \quad (2.5)$$

а V'_m , m/c , дорівнює:

$$V'_m = 1,3 \cdot W_0 D / H. \quad (2.6)$$

Значення коефіцієнта m розраховують за формулою (2.3), в яку замість f підставляють f_e .

Величину безрозмірного коефіцієнта n — визначають в залежності від параметра V_m за формулами:

$$n = 0,532 V_m^2 - 2,13 V_m + 3,13 \quad \text{— при } 0,5 \leq V_m < 2; \quad (2.7a)$$

$$n = 4,4 V_m \quad \text{— при } V_m < 0,5; \quad (2.7б)$$

$$n = 1 \quad \text{— при } V_m > 2. \quad (2.7в)$$

При цьому V_m знаходять за формулою:

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_{zc} \cdot \Delta T}{H}}. \quad (2.8)$$

Безрозмірний коефіцієнт η приймається рівним 1, якщо в радіусі п'ятдесяти висот труб H від джерела перепад відміток місцевості не перевищує 50 m на 1 km .

Завдання: Розрахувати ГДВ для забруднюючих інгредієнтів котельні, що працюють на газу, зробити відповідні висновки. При цьому в розрахунок беруться лише викиди оксиду вуглецю та оксиду азоту інші компоненти не зустрічаються або зовсім не значні. Дані для виконання розрахунків наведені в табл. 2.1. Зробити відповідні висновки.

Таблиця 2.1. Дані для виконання розрахунків

Висота джерела викиду H , m	50
Діаметр гирла труби D , m	1,2
Швидкість виходу газів ϖ , $m \cdot c^{-1}$	6,5
Температура викиду газової суміші T_{zc} , °C	140
Температура навколишнього середовища T_n , °C	25
Фонові концентрації CO , $mg \cdot m^{-3}$	0,7
Фонові концентрації NO_2 , $mg \cdot m^{-3}$	0,04

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 2.2.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 12

Таблиця 2.2. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №2

№ варіанту	H, м	D, м	ω , м·с ⁻¹	T _{гс} , °C	C _ф (CO), мг·м ⁻¹	C _ф (NO ₂), мг·м ⁻³
1	2	3	4	5	6	7
1	40	0,5	4,5	125	0,08	0,04
2	45	0,5	4,6	135	0,081	0,041
3	50	0,6	5,0	140	0,079	0,042
4	55	0,7	5,2	150	0,078	0,043
5	60	0,7	7,0	130	0,08	0,044
6	65	0,85	7,5	160	0,079	0,045
7	70	0,85	7,5	170	0,069	0,046
8	40	0,5	4,5	145	0,071	0,047
9	45	0,6	4,7	140	0,072	0,048
10	50	0,7	6,0	130	0,073	0,049
11	55	0,8	6,3	135	0,074	0,05
12	60	0,9	8,0	140	0,075	0,051
13	65	0,9	8,2	145	0,076	0,040
14	70	0,95	8,5	150	0,077	0,041
15	40	0,55	4,6	155	0,078	0,042
16	45	0,6	5,1	160	0,079	0,043
17	50	0,6	5,3	165	0,08	0,044
18	55	0,7	5,8	150	0,069	0,045
19	60	0,8	6,3	155	0,07	0,046
20	65	0,85	7,6	140	0,071	0,047
21	70	1,0	8,6	145	0,072	0,048
22	40	0,6	5,0	135	0,073	0,049
23	45	0,6	5,2	130	0,074	0,05
24	50	0,65	5,6	145	0,075	0,051
25	55	0,7	6,1	150	0,076	0,053
26	60	0,75	7,2	155	0,077	0,05
27	65	0,8	7,4	160	0,078	0,049
28	70	1,0	9,0	150	0,079	0,048
29	45	0,55	4,8	145	0,08	0,047
30	50	0,6	5,1	140	0,081	0,052

Розв'язок:

Значення $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ слід визначити, приймаючи температуру T_n рівною його середній температурі в 13 годин найбільш спекотного місяця, ($T_n=23^{\circ}\text{C}$). Коефіцієнт стратифікації для міста Житомира становить 180.

1. Визначаємо об'єм газоповітряної суміші за формулою (2.2):

$$V_m = \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} \cdot 6,5 = 7,35 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. Визначаємо параметр f за формулою (2.4):

$$f = 10^3 \frac{6,5^2 \cdot 1,2}{50^2 (140 - 23)} = 0,17 \text{ м}(\text{с}^2 \cdot \text{град}.).$$

3. Обчислюємо параметр t за формулою (2.3):

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 13

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,17} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,17}} = 0,9.$$

4. Визначаємо параметр V_m за формулою (2.8):

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{7,35 \cdot 117}{50}} = 1,68 \text{ м/с.}$$

5. Коефіцієнт n визначається за умов (2.7а):

$$n = 0,532 \cdot 1,68^2 - 2,13 \cdot 1,68 + 3,13 = 1,06$$

6. Визначаємо ГДВ для інгредієнтів CO та NO_2 за формулою (2.1):

Коефіцієнт F для газів становить 1. Коефіцієнт $\eta = 1$ за умов, якщо в радіусі 50 Н від джерела перепад відміток місцевості не перевищує 50 м на 1 км.

$$ГДВ_{CO} = \frac{(5 - 0,7) \cdot 50^2 \cdot \sqrt[3]{7,35 \cdot 117}}{180 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1} = 595,1 \text{ мг/с.}$$

$$ГДВ_{NO_2} = \frac{(0,085 - 0,44) \cdot 50^2 \cdot \sqrt[3]{7,35 \cdot 117}}{180 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1} = 6,3 \text{ мг/с.}$$

Висновок: Гранично допустимий викид у першу чергу залежить від висоти викиду (труби), швидкості газового потоку та температури газової суміші.

Практична робота №3

Визначення показників безпеки для забруднюючих речовин CO та NO_2 атмосферного повітря

Показник безпеки (показник домінування) P визначається за формулою:

$$P = \frac{M}{1000 \cdot ГДК_{mp} \cdot z^3}, \quad (3.1)$$

де M – валовий вихід шкідливої речовини, $г \cdot с^{-1}$

$ГДК_{mp}$ – максимально разова гранично-допустима концентрація шкідливих речовин для населеного пункту, $мг \cdot м^{-3}$;

Валовий викид забруднюючої речовини в атмосферне повітря визначається за формулою:

$$M = C_M \cdot V_{об}, \quad z \cdot с^{-1} \quad (3.2)$$

C_M – масова концентрація забруднюючої речовини;

$V_{об}$ – об'ємні витрати джерела забруднення.

Масова концентрація забруднюючої речовини визначається за формулою:

$$C_M = \frac{m_{\mu}}{22,4} \times C_{об}, \quad z \cdot м^{-3} \quad (3.3)$$

m_{μ} – мольна маса речовини;

$C_{об}$ – об'ємна концентрація домішок у викидах, %.

Якщо забруднюючі інгредієнти володіють ефектом сумачії, то необхідно визначити в такому разі сумарний показник безпеки:

$$P_{сум} = \sum_{i=1}^n P_i \quad (3.4)$$

P_i – показники безпеки для забруднюючих інгредієнтів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 14

Завдання: Визначити показники небезпеки для забруднюючих інгредієнтів CO і NO_2 , зробити відповідні висновки.

Дані для виконання розрахунків:

- об'ємна концентрація CO у викидах, % - 0,6;
- об'ємна концентрація NO_2 у викидах, % - 0,4;
- мольна маса для CO становить 28,01;
- мольна маса для NO_2 становить 46,01;
- ГДК_{мр} для CO становить 3,0 мг/м³;
- ГДК_{мр} для NO_2 становить 0,085 мг/м³;
- об'єм повітряної суміші – 1,55м³/с

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №3

№ вар.	$C_{об},$ % CO	$C_{об},$ % NO_2	№ вар.	$C_{об},$ % CO	$C_{об},$ % NO_2	№ вар.	$C_{об},$ % CO	$C_{об},$ % NO_2	№ вар.	$C_{об},$ % CO	$C_{об},$ % NO_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,60	0,41	9	0,68	0,49	17	0,64	0,45	25	0,66	0,48
2	0,61	0,42	10	0,69	0,50	18	0,63	0,44	26	0,67	0,47
3	0,62	0,43	11	0,70	0,51	19	0,62	0,43	27	0,68	0,46
4	0,63	0,44	12	0,69	0,52	20	0,61	0,42	28	0,69	0,45
5	0,64	0,45	13	0,68	0,53	21	0,62	0,41	29	0,70	0,44
6	0,65	0,46	14	0,67	0,54	22	0,63	0,40	30	0,71	0,43
7	0,66	0,47	15	0,66	0,55	23	0,64	0,50	31	0,70	0,42
8	0,67	0,48	16	0,65	0,56	24	0,65	0,49	32	0,69	0,41

Розв'язок:

1. Визначаємо масову концентрацію CO і NO_2 за формулою (3.3):

$$C_{M_{NO_2}} = \frac{46,01}{22,4} \cdot 0,4 = 0,82,2 \cdot M^{-3}$$

$$C_{M_{CO}} = \frac{28,01}{22,4} \cdot 0,6 = 0,75,2 \cdot M^{-3}$$

2. Визначаємо валовий викид CO і NO_2 в атмосферне повітря за формулою (3.2):

$$M_{CO} = 0,75 \cdot 1,55 = 1,16,2 \cdot c^{-1}$$

$$M_{NO_2} = 0,82 \cdot 1,55 = 1,27,2 \cdot c^{-1}$$

3. Розраховуємо показники небезпеки для CO і NO_2 за формулою (3.1):

$$П_{CO} = \frac{1,16}{10^{-3} \cdot 3,0 \cdot 10^3} = 0,4, M^3 \cdot c^{-1}$$

$$П_{NO_2} = \frac{1,27}{10^{-3} \cdot 0,085 \cdot 10^3} = 15, M^3 \cdot c^{-1}$$

Висновок: Забруднюючі інгредієнти CO і NO_2 володіють ефектом сумачії, тому розраховуємо сумарний показник небезпеки, який дорівнює:

$$П_{сум} = 0,4 + 15 = 15,4, M^3 \cdot c^{-1}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 15

Практична робота №4 **Визначення категорії небезпечності промислових підприємств**

Для визначення категорії небезпечності підприємств (КНП) використовують дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферу за формою статистичної звітності 2ТП – повітря.

КНП визначають за допомогою формули:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ГДК_{с.д.}} \right)^{\alpha_i} \quad (4,1)$$

де: M_i — маса викиду i -ої речовини, $т \cdot рік^{-1}$;

$ГДК_{с.д.}$ — середньодобова гранично допустима концентрація i -ої забруднюючої речовини, $мг \cdot м^{-3}$;

n — кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством в атмосферу;

α_i — безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості i -ої речовини зі шкідливістю сірчистого газу (табл. 4.1.)

Таблиця 4.1. Безрозмірна константа α_i

Константа	Клас небезпечності речовин			
	1	2	3	4
α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

За величиною КНП підприємства поділяються на 4 категорії небезпечності. Граничні умови для виділення підприємств за категоріями небезпечності наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ, м
I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > КНП \geq 10^4$	500
III	$10^4 > КНП \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

Завдання: Визначити категорію небезпечності умовного промислового підприємства яке викидає в атмосферне повітря шкідливі речовини такі як: сірководень; оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки та виробничий пил. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу, т/рік

Вид палива	Забруднюючі речовини				
	H_2S	CO	NO_2	SO_2	Пил
	19,8	4283	195	597	2171
Клас небезпечності	1	4	2	3	4
$ГДК_{с.д.}, мг/м^3$	0,005	3,0	0,04	0,05	0,15

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 16

таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №4 (викиди забруднюючих речовин в атмосферу, т·рік⁻¹)

№ варіанту	Назва забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу				
	<i>H₂S</i>	<i>CO</i>	<i>NO₂</i>	<i>SO₂</i>	<i>Пил</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	16,8	5188	130	638	2710
2	11,7	4160	127	639	2600
3	7,8	3187	113	780	2150
4	1,61	4080	103	613	2200
5	8,3	3970	131	596	2310
6	14,6	40,38	118	583	2630
7	17,3	5100	119	618	2450
8	17,8	5010	121	616	2410
9	16,7	4970	108	599	2227
10	16,89	4830	106	507	2311
11	13,8	3910	103	607	2185
12	14,1	4010	98	591	2316
13	19,6	3810	109	596	2415
14	21,1	3830	111	603	2510
15	15,1	3840	110	607	2430
16	16,2	3812	116	586	2195
17	13,8	3613	115	598	2110
18	15,67	3518	117	577	2220
19	9,8	3618	103	517	2330
20	11,8	3375	99	513	2170
21	10,7	3275	98	519	2280
22	6,08	3168	95	633	2375
23	17,1	3712	101	621	2310
24	9,9	4012	106	671	2516
25	16,7	5008	111	628	2413
26	7,5	5003	117	599	2400
27	6,7	4375	107	701	2510
28	7,08	4835	103	701	2510
29	16,3	3275	104	707	2110
30	9,8	4283	95	597	2171
Клас небезпечності	1	4	2	3	4
ГДК_{сд}, мг·м⁻³	0,005	3,0	0,04	0,05	0,15

Розв'язок:

Визначаємо категорію небезпечності промислового підприємства за формулою (4.1):

$$КНП = \left(\frac{19,8}{0,005}\right)^{1,7} + \left(\frac{4283}{3}\right)^{0,9} + \left(\frac{195}{0,04}\right)^{1,3} + \left(\frac{597}{0,05}\right)^1 + \left(\frac{2171}{0,15}\right)^1 = 139607,9$$

Висновок: Промислове підприємство відноситься до II-ої категорії небезпечності.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 17

Практична робота №5

Оцінка хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів виконується за показниками, розробленими завдяки суміщенню геохімічних та гігієнічних досліджень міських середовищ. Такими показниками є коефіцієнт концентрації хімічного елементу K_c і сумарний показник забрудненості Z_c . Коефіцієнт концентрації визначається за формулою:

$$K_c = \frac{C}{C_\phi}; \quad \text{або} \quad K_c = \frac{C}{ГДК}, \quad (5.1)$$

де: C — реальний вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, $мг/кг$;

C_ϕ — фоновий вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, $мг/кг$;

$ГДК$ — гранично допустима концентрація забрудненої речовини, $мг/кг$.

Оскільки ґрунти досить часто є забрудненими одночасно декількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів:

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_{c_i} \right) - (n - 1) \quad (5.2)$$

де: Z_c — сумарний показник забрудненості ґрунтів; K_c — коефіцієнт концентрації i -ого хімічного елементу в пробі ґрунту; n — кількість хімічних елементів.

Оцінка небезпечності забруднення ґрунтів Z_c комплексом хімічних елементів за показником виконується за оціночною шкалою, градація якої розроблена на підставі вивчення стану здоров'я населення, яке мешкає на територіях з різними рівнями забрудненості ґрунтів (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Шкала забруднення ґрунтів за сумарним показником K_c

Категорія забруднення ґрунтів	Z_c	Зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	≤ 16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16–32	Підвищення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32–128	Підвищення загального рівня захворюваності, кількості часто хворіючих дітей, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи.
Дуже небезпечна	> 128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофій немовлят).

Завдання: Визначити сумарний показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами.

Дані для виконання розрахунків:

Ґрунт одночасно забруднений кількома хімічними інгредієнтами, їх концентрація, $мг \cdot кг^{-1}$ становить: нітрати — 390; суперфосфат — 290; фториди — 47; миш'як — 18. ГДК. Зробити відповідні висновки.

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 5.2.

Розв'язок :

Розраховуємо сумарний показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами (неорганічні сполуки) за формулою (5.2):

$$Z_c = \frac{390}{130} + \frac{290}{200} + \frac{47}{10} + \frac{18}{20} - (4 - 1) = 7,05$$

Таблиця 5.2. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №5

№ вар.	Нітрати	Фториди	Миш' як	Супер-фосфат	№ вар.	Кобальт	Мідь	Ніколь	Хром
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	354	39	32	259	16	7, 8	12	4,6	11
2	265	31	31	345	17	4,7	11	7	13
3	198	24	25	321	18	5,8	9	9	21
4	312	27	27	451	19	12	9,8	11	9
5	417	16	37	199	20	14	13	21	21
6	368	23	45	238	21	17,9	6	3,9	16
7	359	36	24	365	22	21	8	9,6	11
8	274	29	48	279	23	30,9	11,2	10	9,9
9	178	13	47	451	24	24	20	8	7,9
10	339	12	26	147	25	31	13	11	11
11	421	41	58	128	26	19	5,7	8,9	9
12	268	23	49	321	27	23,9	9,4	11	11
13	365	30	41	154	28	42	13	9,7	9,6
14	543	27	48	132	29	23	11,9	7,9	11,7
15	581	29	37	98	30	17	9	8	12

Висновок: Оцінка небезпечності забруднення ґрунтів комплексом хімічних елементів за показником — допустима. При цьому — найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення.

Практична робота №6

Оцінка санітарного стану водойм господарсько-питного та культурного-побутового призначення

В Україні прийнята система нормування шкідливих забруднювачів у стічних водах на підставі ГДК. У водойми можуть потрапити десятки видів різних забруднюючих речовин, що призводять до їх комплексної дії на якість води у водоймі.

Точно оцінити комплексну дію таких речовин неможливо, тому застосовують метод оцінки сумарного ефекту впливу декількох шкідливих речовин:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{ГДК_i}} \leq 1, \quad (6.1)$$

де: C_i — концентрації i -ої шкідливої речовини у воді водойми;

$C_{ГДК_i}$ — їх гранично допустимі концентрації.

Якщо ця умова при скиданні стічних вод не виконується, то санітарний стан водойми не відповідає нормативним вимогам. В цьому випадку слід вживати заходів щодо підвищення ефективності очищення промислових стічних вод.

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №6
(концентрація забруднюючих речовин мг/л)

№ вар.	Нафта	Бензол	Хлорофос	Нітрати	Толуол	ДДТ	Бензин	Гексахлоран	Аміак
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,2			8,0	0,31				1,8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015						Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020	
	Екземпляр № 1						Арк / 19	

2		0,4	0,03			0,03		0,005	
3	0,12	0,3		4,6					
4		0,2		5,1	0,11				1,1
5							0,01	0,004	1,0
6	0,09	0,3		6,1		0,04			
7			0,03		0,04		0,015	0,003	
8			0,025		0,01	0,01		0,002	
9	0,03		0,02			0,015			
10		0,25		2,0	0,011		0,001		
11	0,02		0,03			0,012			
12				4,0	0,012		0,002		0,3
13	0,01	0,2		1,8				0,002	
14			0,04		0,03	0,002			
15	0,02	0,1	0,03	2,5					
16					0,02	0,003	0,006		
17			0,02	3,0				0,002	0,7
18					0,04	0,004	0,00025		
19	0,04	0,1	0,002	4,0					
20				2,7	0,03		0,004		0,8
21	0,07		0,03		0,012				0,4
22									
23		0,11	0,025			0,02			
24	0,04			2,8	0,04		0,01		
25		0,13				0,05		0,002	0,95
26	0,02			3,6	0,05				0,26
27		0,31	0,02			0,01			0,6
28	0,6		0,03				0,01		
29		0,12		3,8	0,02			0,001	
30	0,03		0,04			0,02			0,7

Завдання: Оцінити санітарний стан водойми господарсько-питного призначення. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для розрахунків прикладу: У водойму господарсько-питного призначення надходить стічна вода, яка містить:

- хлорофос — концентрація 0,035 мг/л; ГДК – 0,05 мг/л;
- нітрати — концентрація 4,7 мг/л; ГДК – 10,0 мг/л;
- гексахлоран — концентрація 0,015 мг/л; ГДК – 0,02 мг/л.

Розв'язок:

Визначаємо оцінку сумарного ефекту впливу декілька забруднюючих речовин на стан водойми за умовою (6.1):

$$\frac{0,035}{0,05} + \frac{4,7}{10} + \frac{0,015}{0,02} = 1,92$$

Висновок: Оцінка сумарного ефекту більша одиниці, сумарна дія цих речовин у зазначених концентраціях є небезпечною. Це зумовлює необхідність додаткової очистки стічних вод.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 20

Практична робота №7

Визначення необхідного ступеня очистки стічних вод за біологічною потребою кисню

Інтенсивний розвиток промисловості, комунального і сільського господарства спричиняє значне зростання споживання чистої питної та технічної води, призводить до збільшення кількості забруднених різними домішками відпрацьованих стічних вод. Скидання останніх у водойми зумовлює їх забруднення, а також, значно зменшуються ресурси чистої прісної води, погіршується стан довкілля.

Вимоги до скидання виробничих стічних вод у водойми зумовлені Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища” і регламентуються “Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами” та “Правилами санітарної охорони прибережних районів морів”.

Ступінь очистки стічних вод E_{BCK}^{CB} за $BCK_{повн}$ визначається за формулою:

$$E_{BCK}^{CB} = \frac{L_{\Phi}^{BCK} - L_H^{BCK}}{L_{\Phi}^{BCK}} \cdot 100 \% \quad (7.1)$$

де: L_{Φ}^{BCK} — фактичне $BCK_{повн}$ у стічній воді, що підлягає скиданню, $мг л^{-1}$;
 L_H^{BCK} — $BCK_{повн}$, якого необхідно досягти в процесі очищення, $мг л^{-1}$.

$$L_H^{BCK} = \frac{n-1}{10^{-k_1 t}} \left(L_{дон}^{BCK} - L_{\epsilon}^{BCK} \cdot 10^{-k_2 t} \right) + \frac{L_{дон}^{BCK}}{10^{-k_1 t}} \quad (7.2)$$

де: n — кратність розчинення води;

$L_{дон}^{BCK}$ — гранично допустиме значення BCK суміші стоків у воді, $мг л^{-1}$; L_{ϵ}^{BCK} — $BCK_{повн}$ водойми до скиду, $мг л^{-1}$;

k_1, k_2 — константи швидкості розчинення кисню стоками, водою водойми;

t — тривалість протікання води від випуску до необхідного січення.

Завдання: Визначити необхідний ступінь очистки стічних вод за біологічним споживанням кисню. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1. Вихідні дані для виконання розрахунків

n	$L_{\Phi}^{BCK}, мг л^{-1}$	$L_{дон}^{BCK}, мг л^{-1}$	$t, доб$	K_1	L_{ϵ}^{BCK}
15	300	2,1	0,25	0,07	1,5

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №7

№ вар.	n	$L_{\Phi}^{BCK}, мг л^{-1}$	$L_{дон}^{BCK}, мг л^{-1}$	$t, доб$	K_1	L_{ϵ}^{BCK}
1	2	3	4	5	6	7
1	15	300	2,1	0,25	0,07	1,5
2	16	270	2,2	0,13	0,08	1,2
3	17	280	2,3	0,2	0,09	1,1
4	18	190	2,4	0,15	0,065	0,9
5	19	200	2,5	0,25	0,075	0,6
6	20	210	2,6	0,15	0,08	1,6
7	19	220	2,7	0,25	0,075	1,8
8	18	230	2,8	0,2	0,07	2,0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015				Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020	
	Екземпляр № 1				Арк / 21	

9	17	240	2,9	0,15	0,08	1,3
10	16	250	2,8	0,2	0,085	0,8
11	15	260	2,7	0,15	0,08	0,2
12	14	270	2,6	0,2	0,075	0,5
13	18	280	2,5	0,25	0,08	0,7
14	17	290	2,4	0,2	0,085	0,8
15	16	200	2,3	0,15	0,08	1,4
16	15	210	2,2	0,18	0,075	1,5
17	14	220	2,1	0,16	0,07	1,2
18	19	230	2,0	0,22	0,08	1,1
19	20	240	2,9	0,21	0,065	0,9
20	19	250	2,8	0,23	0,075	0,6
21	18	260	2,7	0,2	0,08	1,6
22	17	270	2,6	0,18	0,075	1,8
23	15	220	2,5	0,19	0,08	2,0
24	14	230	2,4	0,2	0,085	1,3
25	13	240	2,3	0,14	0,09	0,8
26	12	200	2,2	0,16	0,08	0,2
27	11	190	2,1	0,2	0,085	0,5
28	10	195	2,0	0,17	0,075	0,7
29	13	215	2,3	0,14	0,09	0,8
30	18	280	2,5	0,2	0,08	0,75

Примітка: константа K_2 швидкості розчинення кисню стоками і водою дорівнює нулю.

Розв'язок:

1. Розраховуємо $BCK_{повн}$, якого необхідно досягти в процесі очищення стічних вод за формулою (7.2):

$$L_{н}^{BCK} = \frac{15 - 1}{10^{-0,07 \cdot 0,25}} \cdot (2,1 - 1,5 \cdot 10^{-0,07 \cdot 0}) + \frac{2,1}{10^{-0,07 \cdot 0,25}} = 10,93 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}.$$

2. Ступінь очистки стічних вод E_{BCK}^{CB} за $BCK_{повн}$ визначаємо за формулою (7.1):

$$E_{BCK}^{CB} = \frac{300 - 10,93}{300} \cdot 100 \% = 96,5 \%$$

Висновок: Дані розрахунків стверджують, що якість стічних вод задовільна і вода не потребує додаткової очистки.

Практична робота №8

Визначення концентрації нафтопродуктів у загальному стоці водоїм

Джерелами забруднення природних вод нафтою та нафтопродуктами є промисловість, транспорт, морські бази та ін. Забруднення є отруйними при концентраціях більше $0,05 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ — при цьому змінюються смакові якості риби, вона набуває неприємного присмаку нафти, від якого неможливо позбавитись. При концентрації нафти у воді більше $0,5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ гине риба, а при вмісті нафтопродуктів у воді $\sim 1,2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ гине планктон, бентос, водоплавні птахи.

Розповсюдження на поверхні води 1 т нафти, остання утворює плівку площею 12 км^2 , яка порушує газо- та вологообмін океану та атмосфери, зменшує надходження у воду кисню, погіршує біохімічний режим водоїм, зменшує випаровування.

Концентрація нафтопродуктів $C_{нп}$ у загальному стоці визначається за формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 22

$$c_{nn} = \frac{m_{nn}}{V_3}, \quad (8.1)$$

де m — маса нафтопродуктів, які містяться у стічних водах, $мг$;
 V_3 — загальний об'єм стічних вод, $м^3 \cdot год^{-1}$.

Маса нафтопродуктів у стічних водах визначається за формулою:

$$m_{nn} = c_{nn} \cdot V_{nn}, \quad (8.2)$$

де V_{nn} — об'єм стічних вод, які містять нафтопродукти, $м^3 \cdot год^{-1}$.

Завдання:

У водойму рибогосподарського призначення надходять з різних промислових підприємств та комунально-побутового господарства — $1100 м^3 \cdot год^{-1}$ стічних вод. В одному зі стоків містяться нафтопродукти в емульсійному стані з концентрацією $0,22 мг \cdot л^{-1}$, об'ємом $210 м^3 \cdot год^{-1}$. Визначити концентрацію нафтопродуктів в загальному стоці. Зробити відповідні висновки (порівняти розрахункове значення концентрації нафтопродуктів у стічній воді зі значенням ГДК).

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №8

№ вар.	$V, м^3 \cdot год^{-1}$	$V_{nn}, м^3 \cdot год^{-1}$	$c_{nn}, мг \cdot л^{-1}$	№ вар.	$V_3, м^3 \cdot год^{-1}$	$V_{nn}, м^3 \cdot год^{-1}$	$c_{nn}, мг \cdot л^{-1}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1000	210	0,2	16	1650	123	0,2
2	1500	300	0,15	17	2000	325	0,15
3	1650	158	0,36	18	900	254	0,36
4	2000	465	0,29	19	800	365	0,29
5	900	123	0,08	20	780	145	0,8
6	800	325	0,09	21	658	256	0,09
7	780	254	0,1	22	985	325	0,34
8	658	365	0,24	23	965	348	0,56
9	985	145	0,3	24	1250	100	0,1
10	745	256	0,38	25	560	269	0,22
11	259	325	0,34	26	800	287	0,045
12	965	348	0,56	27	1000	463	0,25
13	1250	198	0,1	28	1500	378	0,15
14	560	298	0,22	29	760	147	0,36
15	800	378	0,045	30	831	149	0,26

Розв'язок:

1. Розраховуємо масу нафтопродуктів, яка міститься в стічній воді за формулою (8.2):

$$m_{nn} = 0,22 \cdot 210 \cdot 10^3 = 46,2 \cdot 10^3 мг.$$

2. Визначаємо концентрацію нафтопродуктів c_{nn} у загальному стоці за формулою (8.1):

$$c_{nn} = \frac{4,62 \cdot 10^3}{1100 \cdot 10^3} = 0,042 мг \cdot л^{-1}.$$

Висновок. Порівнюючи розрахункове значення концентрації нафтопродуктів у стічних водах зі значенням ГДК, яке складає $0,05 мг \cdot л^{-1}$, видно, що концентрація нафтопродуктів в стічній воді не перевищує ГДК. Тому немає необхідності очистки стічних вод перед їх скидом у природну водойму.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 23

Практична робота №9

Визначення ступеня радіоактивного забруднення продуктів харчування

Значення допустимих рівнів встановлені, виходячи з того, що вміст Ph у продуктах харчування забезпечує неперевищення річної дози внутрішнього опромінювання 1мЗв . При цьому опромінення внаслідок надходження інших техногенних і природних Ph не враховується. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в харчових продуктах і питній воді наведені в таблиці 9.1.

Продукти харчування придатні до реалізації і вживання, якщо виконується співвідношення:

$$\frac{C_{Cs}}{DP_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{DP_{Sr}} \leq 1, \quad (9.1)$$

де C_{Cs} і C_{Sr} — результати вимірювання питомої активності РН в даному харчовому продукті;

DP_{Cs} і DP_{Sr} — нормативний вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr в даному харчовому продукті.

У випадку не виконання умов співвідношення, реалізація продукту і його вживання заборонені.

Таблиця 9.1. Значення допустимих рівнів Ph ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, $\text{Бк}\cdot\text{л}^{-1}$

№ з/п	Назва продукту	$DP^{137}\text{Cs}$	$DP^{90}\text{Sr}$
1	Хліб, хлібопродукти	20	5
2	Картопля	60	20
3	Овочі (листяні, коренеплоди, столова зелень)	40	20
4	Фрукти	70	10
5	М'ясо, м'ясопродукти	200	20
6	Риба і рибна продукція	150	35
7	Молоко і молокопродукти	100	20
8	Яйце (шт.)	6	2
9	Вода	2	2
10	Молоко згущене і консервоване	300	60
11	Молоко сухе	500	100
12	Свіжі дикорослі ягоди і гриби	500	50
13	Сушені дикорослі ягоди і гриби	2500	250
14	Лікарські рослини	600	200
15	Інші продукти	600	200
16	Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5

Завдання: Визначити ступінь забруднення харчових продуктів ^{137}Cs і ^{90}Sr . Зробити відповідні висновки

Вихідні дані для виконання практичної роботи наведені в табл. 9.2.

Таблиця 9.2. Вміст радіонуклідів в продуктах харчування ($\text{Бк}/\text{кг}$, $\text{Бк}/\text{л}$)

^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
хліб		овочі		м'ясо		молоко	
12	3	27	7	110	3	60	11

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 9.3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 24

Таблиця 9.3. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №9

№ вар.	Вміст радіонуклідів в продуктах харчування (Бк/кг, Бк/л)															
	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰
	хліб		картопля		овочі		фрукти		м'ясо		риба		молоко		яйця	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	12	3			27	7			110	3			60	11		
2			40	8			40	2			118	17			4	0,5
3	11	4			31	6			88	7			59	13		
4			30	10			36	3			120	13			5	0,8
5	13	2			18	11			116	5			78	8		
6			25	12			45	2			99	17			2	0,9
7	10	2			19	10			97	4			66	7		
8			20	11			20	7			113	20			3	1
9	9	3			21	9			90	11			57	13		
10			35	9			29	6			97	18			2	1,1
11	9	2			26	7			118	9			47	12		
12			40	7			31	11			91	16			4	0,7
13	14	2			18	9			121	8			51	10		
14			38	8			34	7			101	21			3	0,3
15	12	2			17	11			99	10			90	3		
16			37	9			38	6			107	23			4	0,2
17	13	3			16	8			107	9			60	4		
18			41	6			51	2			99	12			2,5	1,3
19	14	3			15	10			100	5			59	7		
20			42	5			56	3			102	18			4,1	0,5
21	11	3			12	8			76	11			61	11		
22			34	9			50	5			75	15			2,7	1,3
23	10	2			13	10			87	7			70	13		
24			27	11			37	11			85	16			3,1	0,6
25	11	2			21	7			93	8			58	11		
26			16	9			38	6			95	19			3,4	0,7
27	9	3			30	7			85	15			61	12		
28			21	10			30	8			107	17			2,9	1,1
29	8	3			31	8			77	17			76	3		
30			27	13			52	2			118	19			2,6	0,9

Розв'язок:

Ступінь забрудненості продуктів харчування Ph визначається за формулою 9.1.

Хліб:

$$\frac{12}{20} + \frac{3}{5} = 1,2$$

Овочі:

$$\frac{27}{40} + \frac{7}{20} = 1,025$$

М'ясо:

$$\frac{110}{200} + \frac{3}{20} = 0,7$$

Молоко:

$$\frac{60}{100} + \frac{11}{20} = 1,15$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 25

Висновок: Продукти, крім продуктів спеціального дитячого харчування, придатні до реалізації та вжитку, якщо виконується співвідношення згідно формули 8.1. В нашому випадку до реалізації та вживання придатне тільки м'ясо і в певній мірі овочі після ретельної промивки гарячою водою.

Практична робота №10 **Визначення ступеня впливів електромагнітних полів**

Ступінь впливу електромагнітного поля (ЕМП) на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії, характеру випромінювання, режиму опромінення, індивідуальних особливостей організму тощо. Змінне ЕМП являє собою сукупність магнітного та електричних полів і поширюється в просторі у вигляді електромагнітних хвиль. Основні параметри, що характеризують електромагнітне поле є напруженість магнітної складової ЕМП ($H, A \cdot m^{-1}$) та електрична складова ЕМП ($E, B \cdot m^{-1}$).

У випадку одночасного впливу декількох джерел, які працюють в частотному діапазоні (60 кГц–300 МГц) і для яких встановлені різні значення гранично допустимих рівнів (ГДР) напруженості ЕМП, повинна забезпечуватись умова:

$$\left(\frac{E_1}{E_{ГДР_1}}\right)^2 + \left(\frac{E_2}{E_{ГДР_2}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{E_n}{E_{ГДР_n}}\right)^2 \leq 1 \quad (10.1)$$

де: E_1, E_2, E_n — виміряні значення

напруженості електричної складової ЕМП;

$E_{ГДР_1}, E_{ГДР_2}, E_{ГДР_n}$ — гранично допустимі рівні впливу для відповідного частотного діапазону (табл. 10.1)

Таблиця 10.1. Допустимі рівні напруженості електромагнітного поля радіочастотного діапазону

Діапазон частот, Гц	Допустимі рівні напруженості	
	За електричною складовою (E), В/м	За магнітною складовою (H), А/м
60 кГц – 3 МГц	50	5 (1,5 МГц)
3 МГц – 30 МГц	20	—
30 МГц – 50 МГц	10	0,3
50 МГц – 300 МГц	5	—

Завдання: Визначити ступінь сумарної дії декількох джерел ЕМП (за електричною складовою) в радіочастотному діапазоні. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 10.2.

Таблиця 10.2. Вихідні дані для виконання практичної роботи №10

Джерело 1	Джерело 2	Джерело 3	Джерело 4
60 кГц – 3 МГц	3 МГц – 30 МГц	30 МГц – 50 МГц	50 МГц – 300 МГц
25,5 В/м	11 В/м	4,8 В/м	1,3 В/м

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи (рівні випромінювання джерел ЕМП, А/м)

№ варіант	Частотний діапазон та рівні випромінювання			
	Джерело 1	Джерело 2	Джерело 3	Джерело 4
	60 кГц – 3 МГц	3 МГц – 30 МГц	30 МГц – 50 МГц	50 – 300 МГц
1	2	3	4	5
1	30	1	30	1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1			Арк / 26

2	25	2	25	2
3	20	3	20	3
4	18	4	18	4
5	31	5	31	5
6	28	6	28	6
7	29	7	29	7
8	31	8	31	8
9	40	9	40	9
10	28	10	28	10
11	36	11	36	11
12	38	12	38	12
13	37	13	37	13
14	36,5	14	36,5	14
15	35,6	15	35,6	15
16	27,8	16	27,8	16
17	30,5	17	30,5	17
18	41	18	41	18
19	34,8	19	34,8	19
20	39,5	20	39,5	20
21	28,6	21	28,6	21
22	38,7	22	38,7	22
23	35,1	23	35,1	23
24	34,9	24	34,9	24
25	29,5	25	29,5	25
26	36,8	26	36,8	26
27	31,6	27	31,6	27
28	29,7	28	29,7	28
29	34,6	29	34,6	29
30	38,3	30	38,3	30

Розв'язок: Визначаємо ступінь сумарної дії чотирьох джерел ЕМП в радіо – частотному діапазоні за формулою (10.1):

$$\left(\frac{25,5}{50}\right)^2 + \left(\frac{11}{20}\right)^2 + \left(\frac{4,8}{10}\right)^2 + \left(\frac{1,3}{5}\right)^2 = 0,26 + 0,3 + 0,23 + 0,067 = 0,86$$

Висновок: Ступінь сумарної дії чотирьох джерел ЕМП в радіочастотному діапазоні не перевищує допустимого рівня, так як виконується умова.

Практична робота №11

Визначення гранично допустимих шумових характеристик машин в октавних смугах частот

Основною шумовою характеристикою машини є рівні її звукової потужності в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63 – 8000 Гц, на основі яких машини порівнюються за шумовими властивостями.

Значення гранично допустимих рівнів шумових характеристик (ГДШХ) машин встановлюється з урахуванням вимог забезпечення на робочих місцях допустимих рівнів шуму у відповідності з головним призначенням машини і вимогами розділу 2 ГОСТ 12.1.003-83.

Значення ГДШХ, яка встановлюється в октавних смугах частот рівнів звукового тиску, визначається для кожної октавної смуги за формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 27

$$L_{w_i} = L_{\partial_i} + 10 \lg \frac{S_n}{S_o} - \Delta L \quad (11.1)$$

де: L_{a_i} — гранично допустимий рівень звукового тиску в октаві (еквівалентний рівень звуку на робочих місцях за ГОСТ 12.1.003-83 або в місцях знаходження людини згідно з відповідними нормативами);

S_n — площа вимірювальної поверхні, яка знаходиться на відстані 1 м від зовнішнього контуру машини, м²;

$$S_o = 1 \text{ м}^2;$$

ΔL — поправка на групове встановлення машин в типових умовах експлуатації.

Значення поправки ΔL приймається 10; 6 і 3 дБ для машин з габаритними P_2 розмірами відповідно до 1,5; 3,5, і 5 м. Для одиночного встановлення машин з габаритними розмірами понад 5 м — 0 дБ.

Таблиця 11.1. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот на робочих місцях у виробничих приміщеннях

Рівні звукового тиску в дБ, в октавних смугах частот, Гц								
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
107	95	87	82	78	75	73	71	69

Якщо фактичні значення октавних рівнів звукового тиску на робочих місцях за типових умов експлуатації машин менші за встановлені стандартом, то вони підставляються у формулу як L_{∂_i} .

Площу вимірювальної поверхні полусфери визначають за формулою:

$$S_n = 2\pi \cdot R^2, \text{ м}^2, \quad (11.2)$$

де R — відстань від робочого місця до центру проекції машини, м.

Завдання: Визначити гранично допустиму шумову характеристику машини в октавних смугах частот. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в таблиця 11.2

Таблиця 11.2. Дані для виконання розрахунків

Середньгеометричні частоти, Гц				P_2 , м	R , м
31,5	125	250	1000	1,8	2,2

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 11.3.

Таблиця 11.3. Вихідні дані для рішення розрахункової роботи №11

№ вар.	Середньгеометричні частоти, Гц				P_2 , м	R , м
	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7
1	31,5	125	1000	8000	1,6	2,2
2	63	250	500	4000	1,8	2,4
3	125	500	1000	800	2	2,5
4	31,5	250	2000	4000	2,2	2,6
5	250	500	1000	400	2,4	2,9
6	125	1000	2000	8000	2,6	3,2
7	31,5	250	1000	4000	2,8	3,4
8	125	500	2000	800	3,0	3,5
9	250	1000	2000	4000	3,2	3,7
10	31,5	125	500	2000	3,4	3,9

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015				Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020	
	Екземпляр № 1				Арк / 28	

11	63	250	1000	4000	3,6	4,2
12	250	1000	4000	8000	3,8	4,4
13	125	500	2000	4000	4,0	4,6
14	63	250	1000	4000	4,2	4,8
15	31,5	125	500	2000	4,4	5
16	63	125	250	500	4,6	5,2
17	31,5	63	125	250	4,8	5,3
18	125	250	500	1000	5	5,5
19	250	500	1000	2000	5,2	5,7
20	500	1000	2000	4000	5,4	5,9
21	1000	2000	4000	8000	1,2	1,6
22	31,5	125	500	4000	1,4	2,0
23	63	250	1000	2000	1,6	2,1
24	31,5	63	125	250	1,8	2,3
25	63	125	250	500	2,0	2,6
26	125	250	500	1000	5,2	5,8
27	250	500	1000	2000	5,4	6,0
28	63	125	250	500	1,8	2,4
29	125	250	500	1000	2,0	2,5
30	250	500	1000	2000	2,2	2,7

Примітка. Клас машин можуть становити токарні, фрезерні, стругальні, заточні верстати, конвеєри, компресори та інші обладнання.

Розв'язок:

1. Вибираємо рівні звукового тиску для відповідних середньгеометричних частот.

Вони будуть відповідати гранично допустимим рівням звукового тиску L_{d_i} .

2. Визначаємо площу вимірювальної поверхні за формулою(9.4):

$$S_n = 2 \pi \cdot 2,2^2 = 30,39, \text{ м}^2.$$

3. Поправку на групове встановлення машин вибираємо за умов габаритних розмірів машин. В нашому випадку $\Delta L=3 \text{ дБ}$.

4. Визначаємо ГДШХ для фрезерного верстата в октавних смугах частот:

- Для 31.5 Гц:

$$L_{w1} = 95 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 106,8 \text{ дБ}.$$

- Для 125 Гц:

$$L_{w2} = 87 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 98,8 \text{ дБ}.$$

- Для 250 Гц:

$$L_{w3} = 78 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 89,8 \text{ дБ}.$$

- Для 1000 Гц:

$$L_{w4} = 75 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 86,8 \text{ дБ}.$$

Висновок. Зі збільшенням середньгеометричної частоти рівень звукового тиску зменшується.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 29

Практична робота №12

Оцінка шумового навантаження, яке отримує робітник протягом робочого дня

Сучасне виробництво, необхідною умовою якого є інтенсивне запровадження нової техніки і технологій з великою потужністю та високими робочими швидкостями, формує умови праці із значними шумовими навантаженнями. Інтенсивний виробничий шум, негативно впливаючи на нервову систему, а через неї на функції життєво важливих органів людини, призводить до передчасної стомленості робітників, зниження продуктивності праці. Для визначення шумового навантаження, яке одержує робітник протягом зміни, крім застосування спеціальних вимірювальних приладів можна скористатися наступною формулою:

$$L_{кор.екв} = L_{кор} + 10 Lg(t \cdot t_{зм}^{-1}), \quad (12.1)$$

де: $L_{кор.екв}$ — еквівалентний коригований рівень шуму (дБА);

t — тривалість дії шуму, год.; $t_{зм}$ — тривалість зміни, год.;

$L_{кор}$ — коригований рівень шуму, дБА.

Коригований рівень шуму вимірюють безпосередньо шумомірами за шкалою «А» або обчислюють на основі рівнів звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Коригований рівень звуку за відомими рівнями звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5...8000 Гц може бути визначений за формулою:

$$L_{кор} = 10 \cdot Lg \left[\sum_i^n 10^{\frac{L_{fi} - n_{fi}}{10}} \right], \quad (12.2)$$

де: $i \dots n$ — кількість октавних смуг досліджуваного діапазону;

L_{fi} — рівень звукового тиску в певній октавній смузі (див. табл. 12.1);

n_{fi} — значення корекції (див. табл. 12.2).

Таблиця 12.1

Рівень звукового тиску в певній октавній смузі

Рівень звукового тиску, дБ в октавних смугах частот, Гц						
31,5	63	125	250	500	1000	2000
90	87	82	78	75	73	71

Таблиця 12.2

Значення корекції (n_{fi}) для середньо геометричних частот

Коефіцієнти корекції, дБ в октавних смугах частот, Гц						
31,5	63	125	250	500	1000	2000
39,5	26,2	16,1	8,6	32	0	-1,2

Завдання: Визначити шумове навантаження на робочому місці, яке одержує робітник протягом зміни (8 год.). Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для виконання розрахунків: октавні смуги частот, Гц 63, 250, 1000, 2000; тривалість дії шуму — 4,3 год.

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 12.3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 30

Таблиця 12.3. Вихідні дані для рішення розрахункової роботи №12

№ вар.	t, год.	№ вар.	t, год.	№ вар.	t, год.	№ вар.	t, год.	№ вар.	t, год.
1	2,1	7	3,0	13	5,8	19	5,7	25	5,5
2	3,8	8	2,75	14	6,1	20	6,0	26	2,7
3	2,3	9	3,3	15	5,0	21	5,3	27	2,65
4	3,1	10	3,8	16	2,9	22	5,1	28	3,05
5	2,6	11	4,0	17	2,8	23	3,3	29	4,45
6	4,7	12	4,3	18	4,1	24	4,4	30	1,85

(тривалість дії шуму протягом зміни, дБа)

Примітка:

- для варіантів від 1 до 10 взяти октавні смуги 31.5, 63, 125, 250 Гц;
- для варіантів від 11 до 20 — октавні смуги 63, 125, 250, 500 Гц;
- для варіантів від 21 до 30 — октавні смуги 250, 500, 1000, 2000 Гц.
- Тривалість зміни 8 год.

Розв'язок:

1. Коригований рівень звуку за відомими рівнями звукового тиску в октавних смугах частот визначаємо за формулою (12.2). Рівень звукового тиску в певній октавній смузі вибираємо з табл. 12.1., а значення корекції табл. 12.2.

$$L_{кор} = 10 \cdot Lg \left(10^{\frac{87-26.2}{10}} + 10^{\frac{78-8.6}{10}} + 10^{\frac{73-0}{10}} + 10^{\frac{71-(-1.2)}{10}} \right) = 7,6 \text{ дБа} .$$

2. Шумове навантаження, яке одержує робітник протягом зміни, розраховуємо за формулою (12.1):

$$L_{кор.ев} = 76,6 + 10 Lg (4,3 \cdot 8^{-1}) = 73,8 \text{ дБа} .$$

Висновок: Шумове навантаження, яке одержує робітник протягом зміни задовольняє допустимим рівням звукового тиску див. табл. 12.1.

Практична робота №13

Визначення дози радіоактивного опромінення, яку отримують робітники і службовці за встановлений час роботи у виробничих приміщеннях

Вплив іонізуючого випромінювання на організм людини може бути зовнішнім і внутрішнім (коли радіоактивна речовина потрапила в організм людини при вдиханні чи з їжею) та комбінованим.

Іонізуюче випромінювання, проникаючи в організм людини, передає свою енергію органам та тканинам шляхом збудження та іонізації атомів і молекул, що входять до складу клітин організму. Це веде до зміни хімічної структури різноманітних з'єднань, що призводить до порушення біологічних процесів, обміну речовин, функції кровотворних органів, змін у складі крові, призводить до втрати людьми працездатності. Тривалий вплив іонізуючого випромінювання на людину в дозах, що перевищує гранично допустимі, може викликати променеву хворобу, а у випадку значного перевищення призводить до загибелі. Доза опромінення ($D_{оп}$) після ядерного вибуху визначається за формулою:

$$D_{оп} = \frac{5P_1(t_{поч}^{-0,2} - t_{кін}^{-0,2})}{K_{посл}} \quad (13.1)$$

де: P_1 — рівень радіації, перерахований на 1 год, після початку радіоактивного забруднення, випромінювання (наприклад ядерного вибуху); P год.⁻¹;

$t_{поч}$ — початок часу радіоактивного опромінювання, год

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 31

$t_{кінц} = t_{поч} + t_{роб}$ – час закінчення перебування в зоні радіоактивного забруднення, год;
 $K_{посл}$ — коефіцієнт послаблення радіоактивного випромінювання.

Рівень радіації P_1 , перерахований на 1 год. після вибуху визначається за виразом:

$$P_1 = P_n \cdot K_n, \quad (13.2)$$

де P_n — рівень радіації через n годин ($t_{поч}$);

K_n — коефіцієнт перерахунку (табл. 13.1).

Таблиця 13.1. Коефіцієнт перерахунку рівнів радіації

$t_{поч}, \text{ГОД.}$	K	$t_{поч}, \text{ГОД.}$	K	$t_{поч}, \text{ГОД.}$	K
0,5	0,43	3,5	4,5	8,5	13,04
0,75	0,71	4,0	5,28	9,0	13,96
1,0	1,0	4,5	6,08	9,5	14,9
1,25	1,31	5,0	6,9	10,0	15,85
1,5	1,63	5,5	7,73	11	17,77
1,75	1,66	6,0	8,59	12	19,72
2,0	2,3	6,5	9,45	13	21,71
2,25	2,65	7,0	10,33	40	83,66
2,5	3,0	7,5	11,22	50	109,3
3,25	4,11	8,0	12,13	100	251,2

Завдання: Територія на якій розташований механічний цех підпала радіоактивному забрудненню з рівнем радіації P_n . Робітники і службовці знаходяться в виробничій одноповерховій споруді (механічний цех). В такому випадку коефіцієнт послаблення від радіоактивного забруднення становить

$$K_{посл} = 7.$$

Дані для виконання розрахунків наведені в табл. 13.1. Визначити дозу опромінювання, яку отримають робітники та службовці механічного цеху після ядерного вибуху. Зробити відповідні висновки.

Таблиця 13.1. Дані для виконання розрахунків

$t_{поч}, \text{год.}$	$t_{роб}, \text{год.}$	$P_n, P \cdot \text{год}^{-1}$	K
0,25	6	210	7

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 13.2.

Таблиця 13.2. Вихідні дані для виконання розрахункової роботи

№ вар	$t_{поч}, \text{год.}$	$t_{роб}, \text{год.}$	$P_n, P \cdot \text{год}^{-1}$	№ вар	$t_{поч}, \text{год.}$	$t_{роб}, \text{год.}$	$P_n, P \cdot \text{год}^{-1}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,5	8	200	16	6,5	6	70
2	0,75	7	170	17	7,0	7	75
3	1,0	6	160	18	7,5	8	60
4	1,25	5	150	19	8,0	9	50
5	1,5	3	120	20	8,5	10	45
6	1,75	4	100	21	9,0	5	30
7	2,0	5	90	22	9,5	6	20
8	2,25	6	70	23	10	7	18
9	2,5	7	60	24	11	8	17

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1		Арк / 32

10	3,25	8	70	25	12	9	16
11	3,5	9	60	26	13	10	20
12	4,0	10	50	27	4,5	8	21
13	5,0	3	60	28	40	7	6
14	5,5	4	50	29	50	5	5
15	6	5	70	30	100	4	2

Розв'язок:

- Визначимо рівень радіації, перерахований на 1 год, після вибуху згідно формули 13.2. Коефіцієнт перерахунку беруть з таблиці 13.1

$$P_1 = 210 \cdot 0,71 = 149,1 \text{ Р} \cdot \text{год}^{-1}$$

- Дозу опромінення розраховуємо за формулою 13.1:

$$D_{оп} = \frac{5 \cdot 149,1 \cdot (0,71^{-0,2} - 6^{-0,2})}{7} = 40,4 \text{ Р}$$

Висновок. Доза радіоактивного опромінювання, яку отримали робітники, залежить від часу перебування в зоні радіоактивного забруднення та захисних засобів.

9. Методи контролю

Система оцінювання знань студентів за дисципліною “Екологічна географія та екотуризм” включає поточний, модульний та підсумковий семестровий контроль знань – залік у 8 семестрі. Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

Максимальна кількість балів, яку має можливість набрати студент за кожний змістовий модуль, складає 25 балів за 1 змістовний модуль та 50 балів за залік. Підсумкова оцінка визначається як сума балів, набраних студентом за кожний змістовий модуль, та балів, отриманих на заліку.

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

Видами поточного контролю можуть бути у відповідності з програмою: опитування, контрольні роботи, тести, колоквиуми, наукові повідомлення тощо.

При поточному контролі під час практичних занять оцінці підлягають: рівень знань, продемонстрований у відповідях, активність при обговоренні питань, систематичність роботи на заняттях, результати виконання домашніх завдань, практичних завдань), експрес-контролю у формі тестів та колоквиумів, письмових контрольних робіт, в тому числі модульних підсумкових.

Співвідношення складових оцінювання при поточному контролі у кожному змістовному модулі:

Форми контролю знань при поточному контролі	Оцінка (у балах)
усна відповідь	до 5 балів
доповнення відповіді	до 1 балу
експрес-опитування	до 2 балів
самостійна робота	до 2 балів
тестування	до 3 балів

МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ

Модульний контроль (сума балів за кожний змістовий модуль - **ЗМ**) проводиться на відповідному практичному та семінарському занятті після вивчення **ЗМ1**. **Модульний контроль** проводиться на підставі оцінок поточного контролю та результатів модульних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 33

контрольних робіт, виконанням яких завершується вивчення матеріалу за кожним модулем. Впродовж семестру виконується 1 модульна контрольна робота.

Підсумкова кількість балів за модулі виставляється як сума балів за всіма формами поточного контролю плюс оцінка за модульні контрольні роботи.

ПІДСУМКОВИЙ СЕМЕСТРОВИЙ КОНТРОЛЬ

Підсумковий семестровий контроль у 8 семестрі проводиться у формі *заліку* та передбачає, що підсумкова оцінка з даної дисципліни визначається як сума оцінок за модулями.

Підсумковий семестровий контроль у 9 семестрі проводиться у формі *екзамену* та передбачає, що підсумкова оцінка з даної дисципліни визначається як сума оцінок за модулями.

10. Розподіл балів

Для оцінювання якості виконання завдання (досягнення певної навчальної цілі) використовуються еталони рішень – зразки правильного й повного рішення. Еталоном для теоретичних питань є інформаційний матеріал із фахових джерел з відповідним посиланням. Еталоном для практичних питань є алгоритми розв'язання задач та приклади їх рішень. Оцінювання рівня засвоєння навчального матеріалу здійснюється через коефіцієнт засвоєння:

$$K3 = N/P,$$

де N – правильно виконані істотні операції рішення (відповіді);

P – загальна кількість визначених істотних операцій.

Критерії визначення оцінок:

«відмінно» – $K3 > 0,9$;

«добре» – $K3 = 0,8...0,9$;

«задовільно» – $K3 = 0,7...0,8$;

«незадовільно» – $K3 < 0,7$.

"Відмінно" виставляється, якщо під час відповіді на питання лекційного модулю студент проявив основні та похідні компетентності у повному обсязі, які передбаченні програмою, при цьому показав високі знання понятійного апарату, основних та додаткових інформаційних джерел на рівні творчого їх використання, уміння аргументувати своє ставлення до відповідних економічних категорій, залежностей та явищ. При виконанні завдання практичного модуля студент вирішує питання без помилок, пропонує (або застосовує) декілька підходів в вирішенні задач та ситуаційних вправ.

"Добре" виставляється, якщо під час відповіді на питання лекційного модулю студент проявив основні та похідні компетентності, що сформовані суто за програмним матеріалом, знання та уміння на рівні аналогічного відтворення, помилився при використанні термінологічного апарату, при цьому показав знання тільки основних інформаційних джерел. При виконанні завдання практичного модуля студент допускає незначні, неprincipові помилки, які не впливають на результат розв'язування задач або формує безальтернативний підхід при виконанні ситуаційних вправ.

"Задовільно" виставляється, якщо під час відповіді на питання в лекційному модулі студент виявив знання та уміння за програмним матеріалом на рівні репродуктивного відтворення, не зміг переконливо аргументувати свою відповідь, допустив помітні помилки, але такі, що не перешкоджають подальшому навчання. При виконанні завдання практичного модуля студент формує тільки напрямок розв'язання задачі або виконання ситуаційної вправи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 34

"Незадовільно" виставляється, якщо студент дав неправильну або неповну відповідь на питання лекційного модулю, ухилився від аргументувань, показав незадовільні знання термінологічного апарату і суті навчальних інформаційних джерел, не виявив відповідних професійних компетентностей.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 35

11. Рекомендована література

Основна література

1. Водний кодекс України [Електронний ресурс] : від 6.06.1995 № 213/95-ВР (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
2. Лісовий кодекс України [Електронний ресурс] : від 21.01.1994 № 3852-ХІІ (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>.
3. Кодекс України про надра [Електронний ресурс] : від 27.07.1994 № 132/94-ВР (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text>.
4. Земельний кодекс України [Електронний ресурс] : від 25.10.2001 № 2768-ІІІ (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>.
5. Про охорону навколишнього природного середовища [Електронний ресурс] : Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.
6. Про природно-заповідний фонд України [Електронний ресурс] : Закон України від 16.06.1992 № 2456-ХІІ (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12/ed20170903#Text>.
7. Про охорону атмосферного повітря [Електронний ресурс] : Закон України від 16.06.1992 № 2707-ХІІ (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>.
8. Про оцінку впливу на довкілля [Електронний ресурс] : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VІІІ (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.
9. Про відходи [Електронний ресурс] : Закон України від 05.03.1998 № 187/98-ВР (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>.
10. Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності [Електронний ресурс] : Закон України від 05.04.2007 № 877-V (зі змінами). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/877-16#Text>.

Додаткова література

1. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум. Навч. посіб. — К.: Лібра, 2006. — 368 с.
2. Долгілевич М.Й., Вінічук М.М. Загальна екологія. Навчальний посібник. Житомирський інженерно-технологічний інститут. Житомир. – 2000. – 158 с.
3. Джигирей В. С., Сторожук В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та, охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Львів, Афіша. 2000 – вивчає взаємозв'язки видів з оточуючим середовищем (вплив середовища на 272 с.
4. Злобін Ю.А. Основи екології. К.: Видавництво «Лібра», ТОВ, 1998. - 248 с.
5. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія: Навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 416 с.
6. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500 с.
7. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособ. для вузов.- М.: Высш. шк., 2002. – 560 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Офіційний сайт Верховної ради України (<http://rada.gov.ua/>);
2. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/02/184.00.1/МБ/ ОК-8-2020
	Екземпляр № 1	Арк / 36

- (<https://mepr.gov.ua/>);
3. Офіційний сайт Державної служби статистики України (<http://www.ukrstat.gov.ua/>).
 6. American trails [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.americantrails.org
 4. AppalachianTrailConcervancy [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://www.appalachiantrail.org>
 5. Rails-to-trails Conservancy [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.railstotrails.org/aboutUs/index.html
 6. Willamette National Forest [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.fs.fed.us/r6/willamette/recreation/trails
 7. Центр новин ООН // Сайт Організації Об'єднаних Націй [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : http://www.un.org/russian/news/story.asp?NewsID=16334#.U5Vu5HJ_tIE.
 8. Загальноєвропейська екологічна мережа // Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/the-natura-2000-and-the>
 9. Екозони// Електронний ресурс. - Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/biogeographic_realm
 10. Екорегіони суші // Електронний ресурс. - Режим доступу: http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/maps/
 11. Міжнародна Мережа Біосферних Резерватів // Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://en.unesco.org/biosphere>
 12. Прісноводні екорегіони // Електронний ресурс. - Режим доступу: http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/freshwater_ecoregions/
 13. Прісноводні екорегіони // Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://www.feow.org/download>
 14. Смарагдова мережа Європи. Етапи створення Смарагдової мережі // Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://rm.coe.int/the-emerald-network-a-tool-for-the-protection-of-european-natural-habi/168072843d>
 22. Смарагдова мережа України // Електронний ресурс. - Режим доступу: <http://uncg.org.ua/emerald>