

Р. В. ПЕТРУК

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.
КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Р. В. ПЕТРУК

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.
КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

Електронний навчальний посібник
комбінованого (локального та мережного) використання

Вінниця
ВНТУ
2024

УДК 504.05

ПЗ0

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 9 від 27.02.2024 р.)

Рецензенти:

А. П. Ранський, доктор хімічних наук, професор ВНТУ

Г. В. Сакалова, доктор технічних наук, професор ВДПУ
ім. М. М. Коцюбинського

Д. Х. Штофель, кандидат технічних наук, доцент ВНТУ

Петрук, Р. В.

ПЗ0 Екологічна безпека. Курсове проектування : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Петрук Р. В. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 98 с.

У навчальному посібнику розглянуто особливості написання та вимоги до курсової роботи з дисципліни «Екологічна безпека» студентами спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища», а також вимоги до теоретичної і розрахункової частин проекту, рекомендації до виконання еколого-технологічних розрахунків.

УДК 504.05

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО НАПИСАННЯ КУРСОВИХ РОБІТ	8
1.1 Загальні положення і методичні рекомендації.....	8
1.2 Тематика курсових робіт	9
1.3 Індивідуальне завдання	10
1.4 Обов'язки кафедри.....	10
1.5 Обов'язки деканата.....	11
1.6 Обов'язки наукового керівника.....	11
1.7 Вимоги щодо порядку викладення навчального матеріалу	12
1.7.1 Титульний аркуш.....	13
1.7.2 Зміст	13
1.7.3 Передмова	14
1.7.4 Основна частина	14
1.7.5 Висновки	16
2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	17
2.1 Вимоги до оформлення розділів і підрозділів.....	17
2.2 Правила написання текстів	18
2.3 Оформлення формул	19
2.4 Ілюстративне оформлення.....	21
2.5 Оформлення таблиць	23
2.6 Форматування списку використаних джерел	25
2.7 Додатки.....	25
3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ	29
3.1 Розрахунок рівнів забруднення поверхнево-активними речовинами у стічних водах.....	29
3.2 Розрахунок викидів забруднювальних речовин та обсягів відходів, що утворюються внаслідок технологічних процесів	31
3.2.1 Загальна характеристика місць виробництва пластикової тари.....	31
3.2.2 Розрахунок викидів забруднювальних речовин на ділянці з виробництва пластикової тари	33
3.3 Вимірювання реального хімічного навантаження на організм людини від забруднення повітря.....	36
3.4 Режими регулювання у сфері радіаційної безпеки.....	40
3.4.1 Регулювання вмісту радіоактивних речовин в атмосфері	43
3.4.2 Регулювання вмісту радіоактивних речовин у воді	43
3.4.3 Регулювання вмісту радіоактивних речовин у продуктах харчування.....	44
3.5 Науково-технічні критерії впливу на навколишнє середовище	46

3.5.1	Визначення ГДВ для шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери	46
3.5.2	Гранично допустимі викиди	52
3.5.3	Розрахунок допустимих концентрацій забруднювальних речовин у стічних водах	53
3.6	Нормування показників накопичення відходів	54
3.6.1	Джерела утворення відходів та їх класифікація	54
3.6.2	Показники накопичення відходів.....	55
3.7	Регулювання забруднення харчових продуктів	58
3.7.1	Стандарти забруднення продуктів харчування пестицидами	61
3.7.2	Гігієнічне оцінення продуктів тваринництва	63
3.7.3	Важкі метали в продуктах харчування	64
3.7.4	Регулювання забруднення харчових продуктів антимікробними речовинами	65
4	ТЕРМІНИ ТА ПРОЦЕДУРИ ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ	68
4.1	Процедура подання курсової роботи.....	68
4.2	Критерії оцінювання	69
	Рекомендована література	72
	Додаток А	74
	Додаток Б.....	76
	Додаток В	78
	Додаток Г	79
	Додаток Д.....	80
	Додаток Е	81
	Додаток Ж	82
	Додаток И.....	84

ПЕРЕДМОВА

Екологічна безпека – це стан і умови навколишнього природного середовища, за яких забезпечується екологічна рівновага і гарантується захист навколишнього природного середовища: біосфери, атмосфери, гідросфери, літосфери, космічного простору, складу видів рослинного і тваринного світу, природних ресурсів, а також збереження здоров'я і життя людини.

Відповідно до статті 50 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», екологічна безпека – це стан навколишнього природного середовища, за якого гарантується запобігання погіршенню стану навколишнього природного середовища і здоров'я людей.

Екологічна безпека – це сукупність дій, станів і процесів, які не завдають (або не створюють загрози задання) прямих чи опосередкованих серйозних збитків навколишньому природному середовищу, окремим особам або людству, на рівні, до якого людство може реагувати (адаптуватися, не зазнаючи серйозних втрат) у фізичному, соціально-економічному, технологічному і політичному відношеннях, і які забезпечують екологічну рівновагу. Це сукупність умов, явищ і дій, які забезпечують рівновагу.

Екологічна безпека визначається стосовно території держави, регіону, адміністративного району, населеного пункту (міста чи села) або народногосподарського об'єкта (нафтових і газових родовищ, промислових баз, заводів та інших виробництв, транспорту, енергетики, хімії, гірничодобувної промисловості, зв'язку тощо).

Екологічна безпека ґрунтується на:

- визнанні того факту, що людство є невід'ємною частиною природи і повністю залежить від навколишнього середовища;
- визнанні того, що природно-ресурсний (екологічний) потенціал Землі та її окремих регіонів є обмеженим і скінченим, а також необхідності його якісної та кількісної інвентаризації;
- неможливості штучного розширення природно-ресурсного (екологічного) потенціалу за межі природних систем;
- визначенні гранично допустимого вилучення та зміни природних ресурсів в екосистемах як середовищі існування;
- примусовому створенні соціально-економічних механізмів гомеостазу в системах «людина-природа» типу «природа-товар-гроші-природа» (за аналогією з механізмом «товар-гроші-товар»);
- тому, що в усіх галузях економіки прийнятними є лише «екологічно сумісні» технології та обладнання.

«Екологічна безпека» є інтегративною дисципліною організаційно-технологічного спрямування, яка узагальнює дані відповідної наукової і практичної діяльності та формує понятійно-категоріальний, теоретичний і

методологічний апарат, необхідний для подальших досліджень у багатьох сферах природоохоронної діяльності.

Метою викладання цієї дисципліни є формування у студентів знань з локальної екологічної безпеки, чіткого розуміння основних законодавчих актів щодо екологічної небезпеки та управління безпекою, а також практичних навичок та компетенцій щодо забезпечення екологічної безпеки.

Основними завданнями курсу екологічної безпеки є вивчення студентами основних ознак можливих екологічних криз, ситуацій, які є шкідливими або загрозованими для життя і здоров'я людини, живих істот та їх спільнот, а також вивчення систем моніторингу та контролю навколишнього середовища з метою розробки заходів з охорони навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів, природних і штучних комплексів та об'єктів. Це так. Крім того, під час навчання студенти навчатимуться оцінювати та прогнозувати стан навколишнього природного середовища, загальні закономірності виникнення та розвитку небезпек, надзвичайних ситуацій, їх характеристики та можливі наслідки для життя і здоров'я людей, а також набудуть навичок, необхідних у майбутній професійній діяльності для їх ліквідації та запобігання, захисту людей і навколишнього природного середовища. Вони мають набути навичок, необхідних для практичної діяльності.

На практичних заняттях з дисципліни студенти визначатимуть вплив виробничої діяльності на навколишнє середовище, забезпечуватимуть екологічну безпеку та охорону природи виробничої діяльності та набуватимуть навичок захисту здоров'я людини від впливу виробничої діяльності. На заняттях студенти навчатимуться користуватися нормативно-методичними документами, юридичними документами та технічною документацією під час оцінювання шкідливого впливу підприємства на навколишнє середовище, розраховувати рівні ГДК та ГДВ для різних джерел викидів, а також дізнаються, як і де вирішувати екологічні проблеми.

Після закінчення цього курсу студенти зможуть **ЗНАТИ**

- нормативно-правову базу та теоретичні основи екологічної безпеки;
- моделі деградації ізольованих екосистем та виснаження ресурсів;
- передумови забезпечення продовольчої безпеки людства;
- фактори, що сприяють порушенню токсикологічної, радіологічної та генетичної безпеки;
- особливості будови літосфери, передумови безпеки природних ресурсів, корисних копалин та енергії;
- екзогенні передумови екологічної безпеки: небезпечні екзогенні геологічні процеси, їх причини та наслідки, прогнозування та запобігання;
- передумови ендегенної безпеки екологічної сталості;

- умови безпечного функціонування природно-антропогенних систем;
- принципи сучасних методологій кількісного оцінення природних і техногенних небезпек, їх аналізу та управління ризиками;
- ризики природного та антропогенного забруднення водних об'єктів;
- фактори, що негативно впливають на навколишнє середовище та людину;
- характеристики, класифікацію та нормування шкідливих і небезпечних факторів;
- механізми охорони навколишнього природного середовища та фактори його сталого функціонування;
- напрями забезпечення національної екологічної безпеки;
- методи оцінення екологічних ризиків

Після закінчення цього курсу студенти зможуть **ВМІТИ:**

- аналізувати та оцінювати небезпечні ситуації;
- визначати стратегії та принципи безпеки в ситуаціях, де присутні небезпечні джерела, небезпеки та небезпечні фактори;
- оцінювати ризик виникнення небезпечних ситуацій;
- оцінювати ризик виникнення небезпек та небезпечних факторів у навколишньому середовищі;
- запобігати виникненню надзвичайних ситуацій та ліквідувати їхні негативні наслідки;
- ідентифікувати тип ситуації та оцінювати рівень небезпеки;
- розробляти алгоритми мінімізації екологічних ризиків;
- визначати «нульові» та «абсолютні», «мінімальні» та «прийнятні» екологічні ризики;
- визначати інженерні оцінки екологічного ризику;
- визначати модельні оцінки екологічних ризиків;
- проводити експертне оцінювання екологічних ризиків;
- встановлювати причинно-наслідкові зв'язки в соціологічній оцінці екологічних ризиків.

Дисципліна належить до циклу спеціальних дисциплін і базується на знаннях, отриманих студентами з біогеохімії, біології, загальної екології, неоекології, гідрології, ґрунтознавства, ландшафтної екології та інших основ екологічних досліджень, а також під час вивчення хімії.

Для закріплення вивченого на лекціях і практичних заняттях студенти виконують курсову роботу на тему зі своєї спеціальності. Метою курсової роботи є розвиток екологічного мислення, закріплення теоретичних знань з дисципліни, поглиблене вивчення конкретної галузі та аналіз її виробничого потенціалу і рівня екологічної безпеки для людини та довкілля.

Автори висловлюють подяку доктору хімічних наук, професору С. М. Кватернюку, доценту І. В. Васильківському, кандидату технічних наук, доценту Д. Г. Штофелю за рецензування рукопису та надання критичних зауважень для покращення навчального посібника.

1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО НАПИСАННЯ КУРСОВИХ РОБІТ

1.1 Загальні положення і методичні рекомендації

Навчальними планами спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» регламентовано виконання курсової роботи (КР) з дисципліни «Екологічна безпека».

Цей посібник підготовлено відповідно до положення ВНТУ про виконання курсових робіт. Посібник встановлює вимоги до виконання курсових робіт за напрямом «Екологічна безпека» та визначає компетенції і функціональні обов'язки структурних підрозділів і співробітників, які беруть участь у процесі виконання курсових робіт.

Курсова робота (КР) є однією з ключових складових курсу «Екологічна безпека». Обрана студентом тема або проблема може бути продовжена в курсових роботах з економіки природокористування та фізико-хімічних методів аналізу довкілля. Як показує практика, цей загальний набір курсових робіт є основою для виконання бакалаврської, дипломної та магістерської робіт. Виконання цієї курсової роботи на четвертому курсі дозволяє студенту визначитися з місцем проходження переддипломної практики.

Курсова робота – це комплексне завдання дослідницького (навчально-дослідницького) або аналітично-розрахункового характеру, метою якого є інтеграція, поглиблення та узагальнення знань, набутих студентом під час навчання з дисципліни «Екологічна безпека» та оформлення відповідного письмового матеріалу у вигляді наукової доповіді [1–5].

Курсова робота оформлюється відповідно до чинних стандартів оформлення текстових конструкторських документів (ДСТУ 3008:2015).

Студенти мають продемонструвати, що вони:

- вміють збирати та аналітично опрацьовувати матеріал;
- здатні надавати необхідне обґрунтування, включно моделювання, дослідження та розрахунки;
- здатні доводити вирішення проблеми до логічного завершення, отримуючи необхідні результати та роблячи з них висновки.

Курсова робота є самостійною роботою студента.

Відповідальність за правильність, доцільність та якість оформлення аналітичних висновків, результатів розрахунків та результатів моделювання несе студент як автор курсової роботи.

Навчальний посібник (НП) складається з чотирьох розділів та додатків.

Розділ 1 містить загальні рекомендації та вимоги до оформлення курсової роботи.

У розділі 2 описано вимоги до пояснювальних документів з прикладами. Для зручності всі приклади виділені курсивом.

У розділі 3 з прикладами описано рекомендації щодо проведення екологічних та технічних розрахунків.

У розділі 4 викладено порядок подання курсових робіт та критерії їх оцінювання.

У додатках подано:

- Перелік тем курсових робіт;
- Зразок індивідуального завдання до курсової роботи;
- Зразок титульної сторінки;
- Зразок змісту курсової роботи;
- Зразок списку літератури;
- Нормативи компонентного забруднення повітря, гідросфери, літосфери та продуктів харчування;
- Нормативи фізичного забруднення навколишнього середовища.

НП стане в нагоді студентам денної та заочної форм навчання у виконанні курсової роботи, оскільки містить приклади екологічних розрахунків та зразки оформлення компонентів курсової роботи.

У курсовій роботі студенти мають розкрити зміст теми, обґрунтувати свій вибір цієї теми й продемонструвати вміння користуватися літературними джерелами та нормативними документами. Зміст курсової роботи має відповідати індивідуальному завданню та розкривати обрану тему.

Обсяг текстової частини визначається кількістю годин самостійної роботи студента (18 годин), відведених на виконання курсової роботи в робочому навчальному плані відповідної дисципліни.

1.2 Тематика курсових робіт

Тематика та індивідуальні завдання на курсову роботу з дисципліни «Екологічна безпека» мають відображати сучасний стан екологічної науки та технологічних процесів і технологій, а також перспективи розвитку в екологічній сфері.

Основні напрямки курсових робіт формуються заздалегідь відповідно до змісту дисципліни та обговорюються на засіданнях кафедри.

Теми курсових робіт пропонуються самими студентами відповідно до напрямів наукових досліджень або попередніх елементарних курсових робіт з інших дисциплін.

Існує два тематичних типи курсових робіт:

- Дослідження конкретної екологічної проблеми. Це може бути частина екологічного проекту.

- Екологічне оцінення впливу техногенних об'єктів на навколишнє середовище.

Якщо компанія, установа чи організація зацікавлена в розробці конкретної теми, вона може бути запропонована у вигляді курсової роботи лише в тому випадку, якщо вписується в рамки цього курсу і схвалена

науковим керівником. У такому випадку готується індивідуальне завдання на курсову роботу, яке узгоджується з замовником і затверджується керівником курсової роботи.

Студенти також можуть запропонувати власну тему, обґрунтувати її актуальність та потенціал для розвитку, підготувати індивідуальне завдання й отримати схвалення наукового керівника.

Об'єктами екологічних досліджень є промисловість, сільське господарство, агропромисловий комплекс, транспортні підприємства, підприємства загальнодержавного значення (магістральні нафто- і газопроводи, залізниці, автомобільні дороги, енергетичні, паливні та ядерні об'єкти, об'єкти з виробництва та знищення отруйних і сильнодійних речовин, об'єкти оборонно-промислового комплексу, об'єкти космічних досліджень тощо), технології, технічні засоби, матеріали та продукція, що входять до переліку об'єктів, які становлять підвищену екологічну небезпеку.

Курсова робота з екологічного оцінення антропогенного впливу техногенних об'єктів на навколишнє середовище може базуватися на матеріалах конкретних підприємств-експлуатантів.

Під час вибору теми потрібно враховувати, що курсові роботи, присвячені конкретним підприємствам, як правило, оцінюються більш високо. Теми курсових робіт затверджуються на засіданнях кафедри.

1.3 Індивідуальне завдання

Індивідуальне завдання для курсової роботи видається науковим керівником. Завдання має бути позначене номером варіанта. Для індивідуальних завдань науковий керівник визначає зміст курсової роботи. Індивідуальне завдання засвідчується підписом керівника курсової роботи та затверджується завідувачем кафедри.

Індивідуальне завдання не вноситься до змісту курсової роботи і розміщується на другій сторінці після титульного аркуша. Зразок індивідуального завдання до курсової роботи наведено у Додатку Б.

1.4 Обов'язки кафедри

Кафедра ЕХТЗД несе повну відповідальність за просування курсових робіт у навчальному процесі:

- відповідні правила, критерії оцінювання та інші необхідні методичні документи для проведення курсових робіт на кафедрі розробляються, переглядаються на початку кожного навчального року та доводяться до відома студентів через їхніх наукових керівників на початку виконання курсової роботи;

- вирішують питання, пов'язані з організацією та виконанням курсової роботи на відповідальній кафедрі, як це визначено навчальним планом;

- відповідальний за КР розробляє календарний план виконання КР з напрямку «Екологічна безпека», затверджений на засіданні кафедри екології та екологічної безпеки, який передбачає такі етапи:

1. Вибір теми;
2. Підбір літературного матеріалу за обраною темою (темами) ;
3. Опрацювання літературного матеріалу та написання аналітичної частини КР;
4. Проведення розрахунків;
5. Оформлення КР відповідно до вимог методичних вказівок за напрямом «Екологічна безпека» для студентів денної та заочної форм навчання;
6. Подача КР на перевірку;
7. Захист курсової роботи в останній тиждень першого семестру.

Захист проводиться шляхом публічного подання матеріалів курсової роботи та вимог до неї у вигляді 3–5-хвилинної презентаційної доповіді. Захист відбувається на консультації перед іспитом з дисципліни.

1.5 Обов'язки деканата

Деканат відповідає за загальне управління організацією та ходом виконання курсових робіт на факультеті.

- З цією метою він своєчасно повідомляє кафедру про відрахування студентів, які не виконали навчальну програму зі спеціалізації, необхідної для виконання відповідної курсової роботи.
- Розглядає, коригує та затверджує графік виконання курсових робіт разом з робочим планом. За необхідності розробляє та погоджує з керівником курсової роботи індивідуальні робочі плани студентів.
- Готує графік подання курсових робіт.
- Подає результати курсових робіт та пропозиції щодо їх покращення на розгляд Ради факультету.
- За необхідності звітує перед кафедрою про хід виконання курсових робіт.

1.6 Обов'язки наукового керівника

Керівництво курсовою роботою здійснюється найбільш компетентним викладачем.

Наукові керівники мають:

- підготувати індивідуальне завдання на курсову роботу, яке визначає коло питань, які необхідно розглянути в курсовій роботі;

- підготувати графік виконання курсових робіт за напрямом «Екологічна безпека», затверджений на засіданні кафедри екології та екологічної безпеки;
- супроводжують студентів у виконанні курсових робіт протягом семестру;
- спільно з факультетською комісією кафедри приймають та оцінюють курсові роботи.

1.7 Вимоги щодо порядку викладення навчального матеріалу

Структура та обсяг курсової роботи визначається науковим керівником і може змінюватися відповідно до індивідуального завдання на курсову роботу за погодженням зі студентом та науковим керівником.

Дослідження мають бути проведені на достатньо високому екологічному та технічному рівні, з використанням синтезу, аналізу та інших елементів. За необхідності експериментальні дослідження та моделювання техніки мають супроводжуватися відповідним обґрунтуванням та аналізом.

Частини роботи мають бути логічно пов'язані між собою і спрямовані на досягнення мети дослідження.

Основна частина курсової роботи має бути написана в лаконічному емпіричному стилі. Неприпустимо «описувати» або переписувати літературу.

Використання комп'ютерного обладнання має бути доречним, а вибір типу ПК або комп'ютера та програмного продукту має бути обґрунтованим.

Описи мають бути написані на папері формату А4. Курсова робота за напрямом «Екологічна безпека» складається з пояснювальної записки та додатків (за необхідності) і не має містити ілюстративної частини.

Пояснювальна записка курсової роботи має містити такі складові:

- титульний аркуш;
- індивідуальне завдання;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності);
- вступ;
- розділ аналізу та розрахунків;
- висновки;
- перелік джерел посилання;
- додатки (за необхідності).

Пояснювальна записка має бути стислою і достатньо описовою.

Додатки потрібно розміщувати після основної частини пояснювального тексту курсової роботи.

1.7.1 Титульний аркуш

Титульний аркуш є першою сторінкою курсової роботи і не нумерується. Титульний аркуш оформлюється за певним шаблоном (приклад наведено у Додатку В).

Титульний аркуш курсової роботи має містити:

- тему курсової роботи;
- прізвище та ініціали автора(ів) із зазначенням групи;
- ім'я та прізвище наукового керівника;

На титульному аркуші потрібно вказати науковий ступінь та посаду наукового керівника. Титулка має бути підписана науковим керівником і студентом, із зазначенням наукового ступеня і посади наукового керівника та дедлайну задачі роботи.

Після подання курсової роботи науковий керівник візує титульний аркуш з підписом і датою. Викладач, який є членом комісії (асистент), також підписує титульний аркуш.

1.7.2 Зміст

Зміст розміщується безпосередньо після кожного завдання, починаючи з нової сторінки. Зміст має містити:

- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідності);
- вступ;
- назви всіх розділів і підрозділів курсової роботи по порядку;
- висновки;
- перелік джерел посилання;
- назви додатків.

Починаючи з аркуша змісту, номери сторінок проставляються без крапки в кінці у верхньому правому куті.

Зміст має містити всі заголовки та підзаголовки, що йдуть за змістом, у тому вигляді, в якому вони з'являються в тексті, а також всі додатки. Назви заголовків у змісті мають однозначно відповідати назвам заголовків в основному тексті. Нумерація сторінок має бути наскрізною. Під час оформлення курсової роботи потрібно враховувати обсяг пояснювального тексту в додатках.

Для якісного та відповідного відображення номерів у Microsoft Word доцільно використовувати стиль, який формує зміст.

ВСТУП, ВИСНОВКИ та ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ не нумеруються.

Структуру курсової роботи наведено нижче.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 ЗАГОЛОВОК РОЗДІЛУ.....	
1.1 Заголовок підрозділу.....	
1.1.1 Заголовок пункту.....	
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
Додаток А Заголовок додатка.....	

Зразок змісту КР наведено в додатку Д.

1.7.3 Передмова

Вступ потрібно розташовувати по центру сторінки з назвою (ДСТУ 3008:2015) великими літерами, підвищеної насиченості (напівжирним шрифтом) і з нової пронумерованої сторінки.

Текст вступу має бути коротким. У вступі та в тексті не допускається використання скорочень і термінів, за винятком загальноприйнятих.

У вступі необхідно коротко зазначити таке:

- оцінка сучасного стану проблеми;
- актуальність дослідження та обґрунтування вибору тематики дослідження;
- цілі дослідження;
- загальний огляд проблеми;
- об'єкт(и) дослідження, що підлягають вивченню.

Обсяг вступу не має перевищувати однієї-двох сторінок. Зразок вступу можна знайти в Додатку Г.

1.7.4 Основна частина

Основна частина звіту про дослідження містить аналітичну та розрахункову частини.

Під час виконання аналітичної частини ЗКР потрібно дотримуватися аргументованого та обґрунтованого стилю викладення матеріалу, а також враховувати можливі варіанти вирішення поставлених питань на основі аналізу відомих рішень. Аргументи в тексті мають бути підкріплені відповідними таблицями, рисунками і т. д. Під час викладення матеріалу для цієї частини КР потрібно враховувати основні положення сучасного природоохоронного законодавства України.

Якщо предметом роботи є дослідження конкретної екологічної проблеми, то аналітична частина звіту має містити:

- аналіз історичних етапів розвитку екологічної проблеми;
- ступінь впливу екологічної проблеми на навколишнє середовище;

- можливі варіанти вирішення екологічної проблеми та вибір оптимального рішення.

Якщо темою роботи є екологічне оцінення впливу техногенних об'єктів на навколишнє середовище, то аналітична частина має складатися з двох розділів. У першому розділі необхідно:

- описати поточний стан галузі, до якої належить об'єкт;
- оцінити вплив галузі на навколишнє середовище та визначити шляхи зменшення її впливу на довкілля.

У другому розділі потрібно:

- надати загальну інформацію про досліджуване підприємство, його асортимент продукції та ресурси, що використовуються;

- проаналізувати основні технологічні процеси;
- визначити процеси, які є шкідливими для навколишнього середовища, і пояснити причини забруднення навколишнього середовища в цих процесах;

- описати заходи з охорони навколишнього середовища та надати рекомендації щодо підвищення їх ефективності. Крім того, визначити відходи, що утворюються внаслідок конкретного технологічного процесу, і запропонувати методи їхньої переробки та утилізації;

- навести методи дослідження та оцінення впливу конкретних (досліджуваних) параметрів навколишнього середовища.

Аналітична частина може супроводжуватися ілюстративним матеріалом (графіками, діаграмами, таблицями). Заповнення сторінок курсової роботи ілюстративним матеріалом не має перевищувати 50 %.

Розрахункова частина має бути логічно пов'язана з аналітичною частиною роботи. Методичні рекомендації щодо проведення основних екологічних і технічних розрахунків наведено в розділі 3.

У розділі 3 потрібно:

- проаналізувати існуючі схеми природоохоронних заходів на техногенних об'єктах;

- запропонувати необхідні і достатні природоохоронні заходи для забезпечення найбільш екологічно безпечної експлуатації об'єкта на основі порівняння розрахункового антропогенного впливу окремих джерел забруднення промислового об'єкта;

- оцінити характеристики та надати рекомендації щодо підвищення екологічної безпеки технологічних процесів цього техногенного об'єкта та зменшення негативного впливу забруднювальних речовин на елементи навколишнього природного середовища та здоров'я людини;

- дослідити і запропонувати обладнання, засоби або технології, здатні вирішити екологічні завдання або проблеми.

В описі забороняється використання переписаних або відсканованих рисунків і таблиць з літературних джерел. У разі необхідності довідкові дані зі сканованими рисунками та графіками потрібно подати як додаток.

Наприкінці кожного розділу описової частини КР має бути сформульований логічний висновок.

У тексті пояснювальної записки мають бути посилання на рисунки, таблиці та додатки, які є частиною роботи.

1.7.5 Висновки

Висновки мають бути написані з нової пронумерованої сторінки і озаглавлені по центру сторінки **великими** літерами насиченого кольору.

Тут в максимально стислій формі подається перелік основних висновків, отриманих під час дослідження, а також наукова значущість отриманих результатів. Зразок оформлення висновків наведено у Додатку Ж.

2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальна записка (ПЗ) до курсової роботи оформляється відповідно до вимог ДСТУ 3008:2015 [2-10].

Текст ПЗ виконується за допомогою комп'ютерного друкувального пристрою:

- один бік білого паперу формату А4;
- букви та цифри висотою не менше 2,5 мм (розмір 14);
- 1,5 мм міжрядковий інтервал;
- відстань від краю аркуша: верхній та нижній - не менше 20 мм; лівий не менше ніж 25 мм, правий - не менше 10 мм;
- абзац - 5 знаків;
- зміст опису має бути на сторінці 2.

Пояснювальний текст відноситься до текстових документів, поданих технічною мовою. Графічна інформація подається у вигляді ілюстрацій (наприклад, схем, рисунків, графіків, таблиць). Цифрова інформація подається у вигляді таблиць.

2.1 Вимоги до оформлення розділів і підрозділів

Структурними елементами основної частини ПЗ є розділи, підрозділи, пункти, підпункти та переліки.

Розділи – це структурний елемент тексту, позначається номером і має заголовок (друкується великими літерами насиченого кольору з абзацу, а не по центру сторінки).

Підрозділ – частина розділу, що позначається номером і має заголовок (малими літерами з абзацу, починаючи з великої літери).

Пункт – частина розділу або підрозділу, що позначається номером і має заголовок (з великої літери з абзацу).

Підпункт – частина пункту, що позначається номером і може мати заголовок. Заголовки структурних елементів потрібно нумерувати тільки арабськими цифрами (малими, починаючи з великої літери абзацу).

Вимоги до оформлення структурних елементів у ПЗ:

- рекомендується кожний розділ починати з нової сторінки;
- текст можна розміщувати між заголовками розділів і підрозділів, а також між заголовками підрозділів і підпунктів;
- розділи потрібно нумерувати порядковою нумерацією (наприклад, 1, 2 і т. д.) в межах всього документа, без крапки після номера;
- нумерація пунктів та підпунктів відповідно до формату (3.1, 3.2, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.2, 3.2.2.1 і т. д.), підрозділи – в межах кожного розділу та пункти в межах підрозділів;
- між заголовками розділів і підрозділів та текстом потрібно залишати один пустий рядок;

- між заголовком підрозділу та текстом пункту потрібно залишати один рядок;

- слово «Додаток» потрібно друкувати маленькими літерами з першої великої посередині рядка;

- посилання на літературні джерела у вигляді «ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ» оформлюються у тому самому форматі, що й посилання на вступ та висновки в основній частині.

Посилання на розділи в тексті подаються так: «... у розділі 3 ...».

Переліки можуть бути внесені в текст, але рекомендується нумерувати їх малими літерами українського алфавіту і виділяти в тексті дужками або тире. Круглі дужки над арабськими цифрами дають змогу деталізувати перелік.

Кожна частина переліку має бути оформлена у вигляді абзаців, що починаються з малої літери і закінчуються крапкою з комою, з крапкою в кінці останнього абзацу.

Приклад

Основними етапами постановки та розв'язання задачі оптимізації технічних процесів є:

а) Загальна постановка задачі

1) Аналіз процесу функціонування об'єкта;

2) Характеристика зовнішніх сигналів;

3) формулювання цілей, можливих методів і ресурсів для їх реалізації;

б) вибір критеріїв оптимізації

в) формалізація оптимізаційної задачі шляхом запису критеріїв оптимізації, обмежень та математичних моделей у математичній формі

г) вибір методу розв'язання оптимізаційної задачі; та

д) реалізація оптимізаційного рішення.

Приклад

Примітка. Текст примітки друкується через одинарний інтервал.

Примітка 1. _____ *текст* _____

Примітка 2. _____ *текст* _____

2.2 Правила написання текстів

При написанні текстів слід дотримуватися наступних правил:

а) текст має бути викладений обґрунтовано, у стислому технічному стилі;

б) прийняті літерні позначення фізичних величин і прийняті графічні символи їх складових мають відповідати встановленим стандартам; Літерним позначенням фізичних величин має передувати їх опис (концентрація С);

в) числа, що мають розмірність, потрібно писати цифрами, а числа без розмірності – словами (об'єм 1 м³, вимірювання проводили тричі);

г) позначення одиниць вимірювання потрібно писати в рядку числового значення, не переносячи на наступний рядок. Між останньою цифрою числового значення та одиницею виміру потрібно робити пропуск (20 мг/м³);

д) у разі наведення кількох числових значень однієї і тієї самої фізичної величини одиниці фізичної величини наводять тільки після останнього числового значення (0,5, 8,4, 67,8 г/с);

е) позначення величин з максимальним відхиленням потрібно подавати у вигляді: 100 ± 5 мг;

ж) допускається запис формул у такому вигляді:

$$\frac{ABC}{DE} = ABC/DE;$$

и) не допускається:

- використання професійних або місцевих слів та виразів (техніцизмів та діалектизмів);

- після назви місяця писати слово «місяць» (не «у травні місяці», а «у травні»);

- використовувати вирази «цього року», «минулого року». Потрібно писати конкретно «у червні 2023 року»;

- якщо фізичні величини виражаються без цифр, їх потрібно писати повністю (за винятком таблиць і формул). Наприклад, «Загальна річна маса викидів шкідливих речовин вимірюється в тоннах»;

- використання математичних знаків <, >, 0, №, %, sin, cos, tg, log тощо без числового або літерного позначення;

- індекси стандартів (ДСТУ, СНіП, СТП) використовувати без реєстраційних номерів.

2.3 Оформлення формул

Розбийте кожну формулу на рядки симетрично до тексту. Між формулою і текстом залишайте один інтервал.

Умовні позначення у формулі мають відповідати ДСТУ 3008:2015. Пояснення потрібно подавати безпосередньо під формулою. Для цього після формули ставлять кому, через крапку з комою - пояснення кожного символу з нового рядка в порядку, наведеному у формулі. Перший рядок має починатися без абзацу зі слова «де» і без будь-якого знака після нього.

Усі формули нумеруються в розділі арабськими цифрами. Номер вказується в круглих дужках з правої сторони, на рівні останнього рядка формули. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, відокремлених крапкою.

Приклад 1

Одним з основних показників очищення промислових газових викидів є ступінь очищення від шкідливих речовин $K_{оч}$:

$$K_{\text{оч}} = M_y / M_{\text{заг}}, \quad (1.4)$$

де M_y – маса токсичних речовин, уловлених системою очищення, кг;

$M_{\text{заг}}$ – загальна маса токсичних речовин у викидах, кг.

Ступінь очищення промислових газів має бути визначений для кожної забруднювальної речовини. Ступінь очищення можна розділити на проектний і фактичний, а також на рівень максимального і експлуатаційного.

Для оцінення ефективності очищення відхідних газів на підприємстві в часі використовується коефіцієнт $K_{\text{зг}}$ технологічного процесу газоочищення:

$$K_{\text{зг}} = T_t / T_{\text{то}}, \quad (1.5)$$

де T_t – час роботи газоочисного обладнання (години);

$T_{\text{то}}$ – час роботи технологічного обладнання, годин.

За необхідності одиниця виміру береться у квадратні дужки. Числові підстановки та розрахунки виконуються з нового, нумерованого рядка. Одиниця виміру береться в круглі дужки.

Приклад 2

Розрахувати максимальні вторинні викиди аміаку M_{NH_3} з компресорної за формулою 1.6:

$$M_{\text{NH}_3} = C \cdot Q_{\text{в}} / (1000 \cdot 3600) \text{ [г/с]}, \quad (1.6)$$

де C – фактична концентрація аміаку в робочому приміщенні, мг/м³;

$Q_{\text{в}}$ – продуктивність вентиляційної системи, м³/год.

$$M_{\text{NH}_3} = 120,04 \cdot 18325 / (1000 \cdot 3600) = 0,61 \text{ (г/с)}.$$

Приклад 3

1. Розрахувати площу лопатей вітрогенератора за умови, що вітер дме перпендикулярно.

2. Розрахувати вихідну потужність вітрової турбіни, припускаючи, що середньорічна швидкість вітру у Вінниці становить 3,5 (м/с).

Площа лопатей вітрової турбіни визначається за формулою 4.1:

$$S = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot 10,24 = 32,15, \quad (4.1)$$

де S – площа лопатей вітрової турбіни (м^2);
 R – радіус ротора (м); i
 D – діаметр ротора (м).

Потужність вітрової турбіни прямо пропорційна площі лопатей, що обдуваються вітром, і кубу швидкості вітру. Тому використовуйте рівняння 4.2, щоб знайти швидкість вітру:

$$P = 0,6 \cdot S \cdot V_{\text{в}}^3 = 0,6 \cdot 32,15 \cdot 42,9 = 827, \quad (4.2)$$

де P – вихідна потужність вітрогенератора (Вт);
 S – площа лопатей вітрової турбіни;
 $V_{\text{в}}$ – швидкість вітру (м/с).

Розмірність одного і того самого параметра в документі має бути однаковою.

Якщо формула велика, її можна перенести на наступний рядок. Перенесення здійснюється з використанням лише математичних символів, а символ повторюється на початку наступного рядка. У цьому випадку знак множення « \cdot » замінюється на знак « \times ».

Оскільки математична формула є частиною речення, до неї застосовуються ті самі граматичні правила, що й до будь-якого іншого речення. Якщо формула знаходиться в кінці речення, після неї ставиться крапка. Формули, які йдуть одна за одною і не розділені текстом, відокремлюються комами.

Посилання на формули в тексті подають у круглих дужках за формою: «у формулі 5.2», «... у формулах (3.4 – 3.8)...», «у рівняннях (5.7, 54.10)».

2.4 Ілюстративне оформлення

Рекомендується ілюструвати текст графіками та фрагментами рисунків. Використовуйте для ілюстрацій чорну туш, олівець середньої твердості або комп'ютерну графіку.

Ілюстрації розміщують в тексті або в додатку.

У тексті ілюстрації потрібно розміщувати після першого згадування симетрично відносно тексту або, якщо вона не вміщується на поточній сторінці без повороту, на наступній сторінці.

Усі ілюстрації в пояснювальній записці (ПЗ) називаються рисунками і мають підписи під рисунком симетрично до рисунка у такому форматі:

«Рисунок 1.1 – Сумарні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря деревообробними та лісохімічними підприємствами».

Знак переносу не використовують, крапку в кінці не ставлять. Якщо назва рисунка довга, її продовжують на наступному рядку.

Нумерують рисунки в межах розділу – ставиться номер розділу і порядковий номер рисунка в розділі, розділяючи їх крапкою.

На всі ілюстрації в тексті мають бути посилання.

Посилання потрібно робити у вигляді: «показано на рисунку 3.1» або в дужках після тексту (рисунок 3.1) із зазначенням частини рисунка: «на рисунку 3.2, а)».

Посилання на ілюстрації, наведені раніше, подають зі скороченим словом «див.» у дужках відповідно (див. рис. 1.3). У ДСТУ 3008:2015 з замість «рисунок» допускаються скорочення типу «рис. ...».

Між рисунком і текстом потрібно залишати один рядок.

Приклад 1

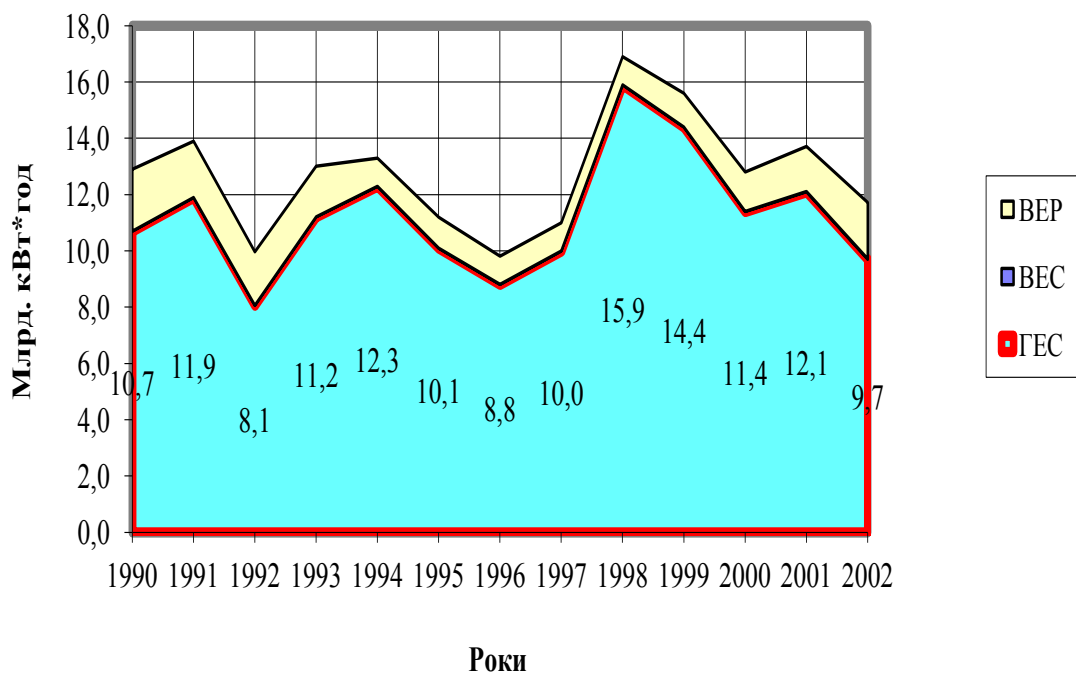


Рисунок 2.2 – Виробництво електроенергії в Україні на основі відновлюваних джерел енергії

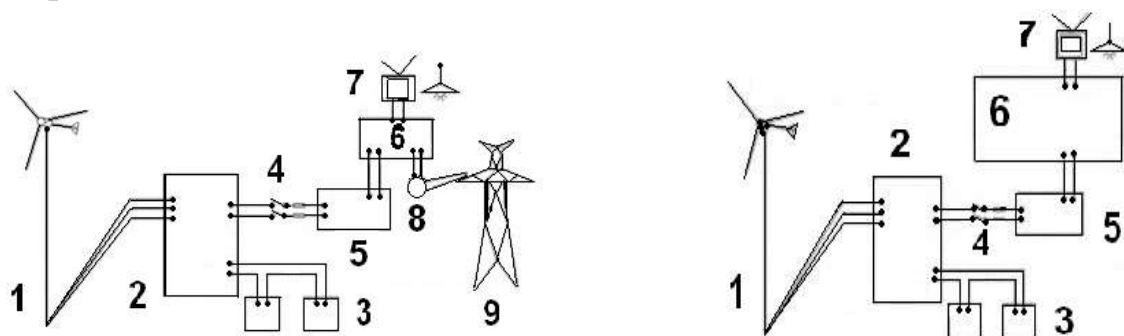
Описові дані розмішують під ілюстрацією, над її назвою.

Якщо ілюстрація складається з частин, то вони позначаються малими літерами української абетки з дужкою. У цьому випадку після назви рисунка ставиться двокрапка і подається назва кожної частини.

Якщо частина ілюстрації не вміщується на одній сторінці, її переносять на наступну сторінку.

Якщо ілюстрація є фотографією, її потрібно наклеїти на стандартний чистий аркуш паперу і підписати як рисунок.

Приклад 2



а): 1 – вітрогенератор; 2 – контролер; 3 – акумулятори; 4 – перемикач та запобіжник; 5 – інвертор; 6 – дизель-генератор та автоматичне включення резерву (АВР); 7, 8 – прилади, 9 – опора ЛЕП

Рисунок 1.1 – Робота вітрогенераторів: а) паралельно з дизельними генераторами; б) паралельно з електромережею

2.5 Оформлення таблиць

Таблицю потрібно розмішувати після першого посилання на цій сторінці або, якщо вона не вміщується на цій сторінці, симетрично з текстом на наступній сторінці, без повороту або з поворотом за годинниковою стрілкою на 90° , як зручно для перегляду.

Таблиці поділяються на стовпці та рядки. Шапка таблиці знаходиться вгорі і показує назви стовпців. Шапка таблиці не може бути розділена по діагоналі. Ліва колонка (бічна панель) часто використовується для назв рядків. Мінімальний розмір між основами рядків – 8 мм. Розмір таблиці визначається обсягом матеріалу.

Назви граф можуть складатися із заголовків і підзаголовків, які пишуться в однині, симетрично до тексту графи, малими літерами, починаючи з великої. Якщо підзаголовок є одним реченням із заголовком, він пишеться з малої літери. *Заголовки і підзаголовки в графах таблиці не закінчують крапкою.*

Якщо всі параметри величин, наведених в таблиці, мають однакові одиниці фізичної величини, то над таблицею розміщують скорочене позначення – (мм). Якщо ж параметри мають різні одиниці фізичної величини, то позначення одиниці записують у заголовку графи після, коми – (Довжина, см).

Текст заголовків і підзаголовків може бути замінений буквеними позначеннями, якщо тільки вони пояснені в попередньому тексті чи на ілюстраціях (D – діаметр, H – висота і т. д.). Однакові буквени позначення групують послідовно в порядку зростання їхніх індексів, наприклад, $K_1, K_2 \dots$).

Назви рядків записують у боковик у таблиці у вигляді заголовка в родовому відмінку однини, малими літерами, починаючи з великої літери і з однієї позиції. Крапка в кінці заголовка не ставиться. Позначення одиниць фізичної величини наводять у заголовку після коми.

Дані в таблиці можуть бути текстовими або числовими.

Числа записують посередині графі так, щоб їхні однакові розряди по всій графі були точно один під одним, за виключенням випадку, коли вказують інтервал. Інтервали слід вказувати від меншого числа до більшого з тире між ними:

15 – 48.

142 – 250.

Повторювані цифри або математичні символи не можна замінюватися лапками. Якщо в таблиці немає деяких даних, потрібно ставити прочерк.

Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці в межах розділу, відокремлених крапкою. Між номером таблиці та її назвою ставиться тире. Якщо назва таблиці довга, її слід починати зі слова «Таблиця» і продовжувати на наступному рядку.

На всі таблиці потрібно робити посилання у такій формі: «Наведено в табл. 3.1», «...наведено в табл. 3.1 – 3.5» або в дужках у тексті (табл. 3.6). Посилання на раніше подані таблиці потрібно робити в тексті або в кінці речення з використанням скорочення «див.» (див. табл. 2.4).

Приклад

Таблиця 2.1 – Основні галузеві показники розвитку енергетики з використанням відновлюваних джерел енергії (базовий сценарій), млн. т у. п. на рік

Напрями освоєння НВДЕ	Рівень розвитку енергетики на основі використання НВДЕ по роках			
	2005	2010	2020	2030
Позабалансові джерела енергії, всього	13,85	15,96	18,5	22,2
Частка шахтного метану	0,05	0,96	2,8	5,8
Відновлювані джерела енергії (всього)	1,661	3,842	12,054	35,53
Біоенергетика	1,3	2,7	6,3	9,2
Сонячна енергетика	0,003	0,032	0,284	1,1
Мала гідроенергетика	0,12	0,52	0,85	1,13
Геотермальна енергетика	0,02	0,08	0,19	0,7
Вітроенергетика	0,018	0,21	0,53	0,7
Енергія доквілля	0,2	0,3	3,9	22,7
Всього	15,51	19,83	30,55	57,73

Таблиці можуть бути великими по горизонталі та вертикалі, мати багато стовпців і рядків. У таких випадках таблиці можна розбивати на частини і переносити на інші сторінки, розміщувати одну частину під іншою або вирівнювати по горизонталі.

Якщо таблиця розділена і розміщена горизонтально, початок таблиці повторюється в кожній частині, а якщо одна частина розміщена під іншою, то повторюється бічна частина.

Якщо таблиця переривається в кінці сторінки і продовжується на наступній сторінці, нижню горизонтальну лінію, яка слугує межею таблиці, на першій частині таблиці не проводять.

У разі перенесення частини таблиці на іншу сторінку назви граф повторюють або продовжують. Якщо графа нумерується на початку таблиці, а частина таблиці переноситься на наступну сторінку, повторюється тільки номер графи.

У будь-якому випадку, назву таблиці потрібно подавати тільки над першою частиною таблиці, а над іншими частинами таблиці зліва пишуть «Продовження таблиці 4.2» без крапки в кінці.

2.6 Форматування списку використаних джерел

Список літератури містить перелік джерел, на які необхідно посилатися в описі. Джерела (книги, статті, патенти, журнали) вносяться до загального списку в тому порядку, в якому вони згадуються в тексті. Посилання на джерела беруться у квадратні дужки [...] із зазначенням порядкового номера за списком. Приклад оформлення списку використаних джерел наведено в Додатку В.

Джерела подаються мовою оригіналу. У списку кожне джерело записується з абзацу і нумерується арабськими цифрами, починаючи з 1.

Для спрощення оформлення бібліографії в курсовій роботі рекомендується використовувати кінцеві виноска; для Microsoft Word 2007 і 2010 використовуйте такий алгоритм. Натисніть кнопку «Посилання», потім «Вставити примітку» і встановіть курсор в тому місці, де ви хочете вставити посилання на літературу. Відформатуйте цифри як арабські символи. Виноска буде розміщена в кінці розділу.

2.7 Додатки

Додатки містять рисунки, таблиці та додатковий текстовий матеріал.

Додатки потрібно розташовувати в порядку появи посилань на них у тексті ПЗ і створювати як продовження документа на наступних сторінках.

Посилання на додатки в тексті ПЗ мають бути або «... наведено в додатку А», або «(Додаток А), (Додаток К, Л)», «... наведено в таблиці Б.5».

Кожен додаток потрібно починати з нової сторінки, вказуючи слово «ДОДАТОК» посередині рядка. Додатки позначають послідовно великими літерами української абетки, за винятком Г, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ъ (наприклад, ДОДАТОК А, ДОДАТОК Б).

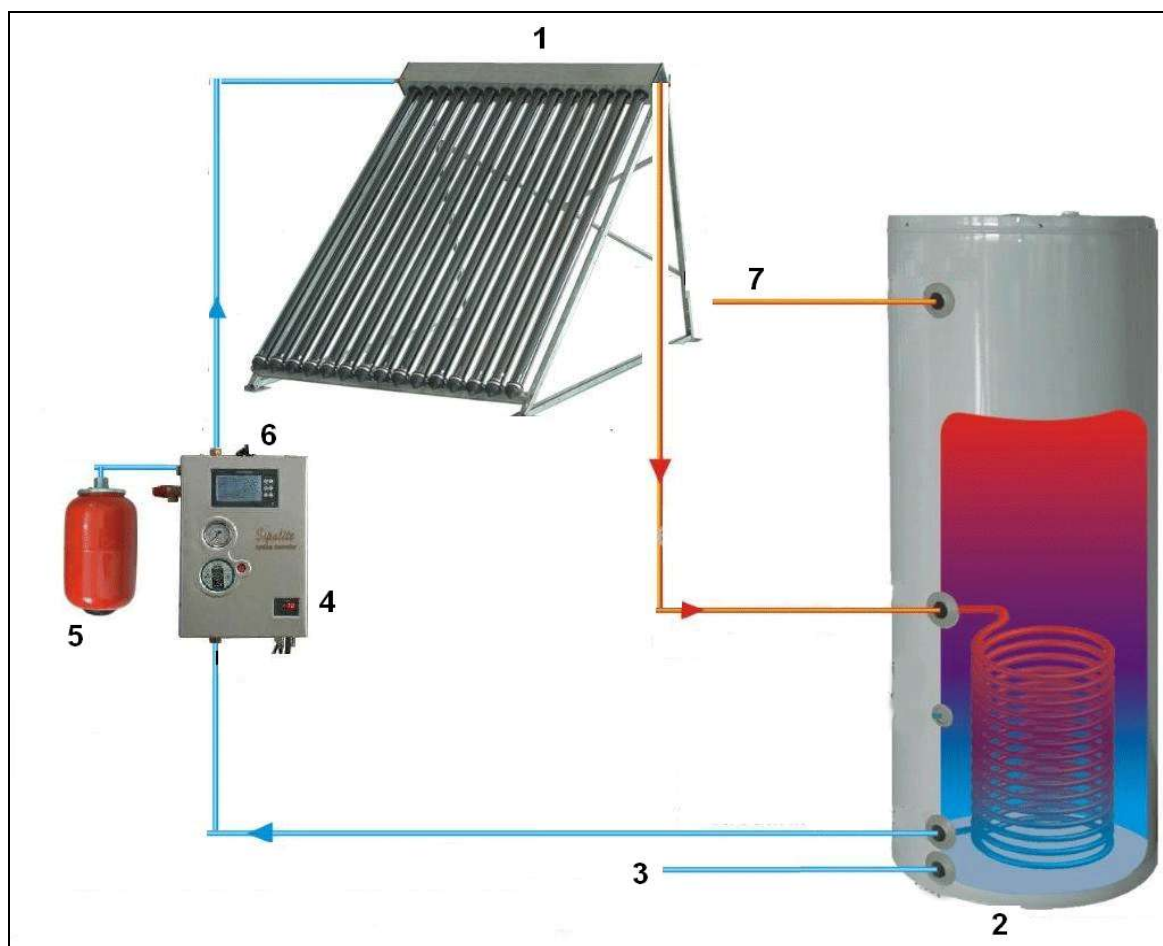
Потрібно, щоб кожен додаток мав тематичний (змістовний) заголовок. Цей заголовок записують посередині рядка маленькими літерами, починаючи з великої.

Рисунки, таблиці та формули нумерують наскрізно в межах кожного додатка: «Рисунок Б.3 – назва», «Таблиця Б.5 – назва» і т. д.

Приклад 1

ДОДАТОК А

ФОТОГРАФІЯ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ



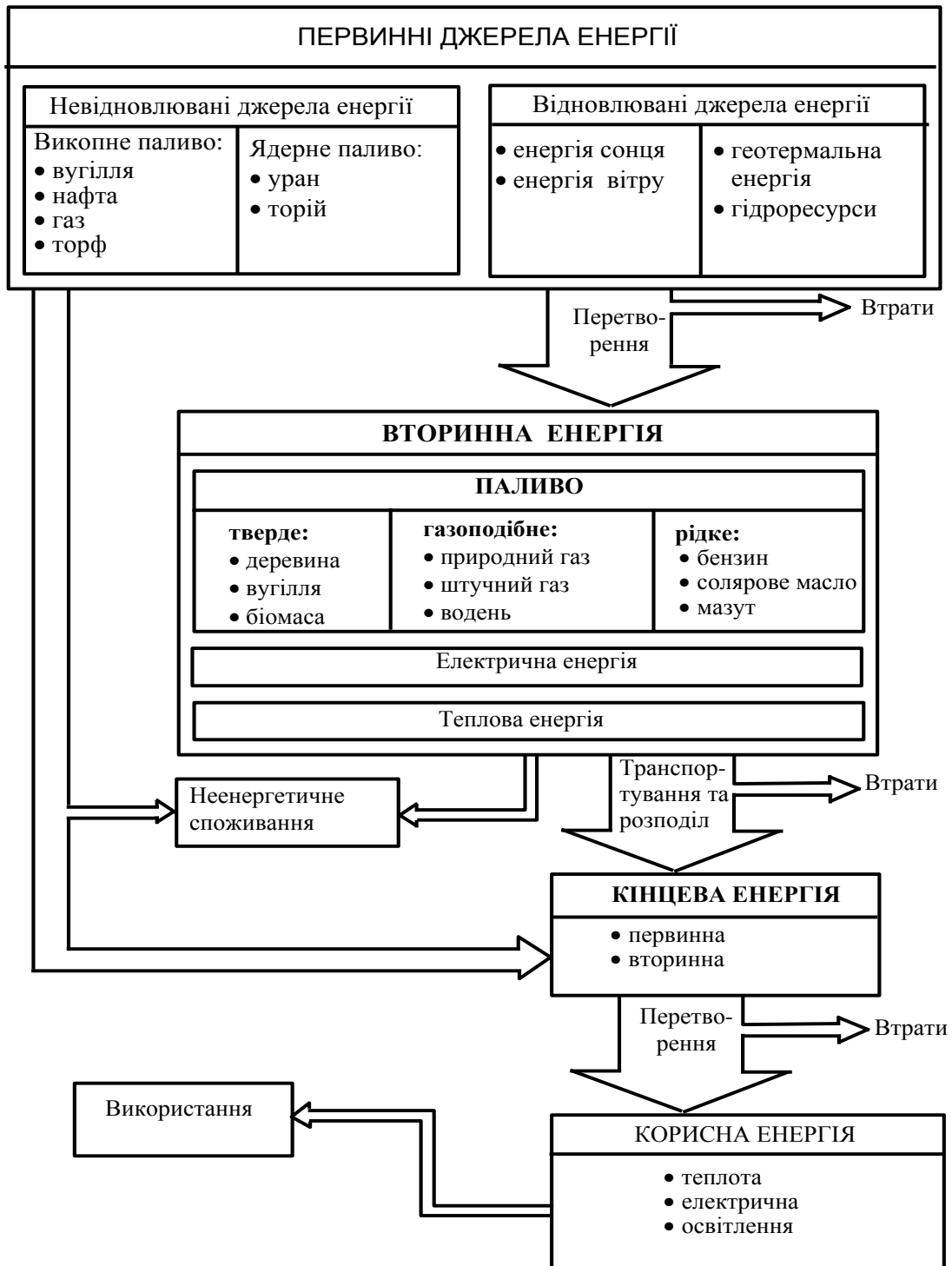
1 – сонячний колектор; 2 – бойлер; 3 – забір холодної води (на вході);
4 – насос; 5 – розширювальний бак; 6 – блок автоматики; 7 – подача
гарячої води (на виході)

Рисунок А.1

Приклад 2

ДОДАТОК А

СТРУКТУРА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ



Приклад 3

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Вихідні дані для розрахунку реального хімічного навантаження на людину при забрудненні повітряного середовища

Умови перебування	Час перебування, год	Забруднюючі речовини	Середньодобова концентрація речовини, мг/м ³	Клас небезпеки
Виробниче приміщення	8	Стирол	0,001	3
		Толуол	0,6	3
		Етилбензол	0,02	3
Житлова площа	10	Амоніак	0,035	4
		Формальдегід	0,002	2
		Нафталін	0,0035	2
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид	1,4	4
		Нітроген (IV) оксид	0,07	3
		Свинець	0,0001	1
		Пил неорганічний	3	4
		Бенз(а)пірен	$1,5 \cdot 10^{-6}$	1
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид	0,5	4
		Нітроген (IV) оксид	0,02	3
		Формальдегід	0,001	2
		Бенз(а)пірен	$1,2 \cdot 10^{-6}$	1
Місце рекреації	2	Карбон (II) оксид	0,05	4
		Нітроген (IV) оксид	0,01	3
		Формальдегід	0,001	2

Нумерація аркушів документа і додатків, які входять до його складу, повинна бути наскрізна.

Всі додатки вносять у зміст, вказуючи позначення, заголовок і сторінки, з яких вони починаються.

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

Розрахункова частина КР логічно пов'язана з аналітичною частиною і відображена в окремих питаннях. Вид еколого-технічних розрахунків визначається предметом дослідження:

- якщо предметом дослідження є технологічний процес, то необхідно розрахувати викиди забруднювальних речовин від обладнання, що використовується в цьому процесі або (і) визначити кількість відходів та напрямок їх використання (розділ 3.1);
- під час вивчення екологічних проблем, у випадку забруднення повітря, необхідно розрахувати фактичне хімічне навантаження на людину (п. 3.4).

Джерела забруднення повітря можна розділити на стаціонарні та пересувні. Стаціонарні джерела характеризуються постійним значенням координати їх положення на місцевості, тоді як пересувні джерела характеризуються значенням швидкості їх руху на місцевості. Розрахунок атмосферних викидів від стаціонарних та пересувних джерел базується на різних принципах.

Стаціонарні джерела можуть бути організованими та неорганізованими. Організовані джерела викидів характеризуються наявністю обладнання (наприклад, димарів, вентиляційних систем), яке відводить гази від джерела викидів в атмосферу. Неорганізовані джерела викидів викидають забруднювальні речовини безпосередньо в атмосферу і переносяться атмосферними процесами.

Викиди від стаціонарних джерел можуть бути низькотемпературними або високотемпературними. Температура низькотемпературних викидів дорівнює температурі навколишнього повітря, з якого здійснюються викиди. Температура високотемпературних викидів вища за температуру навколишнього повітря, з якого здійснюються викиди.

3.1 Розрахунок рівнів забруднення поверхнево-активними речовинами у стічних водах

Приклад 1

Розрахункові концентрації завислих речовин, біохімічне споживання кисню (БСК) та забруднення поверхнево-активними речовинами побутових стічних вод визначаються за допомогою рівняння (3.1):

$$C_{\text{ноб.}} = \frac{a \cdot N_c + 0,33 \cdot a \cdot N_{\text{ис}}}{Q_{\text{доб}}^{\text{ноб}}}, \text{ мг/л,} \quad (3.1)$$

де a – кількість забруднення зваженими речовинами, БСК та поверхнево-активними речовинами на душу населення: $a_{\text{зав.}} = 65$ г/(чол×добу), $a_{\text{БПКпов}} = 40$ г/(чол×добу), $a_{\text{ПАР}} = 2,5$ г/(чол×добу);

N_c , N_{uc} - оціночна кількість мешканців у каналізованих та неканалізованих районах відповідно, де $N_c = 208\ 000$ та $N_{uc} = 32\ 000$;

$Q_{\text{доб.}}^{\text{поб.}}$ – добова витрата господарсько-побутових стічних вод, ($Q_{\text{доб.}}^{\text{поб.}} = 56000$ м³/доб).

$$Q_{\text{доб.}}^{\text{зав.р.}} = \frac{65 \cdot 208000 + 0,33 \cdot 65 \cdot 32000}{56000} = 253,7 \text{ мг/л};$$

$$Q_{\text{доб.}}^{\text{БПКпов}} = \frac{40 \cdot 208000 + 0,33 \cdot 40 \cdot 32000}{56000} = 156,1 \text{ мг/л};$$

$$Q_{\text{доб.}}^{\text{ПАР}} = \frac{2,5 \cdot 208000 + 0,33 \cdot 2,5 \cdot 32000}{56000} = 9,8 \text{ мг/л}.$$

Середня концентрація забруднювальних речовин (завислі речовини, БСК та поверхнево-активні речовини) у суміші побутових та промислових стічних вод визначається за формулою (3.2):

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{поб.}} \cdot Q_{\text{поб.}} + C_{\text{вир.}} \cdot Q_{\text{вир.}}}{Q_{\text{поб.}} + Q_{\text{вир.}}}, \text{ мг/л} \quad (3.2)$$

де $C_{\text{поб.}}$, $C_{\text{вир.}}$ – концентрації забруднень (за завислими речовинами, БПК_{пов.} і ПАР) відповідно в побутових і виробничих стічних водах:

$Q_{\text{поб.}}$, $Q_{\text{вир.}}$ – витрати побутових і виробничих стічних вод, відповідно, $Q_{\text{поб.}} = 56000$ м³/доб, $Q_{\text{вир.}} = 10500$ м³/доб.

$$C_{\text{поб.}}^{\text{зав.р.}} = 253,7 \text{ мг/л}, \quad C_{\text{вир.}}^{\text{зав.р.}} = 370 \text{ мг/л}.$$

$$C_{\text{поб.}}^{\text{БПКпов}} = 156,1 \text{ мг/л.}, \quad C_{\text{вир.}}^{\text{БПКпов}} = 290 \text{ мг/л}.$$

$$C_{\text{поб.}}^{\text{ПАР}} = 253,7 \text{ мг/л.}, \quad C_{\text{вир.}}^{\text{ПАР}} = 22 \text{ мг/л}.$$

$$C_{\text{сум}}^{\text{зав.р.}} = \frac{253,7 \times 56000 + 370 \times 10500}{66500} = 272 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{сум}}^{\text{БПКпов}} = \frac{156,1 \times 56000 + 290 \times 10500}{66500} = 177,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{сум}}^{\text{ПАР}} = \frac{9,8 \times 56000 + 22 \times 10500}{66500} = 12 \text{ мг/л}.$$

Кількість еквівалентних мешканців (за зваженими речовинами та БСК), тобто кількість мешканців, які спричиняють таку саму кількість забруднення, як і промислові стоки, визначається за формулою (3.3):

$$N_{екв} = \frac{C_{вир} \cdot Q_{вир}^{доб}}{a}, \text{ чол.} \quad (3.3)$$

де $C_{вир}$ – концентрація забруднювальних речовин (завислих речовин та БСК) у промислових стічних водах, мг/л

$Q_{вир}^{доб}$ – витрати виробничих стічних вод, $Q_{вир}^{доб} = 10500 \text{ м}^3 / \text{добу}$

a – кількість забруднень за завислими речовинами і БПК_{пов}.

На душу населення: $a_{зав.} = 65 \text{ г}/(\text{чол} \times \text{добу})$, $a_{БПК_{пов}} = 40 \text{ г}/(\text{чол} \times \text{добу})$;

$$N_{екв}^{зав.р} = \frac{370 \times 10500}{65} = 59769 \text{ чол.}$$

$$N_{екв}^{БПК} = \frac{290 \times 10500}{40} = 76125 \text{ чол.}$$

Приведену кількість мешканців (за завислими речовинами та БСК) можна знайти за формулами (3.4 – 3.5) [1 – 3]:

$$N_{звед.}^{зав.р} = N_k + 0,33N_{нек} + N_{екв.}^{зав.р} = 208000 + 0,33 \times 32000 + 59769 = 278329 \text{ чол.} \quad (3.4)$$

$$N_{завед.}^{БПК} = N_k + 0,33N_{нек} + N_{екв.}^{БПК} = 208000 + 0,33 \times 32000 + 76125 = 294685 \text{ чол.} \quad (3.5)$$

3.2 Розрахунок викидів забруднювальних речовин та обсягів відходів, що утворюються внаслідок технологічних процесів

Розрахунок викидів забруднювальних речовин та визначення типу і кількості відходів здійснюється після аналізу технологічного процесу з ідентифікацією джерел викидів та відходів. Токсичність забруднювальної речовини визначається ГДК і класом небезпеки, зазначеними в нормативних документах (див. список літератури).

У цьому прикладі розглядається технологічний процес виробництва пластикової упаковки, розрахунок обсягів викидів забруднювальних речовин і відходів та визначення їх подальшого використання.

3.2.1 Загальна характеристика місць виробництва пластикової тари

Виробництво пластикової тари на заводі – це повний замкнутий цикл виготовлення поліпропіленової упаковки у вигляді тари (каністр і кришок) різних розмірів.

На першому етапі процесу 250-кілограмовий рулон поліпропіленового листа шириною 530 мм, товщиною 1,2 мм і 0,4 мм подається на ділянку термоформування. Потім рулони поміщаються в розмотувач і подаються в

термоформувальну машину (DFA 47/25), де банки і кришки термоформуються у форми відповідно до встановлених стандартів.

Основними компонентами термоформувальної машини є станина з головним приводом, конвеєр, нагрівальна рама та електричне і пневматичне обладнання.

Машина працює таким чином:

а) плівка розмотується конвеєром (або механізмом розмотування рулону, якщо він є частиною машини) і подається конвеєром в зону нагріву;

б) нагрівальна рама нагріває плівку до температури формування;

в) нагріта плівка конвеєром подається у відкриту форму

г) форма закривається і виріб формується стисненням повітрям;

Відформований виріб типу «стаканчик» відокремлюється від плівки.

Після відкриття прес-форми виріб, екструдований з форми, переноситься потоком повітря ззовні прес-форми до штабелера, що міститься в машині;

Відпрацьована плівка намотується на намотувач.

На наступному етапі готові банки і кришки складаються в картонні коробки та транспортуються на склад готової продукції.

Рулони використаних перфорованих листів транспортуються на підприємство з переробки відходів. Там листи подрібнюються в подрібнювальній машині (ШТ-459М). Подрібнені відходи пакуються в ящики і відправляються на ділянку екструдера, де додаються до базового матеріалу для виробництва поліпропіленових листів.

Процес виробництва пластикового пакування показано на рисунку 3.1.

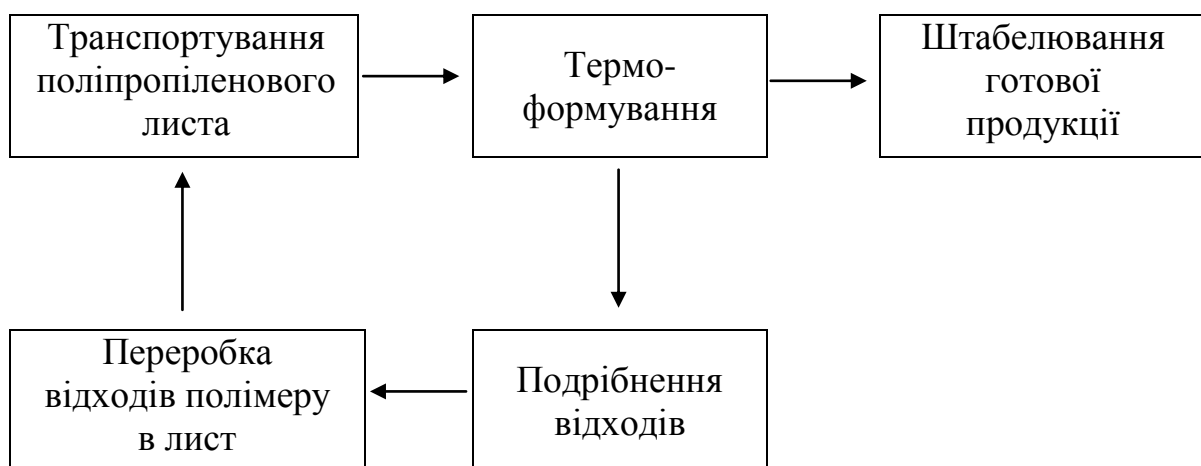


Рисунок 3.1 – Процес виготовлення пластикової тари

3.2.2 Розрахунок викидів забруднювальних речовин на ділянці з виробництва пластикової тари

Під час роботи термопластавтомата в атмосферу виділяються такі забруднювальні речовини: оксид вуглецю (II) та оцтова кислота.

Під час дроблення відходів термопластів у дробарці ППР-450М в атмосферу викидається поліпропіленовий пил після очищення циклоном (ефективність очищення 92 %).

Вихідні дані для розрахунку викидів забруднювальних речовин від термопластавтоматів:

- Завод має п'ять термопластавтоматів DFA 47/25;
- Виробничий план – 4,28/10 комплектів на місяць та 4,28/10 одиниць на рік;
- Режим роботи – 330 днів на рік, 24 години на добу;
- Сировина – поліпропілен;
- Споживання сировини – 1760 тонн на рік;
- Питомі викиди оксиду вуглецю (II) – 0,8 г/кг сировини;
- Питомі викиди органічних кислот у перерахунку на оцтову кислоту – 0,4 г/кг сировини.

Викиди розраховуються за формулою:

$$M = \gamma \cdot G \cdot 10^{-6}, \quad (3.6)$$

де M – сумарні викиди забруднювальних речовин (т/рік);

γ – питомий викид забруднювальної речовини, г/кг матеріалу;

G – витрата матеріалу, що підлягає обробці, кг/рік.

Загальні викиди органічних кислот у перерахунку на оцтову кислоту є такими:

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,4 \cdot 1760000 \cdot 10^{-6} = 0,704 \text{ (т/рік)}.$$

Загальні викиди оксиду вуглецю (II) становлять

$$M(\text{CO}) = 0,8 \cdot 1760000 \cdot 10^{-6} = 1,408 \text{ (т/рік)}.$$

Для подальшого визначення життєздатності розрахунку розсіювання забруднювальних речовин, сумарні викиди розраховуються в г/с:

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{0,704 \cdot 10^6}{330 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,025 \text{ (г/с)},$$

$$M(\text{CO}) = \frac{1,408 \cdot 10^6}{330 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,0494 \text{ (г/с)}.$$

Термопластавтомати мають витяжні вентиляційні отвори та два джерела викидів: № 1 – чотири термопластавтомати та № 2 – один термопластавтомат. Сумарні викиди забруднювальних речовин від джерел викидів наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Валові викиди забруднюючих речовин від термопластавтоматів

Джерело викиду	Валові викиди			
	CH ₃ COOH		CO	
	т/рік	г/с	т/рік	г/с
Джерело № 1	0,563	0,020	1,126	0,0395
Джерело № 2	0,141	0,005	0,282	0,0099

Вихідні дані для розрахунку викидів забруднювальних речовин від подрібнювача відходів термопластів (джерело № 3):

- режим роботи – 250 днів/рік; 8 год/добу;
- витрати відходів, що переробляються – 880 т/рік;
- питомий викид пилу поліпропілену – 0,7 г/кг матеріалу.

Розрахунок валових викидів (т/рік) забруднювальних речовин, що надходять в атмосферу від подрібнювача відходів термопластів ІРП-450М і пройшли очищення в пилоочисній установці, проводиться за формулою:

$$M = \gamma \cdot B \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-6}, \quad (3.7)$$

де γ – питомі викиди забруднювальних речовин, г/кг матеріалу, що подрібнюється;

B – витрати матеріалу, що подрібнюється, кг/рік;

η – коефіцієнт ефективності пиловловлювального обладнання.

Валовий викид пилу поліпропілену становить:

$$M = 0,7 \cdot 880000 \cdot (1 - 0,92) \cdot 10^{-6} = 0,049 \text{ (т/рік)},$$

$$M = \frac{0,049 \cdot 10^6}{250 \cdot 8 \cdot 3600} = 0,0068 \text{ (г/с)}.$$

Валові викиди забруднювальних речовин від ділянки з виробництва пластикової тари наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Валові викиди забруднюючих речовин, що утворюються на дільниці з виробництва пластикової тари

Виробництво, цех	Продукція	Потужність виробництва	Викиди забруднювальних речовин		
			Назва	Валовий викид, т/рік	Питомий викид на одиницю продукції
Виробництво пластикової тари	Пластикові стаканчики	4,28·10 ⁴ тис. шт./рік	Кислота оцтова	0,704	2·10 ⁻⁵ т/тис. шт.
			Карбон (II) оксид	1,405	3·10 ⁻⁵ т/тис. шт.
	Відходи термопластів	880 т/рік	Пил поліпропілену	0,049	6·10 ⁻⁵ т/т

Вплив забруднювача на навколишнє середовище оцінюється за його загальним обсягом викидів та токсичністю. Гранично допустимі концентрації забруднювальних речовин, що утворюються на підприємствах з виробництва пластикової упаковки – робочої зони (ГДК_{РЗ}), максимально разова (ГДК_{МР}) та середньодобова (ГДК_{СД}), а також їх клас небезпеки наведено в таблиці 3.3.

З трьох речовин, що викидаються в атмосферу, аерозолі оцтової кислоти є найбільш небезпечними. Обладнання для видалення пилу на виробничих майданчиках значно зменшило викиди полімерного пилу.

Таблиця 3.3 – Оцінка токсичності забруднювальних речовин, що утворюються на заводах з виробництва пластикового пакування

Код речовини	Назва забруднювальної речовини	ГДК _{РЗ} , мг/м ³	ГДК _{МР} , мг/м ³	ГДК _{СД} , мг/м ³	Клас небезпеки	Обґрунтування (список ГДК або ОБРВ*)
337	Карбон (II) оксид	20	5,0	3,0	4	Список ГДК
1555	Кислота оцтова	5	0,2	0,06	3	Список ГДК
2922	Пил поліпропілену	4	0,1	0,1	4	ОБРВ

*ОБРВ – орієнтовно безпечні рівні впливу небезпечних речовин

3.3 Вимірювання реального хімічного навантаження на організм людини від забруднення повітря

Реальне хімічне навантаження на організм людини можна розглядати як суму хімічних забруднень, що надходять в організм людини через органи дихання протягом певного періоду часу.

Вихідні дані для розрахунків такі:

- час t , години, які людина провела в різних умовах;
- забруднювальних речовин у кожній з умов перебування;
- середньодобова концентрація речовин $ЗР$, мг/м^3 .

Клас небезпеки (КН) та значення ГДК забруднювальних речовин слід визначати відповідно до нормативних документів, наведених у списку основної літератури до цих методичних рекомендацій. Для виробничих приміщень у розрахунках потрібно використовувати ГДК робочої зони (ГДК_{рз}), для інших умов проживання – середньодобову ГДК (ГДК_{сд}).

Сумарний показник хімічного навантаження S визначається як сума добутоків показників хімічного забруднення повітряного середовища за різних умов перебування людини:

$$S = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i, \quad (3.8)$$

де P_i – показник забруднення повітря (рівень хімічного забруднення повітряного середовища);

t_i – тривалість впливу, виражена в частках доби;

n – кількість різних умов перебування.

Основними складовими загального хімічного навантаження на людину є забруднення повітря на промислових об'єктах, у житловому секторі, громадському транспорті, міському житловому середовищі та забруднення повітря в рекреаційних зонах (парках і передмістях). Таким чином, формула для S може бути виражена таким чином:

$$S = P_{\text{вп}} t_{\text{вп}} + P_{\text{ж}} t_{\text{ж}} + P_{\text{тр}} t_{\text{тр}} + P_{\text{жс}} t_{\text{жс}} + P_{\text{рек}} t_{\text{рек}}, \quad (3.9)$$

де $P_{\text{вп}}$, $P_{\text{ж}}$, $P_{\text{тр}}$, $P_{\text{жс}}$, $P_{\text{рек}}$ – рівні хімічного забруднення якості повітря у промислових, житлових приміщеннях, приміщеннях громадського транспорту, міських житлових і рекреаційних зонах, відповідно;

$t_{\text{вп}}$, $t_{\text{ж}}$, $t_{\text{тр}}$, $t_{\text{жс}}$, $t_{\text{рек}}$ – відповідні добові рівні впливу хімічного забруднення повітряного середовища на людей.

Добова норма розраховується за формулою:

$$t_i = \frac{T_i}{24}, \quad (3.10)$$

де T_i – середній час перебування людини в певних умовах.

P_i – умовний показник ступеня забруднення повітря:

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^m K_i^2}, \quad (3.11)$$

де K_i – кратність перевищення ГДК для речовин, віднесених до третього класу небезпеки;

m – кількість речовин.

Для отримання значень кратності перевищення ГДК K_i для речовин, віднесених до 1, 2 та 4 класів небезпеки, використовуються такі співвідношення:

$$\text{1-й клас } K_i^{(3)} = k_i^{(1)} \cdot 3^n, \quad n = 2,89 \cdot |\lg(k_i^{(1)})|, \quad (3.12)$$

$$\text{2-й клас } K_i^{(3)} = k_i^{(2)} \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^n, \quad n = 1,55 \cdot |\lg(k_i^{(2)})|, \quad (3.13)$$

$$\text{4-й клас } K_i^{(3)} = k_i^{(4)} \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^n, \quad n = 1,05 \cdot |\lg(k_i^{(4)})|, \quad (3.14)$$

де $k_i^{(1)}$, $k_i^{(2)}$ і $k_i^{(4)}$ – значення кратності перевищення ГДК для речовин 1, 2 та 4 класів небезпеки, відповідно.

Кратність перевищення ГДК визначається шляхом ділення фактичної концентрації речовини на ГДК, включно й значення менше 1:

$$k_i = \frac{C}{\text{ГДК}}. \quad (3.15)$$

Наступні приклади ілюструють розрахунок фактичного хімічного впливу на людину за різних умов.

Приклад

Вихідні дані для розрахунку фактичного хімічного впливу на людину забрудненого повітряного середовища наведено в таблиці 3.4. Клас небезпеки забруднювальної речовини та гранично допустима концентрація визначаються згідно з відповідними нормативними документами.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані

Умови перебування	T, год	Забруднювальні речовини	$C_{\text{сд}}$, мг/м ³	КН	ГДК _{сд} , мг/м ³	ГДК _{рз} , мг/м ³
Виробниче приміщення	8	Стирол	0,001	3	–	10
		Толуол	0,6	3	–	50
		Етилбензол	0,02	3	–	50
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид	0,5	4	1,0	–
		Нітроген (IV) оксид	0,02	2	0,04	–
		Формальдегід	0,001	2	0,003	–
		Бенз(а)пірен	$1,2 \cdot 10^{-6}$	1	$1,0 \cdot 10^{-6}$	–

Частка доби розраховується за формулою (3.10):

– для виробничого приміщення:

$$t_{\text{вп}} = \frac{8}{24} = 0,33;$$

– для житлового середовища:

$$t_{\text{жс}} = \frac{2}{24} = 0,08.$$

Кратність перевищення ГДК розраховано за формулою (3.15):

– для виробничого приміщення:

$$k(\text{стирол}) = \frac{0,001}{10} = 0,0001;$$

$$k(\text{толуол}) = \frac{0,6}{50} = 0,012;$$

$$k(\text{етилбензол}) = \frac{0,02}{50} = 0,0004;$$

– для житлового середовища:

$$k(\text{СО}) = \frac{0,5}{1,0} = 0,5;$$

$$k(\text{NO}_2) = \frac{0,02}{0,04} = 0,5;$$

$$k(\text{формальдегід}) = \frac{0,001}{0,003} = 0,33;$$

$$k(\text{бенз(а)пірен}) = \frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-6}} = 1,2.$$

За рівняннями (3.12 – 3.14) розраховано значення кратностей перевищення ГДК відповідно для речовин 1, 2 і 4-го класів небезпеки для житлового середовища:

$$K(\text{СО}) = 0,5 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^{0,32} = 0,46;$$

$$K(\text{формальдегід}) = 0,33 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{0,75} = 0,45;$$

$$K(\text{бенз(а)пірен}) = 1,2 \cdot 3^{0,23} = 1,54.$$

Для виробничих об'єктів перерахунків не проводиться, оскільки всі забруднювальні речовини віднесені до 3 класу небезпеки.

Розрахункові дані щодо кратності перевищень ГДК та приведення забруднювальних речовин до 3 класу небезпеки наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розраховані дані кратностей перевищення ГДК та приведення забруднюючих речовин до 3-го класу небезпеки

Умови перебування	Частка доби	Забруднюючі речовини	Кратність перевищення ГДК	Приведення до 3-го класу небезпеки
Виробниче Приміщення	0,33	Стирол	0,0001	0,0001
		Толуол	0,012	0,012
		Етилбензол	0,0004	0,0004
Житлове Середовище	0,08	Карбон (II) оксид	0,5	0,46
		Нітроген (IV) оксид	0,33	0,5
		Формальдегід	1,2	0,45
		Бенз(а)пірен		1,54

Умовний показник ступеня забруднення повітряного середовища P_i для всіх умов перебування розраховано за формулою (3.11):

– для виробничого приміщення:

$$P_{\text{вп}} = \sqrt{0,0001^2 + 0,012^2 + 0,0004^2} = 0,012;$$

– для житлового середовища:

$$P_{\text{жс}} = \sqrt{0,46^2 + 0,5^2 + 0,45^2 + 1,54^2} = 1,74.$$

Показник реального хімічного навантаження в різних умовах перебування визначається за формулою (3.8):

– для виробничого приміщення:

$$S_{\text{вп}} = 0,012 \cdot 0,33 = 0,00396;$$

– для житлового середовища:

$$S_{\text{жс}} = 1,74 \cdot 0,08 = 0,1392.$$

Умовні показники ступеня забруднення повітря та фактичні хімічні навантаження від забруднення повітря за різних умов подано в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Умовний показник ступеня забруднення повітряного середовища та показник реального хімічного навантаження в різних умовах

Умови перебування	Умовний показник ступеня забруднення, P_i	Показник реального хімічного навантаження, S_i
Виробниче приміщення	0,012	0,004
Житлове середовище	1,74	0,139

Загальні показники реального хімічного навантаження виглядають так:
 $S = 0,004 + 0,139 = 1,143$.

Таким чином, незважаючи на те, що в житлових приміщеннях люди проводять значно менше часу, показники умовного та реального хімічного навантаження, що характеризують ступінь забруднення повітря в цих житлових приміщеннях, значно вищі, ніж на промислових об'єктах. Це можна пояснити наявністю в повітрі житлових приміщень високотоксичного бенз(а)пірену в концентраціях, що перевищують ГДК.

Потрібно дотримуватися номерів варіантів, зазначених у кожному завданні:

- розрахувати фактичне хімічне навантаження на людину в разі забруднення повітря;
- результати розрахунків подати в таблицях 3.12 – 3.14;
- порівняти та зробити висновки щодо показників реального хімічного навантаження у випадку забруднення атмосферного повітря за різних умов.

3.4 Режими регулювання у сфері радіаційної безпеки

Сучасний режим регулювання у сфері радіаційної безпеки базується на концепції дозового навантаження. Екологічних стандартів, що визначають допустимий вплив на екосистеми у сфері радіаційної безпеки, не існує.

У системі регулювання використовуються такі основні поняття.

Поглинута доза (absorbed dose) – основна величина дози, що визначається кількістю енергії, яку випромінювання передає одиниці маси речовини. Одиницею поглиненої дози є грей (Гр) – поглинена доза випромінювання, передана 1 кг маси опроміненого матеріалу, що вимірюється в 1 Дж енергії іонізуючого випромінювання: 1 Гр = 1 Дж/кг.

Еквівалентна доза. Шкідливий вплив іонізуючого випромінювання залежить не тільки від поглиненої дози, але й від іонізуючої здатності еквівалентної дози. Для обчислення еквівалентної дози ($D_{екв}$) – $D_{екв}$ поглинута доза ($D_{погл}$) домножається на коефіцієнт якості ІВ (Q), який відображає здатність цього типу випромінювання пошкоджувати тканини організму.

$$D_{екв} = D_{погл} \cdot Q. \quad (3.16)$$

Значення коефіцієнта Q наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Значення коефіцієнта якості іонізуючого випромінювання (Q) для різних видів випромінювання

Види випромінювання	Q
Фотони і β-випромінювання (незалежно від енергії випромінювання)	1
Протони з енергією понад 2 МеВ	5
Нейтрони з енергією: менше 10 кеВ	5
10-100 кеВ	10
0,1-2 МеВ	20
2-20 МеВ	10
понад 20 МеВ	5
α-випромінювання	20

Одиницею еквівалентної дози є зіверт (Зв). **Еквівалентна доза** – це доза, яка була б поглинута 1 кг живої тканини від будь-якого виду випромінювання і викликала б такі самі біологічні ефекти, як і поглинута доза 1 Гр фотонного випромінювання. 1 зіверт = 100 бер. Альфа-випромінювання вважається в 20 разів небезпечнішим за інші види випромінювання.

Ефективна еквівалентна доза. Потрібно враховувати, що певні частини тіла і внутрішні органи більш чутливі до радіаційного ураження, ніж інші. Тому дози опромінення органів і тканин враховуються з використанням різних коефіцієнтів. Ефективна еквівалентна доза (ЕЕД) відображає вплив радіаційного опромінення на весь організм і розраховується за такою формулою.

$$D_{\text{еед}} = \sum W_{\text{т}} D_{\text{екв}}, \quad (3.17)$$

де $W_{\text{т}}$ – коефіцієнти, які характеризують відношення ризику опромінення того чи іншого органу до загального ризику за умови рівномірного опромінення всього тіла (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Значення коефіцієнтів для різних органів і тканин людського тіла

Органи і тканини	$W_{\text{т}}$
Гонади	0,20
Червоний кістковий мозок	0,12
Товста кишка	0,12
Легені	0,12
Шлунок	0,12
Сечовий міхур	0,05
Молочна залоза	0,05
Печінка	0,05
Стравохід	0,05
Щитоподібна залоза	0,05
Шкіра	0,01
Кісткова тканина	0,01
Інші органи	0,05

Відповідно до українських норм радіаційної безпеки (НРБУ-97), особи, які зазнають впливу радіації, поділяються на такі категорії:

- категорія А – працівники, які безпосередньо працюють з ДІВ;
- категорія В – обмежене коло осіб (люди, які не працюють безпосередньо з ДІВ, але можуть зазнати опромінення через середовище проживання або робоче місце);
- категорія С – населення загалом.

Існує три групи органів в організмі людини, які по-різному піддаються впливу опромінення:

- все тіло, червоний кістковий мозок і статеві залози;
- м'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, внутрішні органи;
- кісткова тканина, шкіра, кисті рук, передпліччя, щиколотки і стопи.

Залежно від критичної групи органів встановлюються ліміти річних доз для осіб, віднесених до категорії А, та ліміти річних доз (ЛРД) для осіб, віднесених до категорії Б.

В Україні ліміти доз встановлюються відповідно до Норм радіаційної безпеки – НРБУ-97 (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9 – Ліміти доз, мЗв/рік

Нормовані величини	Категорії опромінюваних осіб		
	А	Б	В
Межа ефективної дози	20	2	1
Межі ефективної зовнішньої дози для кришталика ока	150	15	15
шкіри	500	50	50
кистей і стоп	500	50	

Еквівалентна доза (Н), накопичена в життєво важливих органах за час Т (років) від початку професійної діяльності, не має перевищувати значення, що визначається за такою формулою

$$H = ГДД \cdot T. \quad (3.18)$$

Таким чином, для працівника ефективна доза за 50 років роботи становить $50 \cdot 20 = 1000$ мЗв (1 Зв), а довічна ефективна доза для населення (70 років) – 70 мЗв.

Цей рівень відповідає безпечній концепції життя.

Потрібно зазначити, що ліміти доз, наведені в таблиці 3.32, стосуються умов нормальної експлуатації джерел іонізуючого випромінювання.

3.4.1 Регулювання вмісту радіоактивних речовин в атмосфері

Основним джерелом опромінення населення є природне випромінювання від АЕС, де люди проводять 80 % свого часу.

Якщо порівнювати повітря в квартирах із забрудненим міським повітрям, то повітря в приміщеннях в 4–6 разів брудніше і в 8–10 разів шкідливіше.

Джерелами природного випромінювання є, по-перше, будівельні матеріали, виготовлені з природної сировини, що містять природні радіонукліди (РН) ^{226}Ra , ^{232}Th і ^{40}K , які є джерелами зовнішнього випромінювання в приміщеннях. Другий – радон, радіоактивний газ, що утворюється під час розпаду ^{226}Ra і ^{232}Th , який потрапляє в повітря приміщень через стіни, ґрунт, водопровід і побутові гази. Разом ці джерела становлять 70 % загальної дози опромінення. Допустимі рівні потужності поглиненої дози (ПЕД) γ -випромінювання в повітрі будівель і приміщень (поширюється на випромінювання, що створюється активністю природних радіонуклідів, включно й природний радіаційний фон):

- ПЕД у приміщеннях, будівлях і спорудах, що проектуються, будуються або реконструюються для постійного перебування людей, не має перевищувати $0,27 \text{ мкГр год}^{-1}$ (30 мкР год^{-1}). До закладів з постійним перебуванням людей належать житлові, дитячі, лікувально-профілактичні та лікувальні заклади;

- ПЕД у приміщеннях, будівлях і спорудах, де постійно перебувають люди, не має перевищувати $0,45 \text{ мкГр год}^{-1}$ (50 мкР год^{-1}), за винятком дитячих будинків, санаторіїв та лікувально-оздоровчих закладів.

Для повітря в приміщеннях визначено допустимі значення середньоквадратичної еквівалентної рівноважної концентрації (ЕРК) ізотопів радону.

- Для повітря на майданчику під час проектування і будівництва, а також під час реконструкції будівель і споруд, в яких постійно перебувають люди, ПЕД для ^{222}Rn не має перевищувати $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^3$, а для ^{220}Rn - $3 \text{ Бк}\cdot\text{м}^3$.

- ПЕД для ^{220}Rn у повітрі будівель, в яких постійно проживають люди, не має перевищувати $100 \text{ Бк}\cdot\text{м}^3$, а ПЕД для ^{222}Rn - $6 \text{ Бк}\cdot\text{м}^3$.

3.4.2 Регулювання вмісту радіоактивних речовин у воді

Допустимі концентрації радіонуклідів у поверхневих водах водних об'єктів встановлюються за умови, що результувальне внутрішнє опромінення є безпечним для людини за щоденного надходження радіонуклідів в організм протягом усього життя. Нерозчинні радіонукліди легко потрапляють в кров через шлунково-кишковий тракт, розносяться по всьому організму і накопичуються в печінці, кістковій тканині і щитовидній залозі.

ГДК для найпоширеніших радіонуклідів у відкритих водоймах наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – ГДК радіонуклідів у відкритих водоймах

Радіонуклід	Критичний орган	ГДК, Бк·кг ⁻¹
⁶⁴ Cu	Печінка	22
⁸⁹ Sr	Кісткова тканина	11,1
¹³⁷ Cs	М'язова тканина	37
⁹⁰ Sr	Кісткова тканина	1,1
¹³¹ I	Щитоподібна залоза	22,2
¹⁴⁰ Ba	Кісткова тканина	259
¹⁴⁴ Ce	Травний канал	110

Допустимі рівні питомої активності природних радіонуклідів у воді джерел господарсько-питного водопостачання наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Допустимі рівні питомої активності природних радіонуклідів у воді джерел господарсько-питного призначення

Допустимі рівні, Бк·л ⁻¹			
²²² Rn	Ізотопи U	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra
100	1	1	1

3.4.3 Регулювання вмісту радіоактивних речовин у продуктах харчування

Коли радіоактивні забруднювачі вільно переміщуються через кореневу систему і накопичуються в рослинній масі, вони потрапляють в організм людини по ланцюгу «рослина-людина» і «рослина-тварина-людина». Наразі основні дозові навантаження формують радіонукліди цезію та стронцію. Рівні радіоактивності ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування, вирощених на радіаційно небезпечних територіях, залежать від типу ґрунту, особливостей сільськогосподарського виробництва та культури. Вибір сорту рослини є дуже важливим, оскільки сорт рослини визначає її характеристики.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді встановлено Державним стандартом ДР-97, який регламентує вміст ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у продуктах харчування в Україні, а також у продуктах харчування, що імпортуються та реалізуються в Україні.

Допуски встановлено виходячи з припущення, що вміст радіонуклідів у продуктах харчування не перевищує річну дозу внутрішнього опромінення 1 мЗв. У цьому випадку опромінення іншими штучними та природними радіонуклідами не враховується: дорослі (за розрахунку ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr), діти та підлітки у віці 12-17 років (за розрахунку ⁹⁰Sr) розглядалися як важливі групи під час підготовки ДР-97. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у продуктах харчування наведені в Додатку II.

У таблиці 3.35 наведено результати статистичного аналізу даних про вміст радіонуклідів у продуктах харчування з різних регіонів.

Харчові продукти, за винятком спеціального дитячого харчування, придатні для реалізації та споживання, якщо вони відповідають наступним співвідношенням.

$$\frac{C_{Cs}}{ДУ_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{ДУ_{Sr}} \leq 1, \quad (3.19)$$

де C_{Cs} і C_{Sr} – результати визначення питомої активності радіонуклідів ^{131}Cs і ^{90}Sr у харчових продуктах;

$ДУ_{Cs}$ і $ДУ_{Sr}$ – регламентований вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у певному харчовому продукті згідно з таблицею 3.12.

За недотримання цих співвідношень реалізація продукту забороняється.

У разі радіологічного інциденту можуть вводитися тимчасові аварійні допустимі рівні (ТДР) вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді в певній послідовності.

Таблиця 3.12 – Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді ($Bк \cdot кг^{-1}$, $Bк \cdot л^{-1}$)

Назва продукту	^{137}Cs	^{90}Sr
Хліб, хлібопродукти	20	5
Картопля	60	20
Овочі (листяні, коренеплоди, столова зелень)	40	20
Фрукти	70	10
М'ясо, м'ясні продукти	200	20
Риба, рибопродукти	150	35
Молоко, молочні продукти	100	20
Яйця	6	2
Вода	2	2
Молоко згущене й консервоване	300	60
Молоко сухе	500	100
Свіжі дикорослі ягоди та гриби	500	50
Сушені дикорослі ягоди та гриби	2500	250
Лікарські рослини	600	200
Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5

Коли радіоактивний матеріал (нуклід) потрапляє в організм, людина постійно піддається опроміненню, поки радіоактивний матеріал не виводиться з організму внаслідок розпаду або фізіологічного метаболізму. Це опромінення є дуже небезпечним, адже пошкоджує різні органи, викликаючи незворотні процеси в організмі людини. Склад

найважливіших тканин організму (особливо крові, кісток і спинного мозку) може бути змінений, що в кінцевому підсумку призводить до смерті [8, 18 – 24].

Приклад. Визначіть ступінь забруднення харчового продукту РН. Дані для розрахункового завдання наведено в таблиці 3.13. Зробіть відповідні висновки.

Таблиця 3.13 – Вихідні дані для виконання розрахункової роботи

Радіонукліди	Хліб, Бк/кг	Овочі, Бк/кг	М'ясо, Бк/кг	Молоко, Бк/л
^{137}Cs	12	27	110	60
^{90}Sr	3	7	3	11

Розв'язання. Ступінь забрудненості продуктів харчування РН визначають за формулою (3.19).

$$\text{Хліб: } \frac{12}{20} + \frac{3}{5} = 1,2. \quad \text{Овочі: } \frac{27}{40} + \frac{7}{20} = 1,025.$$

$$\text{М'ясо: } \frac{100}{200} + \frac{3}{20} = 0,7. \quad \text{Молоко: } \frac{60}{100} + \frac{11}{20} = 1,15.$$

Висновок. Продукти харчування, за винятком спеціальних продуктів для відлучення від грудей, придатні для продажу та споживання, якщо вони відповідають пропорціям за формулою (3.19). У нашому випадку єдиними продуктами, придатними для продажу та споживання, є м'ясо та овочі, які були добре вимиті в гарячій воді.

3.5 Науково-технічні критерії впливу на навколишнє середовище

Гранично допустимі викиди (ГДВ) та гранично допустимі скиди (ГДС) розраховано та встановлено з метою забезпечення якості навколишнього природного середовища для всіх суб'єктів господарювання, які є забруднювачами.

3.5.1 Визначення ГДВ для шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери

ГДВ для кожного стаціонарного джерела викидів встановлюється за умови, що викиди небезпечних речовин від цього джерела у поєднанні з фоновим забрудненням не призводять до утворення в приземному шарі атмосфери концентрацій, що перевищують ГДК, тобто виконуються такі умови.

$$C_m + C_\phi \leq \text{ГДК}, \quad (3.20)$$

де C_m – приземні концентрації забруднювальних речовин від цього джерела (за найнесприятливіших умов розсіювання), мг/м³;

C_ϕ – фонові концентрації, мг/м³.

Якщо з об'єктивних причин значення ГДВ не може бути досягнуто, для таких підприємств встановлюється тимчасовий погоджений ліміт викидів (ТЛВ) та запроваджується поетапне скорочення викидів до величини, яка гарантує дотримання значення ГДВ.

ГДВ для теплових викидів від одного джерела з круглим отвором або від групи таких джерел, розташованих близько один від одного, де фонові концентрація суміші (C_ϕ) встановлюється постійною на покритій території, незалежно від швидкості та напрямку вітру, визначається за формулою (3.21).

$$\text{ГДВ} = \frac{(\text{ГДК} - C_\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}, \quad (3.21)$$

де H – висота джерела викиду (труби) від рівня землі, м;

V_1 – об'ємна витрата газу (повітря), що викидається, за робочих умов, м³/с;

ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається, та температурою навколишнього повітря, °С;

A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осадження токсичних речовин у повітрі;

m – безрозмірний коефіцієнт, що враховує стан суміші, яка викидається на виході з джерела викиду;

n – безрозмірний коефіцієнт, що враховує стан суміші, яка викидається, на виході з джерела викиду.

η – коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості на розсіювання домішок.

Витрата (об'єм) суміші визначається за таким рівнянням.

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_{\text{сер}}, \quad (3.22)$$

де D – діаметр отвору джерела викиду, м

$\omega_{\text{сер}}$ – середня швидкість змішаного газу на виході з джерела викиду, м/с.

Значення безрозмірного коефіцієнта визначається за таким рівнянням.

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (3.23)$$

де f знаходимо за формулою

$$f = 10^3 \cdot \frac{\omega_{\text{сеп}}^2 \cdot D_0}{H^2 \cdot \Delta T}. \quad (3.24)$$

Безрозмірний коефіцієнт є параметром

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}. \quad (3.25)$$

Значення коефіцієнта визначається з таких умов

- якщо $V_m < 0,3$, то $n = 3$;

- якщо $0,3 \leq V_m \leq 2$, то n знаходять за формулою

$$n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3)(4,36 - V_m)^{-1}}; \quad (3.26)$$

- якщо $V_m > 2$, то $n = 1$.

Безрозмірний коефіцієнт дорівнює 1, якщо в радіусі 50N від епіцентру перепад висот не перевищує 50 м на км. У всіх інших випадках топографічна поправка встановлюється на основі картографічного матеріалу, що відображає рельєф місцевості в радіусі 50 пн.ш. від епіцентру, але не більше 2 км.

Значення ГДВ для холодної газоповітряної суміші за всіх інших умов таке ж, як і для розглянутої раніше, і визначається за таким рівнянням.

$$\text{ГДВ} = \frac{(\text{ГДК} - C_\phi) \cdot H^{1/3}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot 8V_1. \quad (3.27)$$

Залежність значення коефіцієнта A від внутрішнього розташування джерела є такою ж, як і для теплових викидів.

Безрозмірний коефіцієнт визначається відповідно до значення параметра і розраховується за таким рівнянням.

$$V_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_{\text{сеп}} \cdot D}{H}. \quad (3.28)$$

Якщо під час розрахунку різниця температур ($^{\circ}\text{C}$) близька до нуля або перевищує 100, то для таких викидів потрібно розраховувати GWR так само, як і для холодних викидів, оскільки початковий перегрів не має значного впливу на початковий підйом факела і дифузію викидів в атмосфері.

Для холодних викидів висота димової труби визначається за таким рівнянням.

$$H = \left[\frac{AMFD\eta}{8V_1(GDK - C_\phi)} \right]^{3/4}. \quad (3.29)$$

Якщо якість повітря населеного пункту, в якому розташовано підприємство, перевищує ГДК і ГДК не може бути досягнута з об'єктивних причин, вводиться поетапне зниження викидів до ГДК.

Це означає, що інформація про розподіл, кількість та склад джерел викидів на території підприємства буде систематизована.

Цілями інвентаризації є:

- визначення обсягів викидів небезпечних речовин від об'єкта в атмосферу;
- оцінення впливу викидів на навколишнє середовище та встановлення ГДВ;
- підготовка рекомендацій щодо організації контролю за викидами;
- оцінення стану очисних споруд та екологічної сумісності технології та виробничих потужностей;
- планування пріоритетів природоохоронних заходів.

Інвентаризація проводиться один раз на п'ять років відповідно до затверджених інструкцій з інвентаризації викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря.

Приклад. Розрахувати гранично допустимі викиди шкідливих речовин у газах, що викидаються тепловою електростанцією потужністю $P = 100000$ кВт, яка працює на Донецькому розбавленому вугіллі, і, за необхідності, підібрати обладнання для їх очищення.

Висота димової труби $H = 60$ м, діаметр отвору димової труби $D_0 = 2,5$ м, температура газів, що викидаються, $t_r = 160^\circ\text{C}$, температура навколишнього повітря $t_n = 23^\circ\text{C}$, фонові концентрації оксидів сірки $C_\phi^{\text{SO}_2} = 0,1$ мг/м³; оксидів азоту $C_\phi^{\text{NO}_2} = 0,005$ мг/м³.

Електростанція розташована між 50° і 52° південної широти в Україні, рельєф місцевості рівнинний.

Розв'язання.

1. Знаходимо об'єм газу, що викидається за нормальних умов, Q , м³/с:

$$Q = \frac{P}{3600} \cdot q_r = \frac{100000}{3600} \cdot 4 = 111,1 \text{ м}^3/\text{с},$$

де q_r – питомі викиди газу, г/(кВт-год).

2. Знаходимо об'єм газу, що викидається в робочих умовах, Q , м³/с, де:

$$Q_1 = Q \cdot \frac{T_0 + t_r}{T_0} = 111,1 \cdot \frac{273 + 160}{273} = 176,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Розрахувати викиди шкідливих речовин: м³/с:
золи

$$M_3 = \frac{P}{3600} \cdot q_3 = \frac{100000}{3600} \cdot 97 = 2696,6 \text{ г/с};$$

двоокису сірки

$$M_{\text{SO}_2} = \frac{P}{3600} \cdot q_{\text{SO}_2} = \frac{100000}{3600} \cdot 21,6 = 600,5 \text{ г/с};$$

окислів азоту

$$M_{\text{NO}_2} = \frac{P}{3600} \cdot q_{\text{NO}_2} = \frac{100000}{3600} \cdot 2,8 = 77,8 \text{ г/с}.$$

4. Коефіцієнт $A = 180$, коефіцієнт $\eta = 1$, коефіцієнт F : для золи $F = 3$, для двоокису сірки і окислів азоту $F = 1$.

Максимальна разова гранична концентрація (додаток И) золи $C_{\text{ГДК}}^3 = 0,5 \text{ мг/м}^3$; двоокису сірки $C_{\text{ГДК}}^{\text{SO}_2} = 0,5 \text{ мг/м}^3$; окислів азоту $C_{\text{ГДК}}^{\text{NO}_2} = 0,085 \text{ мг/м}^3$.

5. Знаходимо різницю температур ΔT між температурою газів, які викидаються, і температурою навколишнього атмосферного повітря:

$$\Delta T = t_r - t_n = 160 - 23 = 137 \text{ }^\circ\text{C}.$$

6. За формулами (9.5) і (9.6) визначаємо параметри f і V_i :

$$f = 1000 \cdot \frac{V_0^2 \cdot D_0}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{15^2 \cdot 2,5}{60^2 \cdot 137} = 1,14;$$

$$V_i = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{176,2 \cdot 137}{60}} = 4,8;$$

де V_0 – рекомендована швидкість виходу газів з труби висотою до 120 м.

7. За формулами (3.34) та (3.37) знаходимо коефіцієнти m і n :

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{1,14} + 0,34\sqrt[3]{1,14}} = 0,883,$$

де $n = 1$, тому що $V_i > 2$.

8. Знаходимо величини гранично допустимих викидів шкідливих речовин, користуючись формулою (3.32) [27]:

золи

$$\Gamma_{\text{ДВ}_3} = \frac{(C_{\text{ГДК}}^3 - C_{\text{Ф}}^3) \cdot H^2}{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{Q_1 \cdot \Delta T} = \frac{(0,5 - 0) \cdot 60^2}{180 \cdot 3 \cdot 0,883 \cdot 1 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{176,2 \cdot 137} = 109,1 \text{ г/с};$$

двоокису сірки

$$\Gamma_{\text{ДВ}_{\text{SO}_2}} = \frac{(0,5 - 0) \cdot 60^2}{180 \cdot 1 \cdot 0,0883 \cdot 1 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{176,2 \cdot 137} = 262 \text{ г/с};$$

окислів азоту

$$\Gamma_{\text{ДВ}_{\text{NO}_2}} = \frac{(0,085 - 0,005) \cdot 60^2}{180 \cdot 1 \cdot 0,883 \cdot 1 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{176,2 \cdot 137} = 52,5 \text{ г/с}.$$

9. Визначаємо необхідний ступінь очищення η_0 газів, які викидаються, від золи:

$$\eta_0 = \frac{M_3 - \Gamma_{\text{ДВ}_3}}{M_3} = \frac{2696,6 - 109,1}{2696,6} = 0,96.$$

Такий ступінь очищення може забезпечити електрофільтр.

10. Знаходимо необхідну площу активного перерізу S електрофільтра, взявши число паралельних корпусів $N = 2$ і швидкість димових газів $V = 1,2$ м/с:

$$S = \frac{Q_1}{N \cdot V} = \frac{176,2}{2 \cdot 1,2} = 73,4 \text{ м}^2.$$

Вибираємо електрофільтр типу ЕГА-1-30-9-6-3 висотою електродів 9 м, площею активного перерізу $S = 73,4 \text{ м}^2$ і максимальним ступенем очищення $\eta_0 = 0,99$.

11. Враховуючи сумісну дію двоокису сірки і окислів азоту, приводимо величини фактичних і гранично допустимих викидів цих речовин до викидів за двоокисом сірки:

$$M = M_{\text{SO}_2} + 5,88M_{\text{NO}_2} = 600,5 + 5,88 \cdot 77,8 = 1058 \text{ г/с};$$

$$\Gamma_{\text{ДВ}} = \Gamma_{\text{ДВ}_{\text{SO}_2}} + 5,88M_{\text{NO}_2} = 262 + 5,88 \cdot 52,5 = 570,7 \text{ г/с}.$$

12. Визначаємо необхідний ступінь очищення газів, які викидаються, від двоокису сірки та окислів азоту:

$$\eta_0 = \frac{M - \text{ГДВ}}{M} = \frac{1058 - 570,7}{1058} = 0,46.$$

Такий ступінь очищення можна забезпечити абсорбційним очищенням газів в абсорберах з лужними розчинами NaOH, Na₂CO₃ та Ca(OH)₂.

3.5.2 Гранично допустимі викиди

Основним критерієм викидів забруднювальних речовин є гранично допустимі викиди.

Гранично допустимий скид (ГДС) – це максимально допустима маса речовини у стічних водах, яка може бути скинута в систему водовідведення за одиницю часу. ГДК в цій точці водного об'єкта має забезпечувати, щоб якість води в контрольному створі була в межах норми.

ГДК – це граничні значення витрати стічних вод і концентрації в них шкідливих домішок. ГДК встановлюються з урахуванням ГДК шкідливих речовин у точці водокористування (залежно від виду водокористування), асиміляційної здатності водного об'єкта, перспектив місцевого розвитку та оптимального розподілу скинутих шкідливих речовин між водокористувачами, які скидають воду ГДК, визначається для кожного джерела забруднення і шкідливої домішки, що скидається В основу визначення ГДК (аналогічно до ГДС) покладено метод розрахунку концентрації забруднювальних речовин, що створюються джерелом забруднення в контрольному створі (розрахунковому випуску), з урахуванням розбавлення джерела забруднення, внеску інших джерел забруднення, перспектив розвитку (проектування джерела забруднення) тощо.

Для всіх категорій водокористування ГДК визначається як добуток максимальної годинної витрати стічних вод (м³/год) на концентрацію забруднювальної речовини C_{ст} (г/м³) за такою формулою.

$$\text{ГДС} = C_{\text{ст}} \cdot g, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (3.30)$$

Відповідно до санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення скиди стічних вод у межах міста або населеного пункту встановлюються на рівні відповідного ГДК.

3.5.3 Розрахунок допустимих концентрацій забруднювальних речовин у стічних водах

Концентрація забруднювальних речовин у стічних водах визначається за формулою

$$C_{ст} = \frac{aQ}{g}(ГДК - C_{\phi}) + ГДК, \quad (3.31)$$

де Q – витрата води та стічних вод у водному об'єкті, відповідно;

a – коефіцієнт змішування;

C_{ϕ} – фонові концентрації небезпечної речовини у водному об'єкті перед скиданням.

Допустима концентрація забруднювальних речовин у стічних водах (ГДК) має задовольняти умову $C_{ст} < ГДК$:

$$ДК_{ст} = \frac{aQ}{g}(ГДК - C_{\phi}) + ГДК. \quad (3.32)$$

Нормативні вимоги потрібно застосовувати до самих стічних вод, а не до контрольованих вод. Допустимі концентрації забруднювальних речовин у стічних водах використовуються як основа для розробки заходів щодо зменшення забруднення. Необхідний ступінь очищення стічних вод (D , %) розраховується за такою формулою.

$$D = \frac{C_{факт} - ДК_{ст}}{C_{факт}} \cdot 100 \% . \quad (3.33)$$

Якщо $C_{факт} \geq ГДК$, то скидання стічних вод неприпустиме. Гранично допустимий скид (під час визначення $ДК_{ст}$) розраховують за формулою:

$$ГДС = ДК_{ст}g. \quad (3.34)$$

Цей розрахунок підходить для найпростішого випадку, коли стікання організовано через один випуск і забруднює водний об'єкт переважно сухими речовинами.

Значення ГДС мають гарантувати досягнення встановлених стандартів якості води (санітарно-гігієнічних та рибогосподарських) за найгірших умов розбавлення у водному об'єкті.

Для скидів стічних вод та інших видів господарської діяльності, що впливають на стан водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб, у водотоках, починаючи з випусків, розташованих на відстані 1 км вище за течією від найближчої точки водокористування нижче за течією (наприклад,

господарсько-побутових водозаборів, місць організованого відпочинку, населених пунктів), нормативи якості поверхневих вод (або їх природний склад і характеристики, якщо ці нормативи перевищено) мають бути дотримані. Найближча точка водокористування визначається санітарно-епідеміологічною службою.

У разі скидання стічних вод або іншої господарської діяльності, що впливає на стан рибогосподарських каналів і водойм, нормативи якості поверхневих вод (або їх природний склад і характер, якщо ці нормативи природним чином перевищуються) мають дотримуватися на всій території водокористування, яка визначається в кожному конкретному випадку національним регулювальним органом, починаючи з контрольного створу, який не може перевищувати 500 м від місця скидання стічних вод або інших джерел забруднення поверхневих вод (наприклад, місць видобутку корисних копалин).

У разі неможливості досягнення значень ГДС з об'єктивних причин для таких підприємств (джерел забруднення) встановлюється тимчасово погоджений рівень скидання токсичних речовин (ТУС) та запроваджується план поступового зменшення скидання токсичних речовин до величини, що забезпечує дотримання ГДС.

Рівень екологічної безпеки водного об'єкта $R_{еб}$ визначається такою нерівністю.

$$P_{еб} = \frac{\sum \Pi_{\phi}(t)}{\sum \Pi_{н}(t)} \leq 1, \quad (3.35)$$

де Π_{ϕ} – вимірне значення показника якості води;

$\Pi_{н}$ – нормовані значення показників якості води;

t – функція часу.

3.6 Нормування показників накопичення відходів

Обмеження місць розміщення твердих промислових відходів (підготовка проекту обмеження місця розміщення) здійснюється відповідно до Тимчасових правил охорони навколишнього природного середовища від відходів виробництва та споживання.

3.6.1 Джерела утворення відходів та їх класифікація

В Україні накопичено близько 20 млрд тонн промислових відходів, переробка та утилізація яких є однією з найактуальніших проблем захисту навколишнього природного середовища від небезпечних речовин.

Промислові відходи всіх видів можна розділити на тверді, рідкі та газоподібні. Тверді відходи поділяються на три категорії: промислові,

сільськогосподарські та загальні відходи. Більшість промислових відходів утворюється на підприємствах:

- гірничодобувної та гірничо-хімічної промисловості (наприклад, шлаки, відвали)
- чорної та кольорової металургії (наприклад, шлаки, шлами, пил)
- металообробної промисловості (наприклад, стружка, бракована продукція);
- Лісової та деревообробної промисловості (відходи лісозаготівлі, відходи лісопиляння, деревостружкові плити, деревоволокнисті плити, ламіновані пластики, вуглецево-волокнисті плити, плити короїд, відходи клеїв, смол, фарб та лаків);
- енергетики – теплові електростанції (зола, шлак);
- хімічної та суміжних галузей промисловості (фосфогіпс, галуліт, хогбек, шлак, шлам, цементний пил, органічні відходи: гума, пластмаси тощо);
- харчової промисловості (кістки, вовна тощо);
- легкої промисловості (наприклад, ганчір'я, шкіра, гума, пластмаси).

Рідкі відходи містять осад стічних вод після очищення та осад мінерального і органічного пилу з систем мокрої газоочистки.

Для повного використання відходів як вторинної сировини було розроблено галузеві класифікації. Наприклад, металобрухт і відходи металів можна розділити на класи за фізичними властивостями, групи або марки за хімічним складом чи показниками якості. Оскільки тверді відходи захоронюються на контрольованих або неконтрольованих полігонах, звалищах тощо або закопуються в ґрунт, велике значення мають нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК) небезпечних речовин у ґрунті.

3.6.2 Показники накопичення відходів

ГДК хімічних речовин у поверхневих ґрунтах – це такі кількості речовин, які не мають чинити прямого чи опосередкованого негативного впливу на ґрунт, інші компоненти довкілля і, найголовніше, на здоров'я людини. Водночас ГДК токсичних речовин має сприяти самоочищенню ґрунту: за відсутності ГДК забруднення оцінюють шляхом порівняння хімічного вмісту забрудненого (досліджуваного) і контрольного зразків ґрунту. ГДК ґрунтуються на експериментально визначених основних показниках. :

- МА – показник атмосферної міграційної небезпеки, що характеризує міграцію хімічних речовин з органічного шару ґрунту в атмосферу, мг/м;
- МВ – показник міграційної небезпеки для води, що характеризує перехід хімічних речовин з верхнього шару ґрунту в ґрунтові та поверхневі води, мг/дм³;

- Migration Hazard Indicator (TC) – показник міграційної небезпеки, який характеризує перенесення хімічної речовини з верхнього шару ґрунту через кореневу систему до зелених органів і плодів рослин;

- ЗС – загальний санітарний показник токсичності, який вказує на вплив хімічної речовини на здатність ґрунту до самоочищення та мікробні екосистеми ґрунту.

Значення ГДК для різних хімічних речовин у промислових відходах подано в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Значення ГДК для різних хімічних речовин

Речовина	ГДК, мг/кг	Речовина	ГДК, мг/кг
Марганець	1500 за ЗС	Бромфос	0,4 за ТВ
Миш'як	2 за ЗС	Перхлоридвініл	0,5 за ТВ
Ртуть	2,1 за ЗС	Ізопропилбензол	0,5 за МА
Свинець	20 за ЗС	Фосфорооксид	200 за МА
Хром	0,05 за МВ	Формальдегід	7 за ЗС
Бенз(а)пирен	0,2 за ЗС		

Знаючи ГДК, можна розрахувати клас небезпеки (токсичність) відходів. Згідно з методичними рекомендаціями щодо визначення токсичності промислових відходів, промислові відходи можна розділити на чотири класи токсичності:

I – надзвичайно небезпечні;

II – високонебезпечні;

III – помірно небезпечні;

IV – малонебезпечні.

Критерієм для визначення класу небезпеки відходів є індекс токсичності K_i .

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(k_p + g_b)}, \quad (3.36)$$

де ГДК_i – гранично допустима концентрація у ґрунті небезпечної хімічної речовини у відходах;

k_p – безрозмірний коефіцієнт, що характеризує розчинність речовини у воді;

g_b – вміст цього компонента в загальній масі відходів.

Після розрахунку значень для кількох компонентів відходів обирають один-три основні компоненти з найнижчими значеннями. Загальний індекс токсичності (небезпеки) $K_{\text{сум}}$ визначається за такою формулою.

$$K_{\text{сум}} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i, \quad (3.37)$$

де n – кількість компонентів, $n < 3$.

За відомими значенням $K_{\text{сум}}$ встановлюють клас токсичності (табл. 3.15).

Таблиця 3.15 – Класи токсичності шкідливих речовин

Сумарний індекс токсичності $K_{\text{сум}}$	Клас токсичності (небезпеки)	Ступінь небезпеки
2	I	Надзвичайно небезпечні
2-16	II	Високонебезпечні
16,1-30	III	Помірно небезпечні
>30	IV	Малонебезпечні

Якщо для конкретних речовин відсутні дані ГДК у ґрунті, коефіцієнт K_i розраховують за формулою

$$K_i = \frac{\lg_{(LD_{50})i}}{(k_p + 0,1k_{\text{л}} + g_{\text{в}})}, \quad (3.38)$$

де LD_{50} – середня смертельна доза речовини відповідно до маси тіла людини, мг/кг;

$k_{\text{л}}$ – коефіцієнт летючості цього компонента, виражений у частках одиниці (для CCl_4 $P_{\text{нас}} = 112,2$ мм рт. ст., отже $k_{\text{л}} = 112,2 - 760 - 1 = 0,15$).

Знаючи K_i , визначаємо $K_{\text{сум}}$.

Класам небезпеки відповідають такі значення:

I – менше 1,3; II – від 1,2 до 3,3; III – від 3,3 до 10; IV – більше 10.

Якщо для деяких речовин, що входять до складу відходів, відсутні значення ГДК і LD_{50} у ґрунті, але є дані про ГДК і відповідний клас небезпеки для повітря робочої зони, то використовується умовне значення LD_{50} .

Класи небезпеки та відповідні значення LD_{50} для речовин для повітря робочої зони наведено в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Умовні значення класу небезпеки та LD50 для повітря робочої зони

Клас небезпеки	Умовна величина ЛД ₅₀
I	15
II	150
III	5000

Зразки ґрунту відбираються в трьох-п'яти точках по діагоналі з глибини 0,25 метра на ділянці площею 25 кв. м, а для визначення впливу забруднення на ґрунтові води – від 0,2 до 1,0 кг з глибини 0,75–2,0 метра.

Рівень накопичення відходів на території підприємства визначається за двома показниками:

- максимальна кількість токсичних промислових відходів на території підприємства;
- гранично допустимий вміст токсичних сполук у промислових відходах.

Максимальна кількість відходів на території підприємства – це кількість відходів, яка може бути розміщена за умови, що потенціал накопичення токсичних речовин у повітрі не перевищує 30 % ГДК, тобто ГДВ, від ГДК у повітрі робочої зони. Гранично допустимі концентрації визначаються таким чином:

- вимірювання (визначення) вмісту шкідливих речовин у повітрі з урахуванням ефекту сумачії;
- ділення на відповідне значення 0,3 ГДК_{рз} для отримання середньозваженої концентрації (С_{сз}).

Якщо це відношення більше 1, тобто перевищується,

$$\frac{C_{сз}}{0,3ГДК_{рз}} > 1, \quad (3.39)$$

то кількість відходів на ділянці є перевищеною і їх необхідно негайно вивезти. Максимальний вміст токсичних сполук у відходах визначає клас небезпеки цих відходів.

3.7 Регулювання забруднення харчових продуктів

Людський організм отримує поживні речовини, а також екзогенні хімічні речовини з їжею. 95 % пестицидів потрапляє в організм людини через їжу, 4,7 % – через воду і 0,3 % – через повітря. До 70 % нітратів і нітритів потрапляє в організм з рослинною їжею, решта – з водою і продуктами тваринного походження. Радіонукліди (до 94 %) надходять з

їжею, решта – з водою та повітрям. Забруднювальні речовини потрапляють у їжу з неякісної сировини з сільськогосподарської продукції, вирощеної за недосконалими технологіями. Використання неперевічених добрив (мінеральних чи органічних), нераціональне внесення добрив та зрошення земель забрудненими стічними водами збільшують кількість хімічних речовин, що потрапляють у продукцію рослинництва і тваринництва та продукти харчування.

Продукти птахівництва та тваринництва забруднюються неперевіченими кормами та різними кормовими добавками (наприклад, консервантами, стимуляторами росту, фармацевтичними препаратами й профілактичними засобами). Забруднювачі також можуть надходити з харчових добавок, таких як консерванти, ароматизатори, барвники та антиоксиданти.

Шкідливі домішки також можуть потрапляти в їжу з неякісної упаковки і утворюватися внаслідок небажаних біохімічних та фізико-хімічних процесів під час транспортування і зберігання продуктів харчування. Сюди відносяться токсичні речовини, що потрапляють у харчові продукти з обладнання, посуду та контейнерів у разі використання неперевічених або недозволених пластмас та інших полімерних матеріалів.

Забруднювачі з навколишнього середовища характеризуються різноманітною структурою, властивостями та здатністю до біоаккумуляції. Вони містять канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводні, бенз(а)пірен та антрацен. Особливо шкідливі сполуки (переважно канцерогенні) можуть утворюватися внаслідок порушення технології термічної обробки.

Для запобігання утворенню шкідливих речовин і зменшення їх кількості в харчових продуктах необхідно строго дотримуватися вимог агротехнічних заходів та технічних регламентів, що забезпечує вирощування високоякісної сировини і виробництво з неї якісних харчових продуктів. Потрібно уникати утворення нових шкідливих речовин під час технічної та кулінарної обробки і зберігання, а поживна цінність, смак, аромат та інші органічні характеристики харчових продуктів не мають змінюватися сторонніми речовинами.

Забруднення харчових продуктів може викликати харчові отруєння, які можна розділити на бактеріальні, небактеріальні та мікотоксикози.

Бактеріальні отруєння – це токсичні та інфекційні отруєння, спричинені мікроорганізмами групи сальмонел. Ці захворювання виникають внаслідок вживання м'ясних, молочних, рибних та овочевих продуктів, качиних або гусячих яєць тощо, забруднених мікроорганізмами. До бактеріальних отруєнь належать також отруєння стафілококами. Ці

захворювання пов'язані з вживанням неякісних продуктів харчування (наприклад, молока, сиру, консервів, кондитерських виробів, морозива).

Небактеріальні отруєння пов'язані з потраплянням в організм хімічно токсичних речовин і радіонуклідів, що містяться в продуктах харчування. Наприклад, пестициди потрапляють в організм з сільськогосподарськими продуктами (зерновими, овочами та фруктами), а деякі важкі метали (наприклад, свинець, мідь, цинк, нікель і ртуть) потрапляють в їжу через посуд і пакувальні матеріали.

Мікотоксикоз – це отруєння, спричинене мікотоксинами, які потрапляють в організм з їжею.

Під час розробки нормативів ГДК ($ГДК_{хл}$) токсичних речовин у харчових продуктах враховуються токсиколого-гігієнічні нормативні дані щодо вмісту цих речовин у повітрі, воді та ґрунті, а також інформація про природний вміст різних хімічних елементів у продуктах харчування.

Гранично допустима концентрація токсичної речовини в харчових продуктах (допустимий залишок) – це концентрація токсичної речовини, яка не викликає захворювання або погіршення стану здоров'я протягом необмеженого періоду часу (за звичайного впливу).

Гігієнічні норми щодо забруднення харчових продуктів переважно стосуються пестицидів, важких металів і деяких аніонів (наприклад, нітратів). Потрібно зазначити, що в разі порушення результати дослідження не можуть бути використані як прийнятний критерій для будь-якої біоти. Наприклад, опис результатів дослідження накопичення сполук ртуті в тканинах птахів не може бути підставою для висновків про надлишок ртуті.

Надмірна кількість нітратів у продуктах харчування становить значний ризик для здоров'я людини. В останні роки доведено канцерогенну дію нітратів, особливо у разі тривалого та систематичного надходження в організм людини.

Продукти харчування, що містять нітрати вище допустимого рівня, заборонені для продажу і мають бути утилізовані або, за наявності дозволу Санітарно-ветеринарної служби, використані як корм для худоби. Якщо вміст нітратів удвічі перевищує допустиму норму, санітарно-ветеринарна служба може дозволити використання таких продуктів у їжу, якщо вони змішуються з іншими незабрудненими продуктами (салатами). Забруднені овочі дозволено вживати лише у вареному вигляді, оскільки 50 % нітратів переходить у відвар.

Міністерство охорони здоров'я України затвердило гранично допустимі рівні (ГДР) вмісту нітратів у плодоовочевій продукції (таблиця 3.17).

Таблиця 3.17 – Гранично допустимі рівні вмісту нітратів у плодовоовочевій продукції

Продукція	Норма нітратів мг/кг сирого продукту, за нітрат-іоном
Картопля: рання (до 1 вересня)	240
пізня (після 1 вересня)	120
Капуста білоголова: рання	800
пізня	400
Морква: рання	600
пізня	300
Томати у ґрунті: відкритому	100
захищеному	200
Огірки у ґрунті: відкритому	200
захищеному	400
Буряки столові	1400
Цибуля ріпчаста	80
Цибуля на перо у ґрунті: відкритому	400
захищеному	800
Зелені овочеві культури у відкритому ґрунті (салат, шпинат, щавель, капуста салатна, петрушка, селера, кінза, кріп). Те саме у захищеному ґрунті	1500 3000
Перець солодкий у відкритому ґрунті	200
Кабачки у захищеному ґрунті	400
Кавуни	60
Дині	90
Гарбузи	60
Виноград столових сортів, яблука, груші	60
Продукти дитячого харчування: консерви на фруктовій основі, консерви на овочевій основі	50 100

3.7.1 Стандарти забруднення продуктів харчування пестицидами

Пестициди класифікуються за ступенем накопичення в продуктах харчування таким чином:

- помітно, помірно і слабо накопичуються;
- дуже стійкі (час розпаду до нетоксичних компонентів менше 2 років);
- стійкі (0,5–2 роки);
- помірно стійкі (1–6 місяців);
- низька стійкість (до 1 місяця).

Сільськогосподарська сировина та продукти харчування можуть бути прямо або опосередковано забруднені пестицидами. Пряме забруднення відбувається під час обробки сільськогосподарських культур, худоби, птиці, зернових та кормів. Непрямі способи забруднення продуктів харчування пестицидами – перенесення пестицидів з ґрунту в рослини (фрукти, овочі), ненавмисне потрапляння пестицидів на територію та у водойми в період обробки, використання забрудненої води для обробки рослин, напування тварин забрудненою водою та вживання кормів, забруднених пестицидами.

Ступінь токсичності пестицидів залежить від їх надходження в організм і вмісту в продуктах харчування. Кількість залишків пестицидів у продуктах харчування залежить від фізико-хімічних властивостей пестициду, його розчинності у воді, жирах та оліях, а також від швидкості й характеру його трансформації.

Пестициди залишаються в рослинах від одного тижня до п'яти місяців. Деякі хлорорганічні пестициди є дуже стійкими і можуть бути виявлені в ґрунті та продуктах харчування через 4–12 років після застосування.

Хлорорганічні пестициди переважно використовуються в сільському господарстві для боротьби зі шкідниками зернових, бобових, технічних і овочевих культур, фруктових дерев і виноградників. Ці пестициди мають високу акумуляційну здатність, отож тривале вживання продуктів, що містять пестициди, може бути дуже небезпечним. Хлорорганічні сполуки (препарати) пошкоджують різні органи людини, особливо центральну нервову систему, ендокринну систему, печінку та нирки.

Люди з гострим отруєнням відчують головний біль, запаморочення, втрату апетиту, нудоту, а іноді і блювоту, біль у животі, біль у м'язах і високу температуру.

Фосфорорганічні пестициди швидко руйнуються під впливом факторів навколишнього середовища (сонячне світло, ультрафіолетове випромінювання, температура, кисле середовище) і руйнуються в продуктах харчування під час приготування. За умови дотримання правил обробки рослин і тварин та періоду між обробкою і збором врожаю отруєння фосфорорганічними пестицидами практично неможливе. Це може статися лише в тому випадку, якщо під час обробки значно збільшити дозування препарату та скоротити інтервал між останньою обробкою рослин і тварин сильнодіяним препаратом та їх збиранням і забоєм.

Найбільш широко використовуються фосфорорганічні препарати. Токсичність фосфорорганічних сполук зумовлена тим, що вони пригнічують активність багатьох ферментів, дозволяючи ацетилхоліну накопичуватися в крові, що призводить до порушення функцій центральної нервової та серцево-судинної систем.

Неорганічні препарати, що містять мідь, залізо, сірку і ртуть, широко використовуються для захисту рослин, садів, плодкових культур і овочів від хвороб.

З металоорганічних сполук тільки гранозан використовується для обробки зернових культур. Гранозан стабільний, леткий і дуже токсичний.

Як наслідок, можливе порушення метаболізму в тканинах, зміни в центральній нервовій системі, серці, судинах та інших органах, а також отруєння. Мідьвмісні сполуки (мідний купорос або сульфат міді, бордоський розчин, купронафта і хлорокис міді) широко використовуються для захисту садів, виноградників, фруктів і овочів від шкідників.

3.7.2 Гігієнічне оцінення продуктів тваринництва

М'ясо можна розділити на три групи відповідно до наявності або відсутності небезпечних речовин та їх потенціалу для споживання людиною. Гігієнічну оцінку м'яса за вмістом цих речовин (за результатами бактеріологічних та біохімічних досліджень) подано в таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Гігієнічна оцінка м'яса

Отруйні речовини, наявність яких у м'ясі та субпродуктах не допускається	Гранично допустимі кількості отруйних речовин у 1 кг м'яса, мг	Отруйні речовини, з якими м'ясо допускається для використання на харчові цілі
Фосфорорганічні пестициди – метафос, тіофос, ДДВФ, хлорофос	Свинцю – 0,5; кремній-фтористого натрію – 0,4; нітратйону – 100; ДДТ та його метаболітів і гексахлорцикло-гексану – до 0,005; атразину – 0,2; ролену – 0,3; метоксихлору – 14 мг	Препарати фтору, солі цинку і міді, хлорид натрію, алкалоїди, кислоти і луги, газоподібні речовини (амоній, хлор, чадний газ, сірчистий ангідрид), карбамід, сапоніни, речовини фотодинамічної дії, що містяться в гречці, просі, люцерні, ціаногенні рослини, токсичні грибки, отруйні речовини куколю, молочаю, веху і рослин сімейства лютикових
Хлорорганічні сполуки – гептахлор, поліхлор-камфен; севин, ТМТД, цинеб, дикрезил, полікарбацил, байгон та ін.; динітроортокрезол, нітроген, гербіциди групи 2,4 Д	За отруєння м'яса нітратами з рівнем не вище 7–10 мг/кг м'ясо вимушено забитих тварин можна використовувати для виробництва варених ковбас	У всіх випадках внутрішні органи, зокрема і кишково-шлунковий тракт, вим'я та мозок утилізуються

Молоко з вмістом пестицидів вище референтних значень використовується для виробництва нежирного сиру, кефіру, сухого молока та згущеного молока.

Вершки використовуються лише для технічних цілей.

М'ясо, забруднене пестицидами понад допустиму норму (до 20 %), може додаватися до незабрудненої сировини під час виробництва ковбас.

Риба також використовується у виробництві рибних та овочевих консервів.

Яйця використовуються у виробництві кондитерських виробів, якщо вони містять пестициди вище граничних значень.

М'ясо, риба та яйця використовуються у виробництві різних продуктів для того, щоб кінцевий продукт не містив пестицидів вище гранично допустимих рівнів.

3.7.3 Важкі метали в продуктах харчування

Вміст важких металів у продуктах харчування та харчових інгредієнтах не має перевищувати допустимі рівні, встановлені Санітарними правилами (СанПіН), Медико-біологічними вимогами, СанПіН № 5061-89 «Подання і якість харчових продуктів».

Норми вмісту важких металів у продуктах харчування також встановлені в українських національних стандартах.

Існує близько 20 токсичних важких металів, але їхня токсичність не однакова:

- Клас I (найнебезпечніші): кадмій, ртуть, нікель, свинець, кобальт, миш'як;
- II клас: мідь, цинк і марганець. Вони помірно токсичні;
- Категорія III: інші токсичні важкі метали.

У продуктах харчування та харчових інгредієнтах контролюється лише вміст кадмію, міді, ртуті, свинцю, цинку, олова, миш'яку та заліза. Норми вмісту цих важких металів у деяких продуктах харчування наведено в таблиці 3.19. Вміст важких металів у продуктах тваринного походження та питній воді також регулюється.

Забруднення харчових продуктів важкими металами небезпечно тим, що вони є високотоксичними у залишкових кількостях і концентруються в організмі. Токсичність важких металів зростає зі збільшенням атомної ваги. У високих концентраціях вони викликають гострі отруєння у людей і тварин.

Кожен метал має свій унікальний механізм токсичної дії, оскільки його есенціальність і токсичність конкурують за місця зв'язування на білкових молекулах.

Таблиця 3.19 – Максимально допустимі концентрації важких металів у продуктах харчування, мг/кг

Продукти	Важкі метали						
	кад-мій	мідь	ртуть	сви-нець	цинк	оло-во	миш'як
1	2	3	4	5	6	7	8
Овочі й картопля свіжі та свіжоморожені	0,03	5	0,02	0,5	10	—	0,2
Фрукти і ягоди свіжі та свіжоморожені	0,03	5	0,02	0,4	10	—	0,2
Гриби свіжі й консервовані	0,1	10	0,05	0,5	20	-	0,2
Консерви овочеві в скляній, алюмінієвій цільнотягнутій та металевій тарі	0,03	5	0,02	0,5	10	-	0,2
Консерви овочеві у збірній металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Консерви фруктово-ягідні та соки у скляній, алюмінієвій, цільнотягнутій металевій тарі	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Консерви фруктово-ягідні та соки у збірній металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Картопля, овочі сушені та концентровані (у перерахунку на сиру масу)	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Консерви для дитячого харчування на овочевій та фруктовій основі	0,02	5	0,01	0,3	10	-	0,2
Овоче-молочні і плодово-молочні суміші	0,02	5	0,01	0,3	50	-	0,2

3.7.4 Регулювання забруднення харчових продуктів антимікробними речовинами

Харчові продукти тваринного походження забруднені різноманітними антимікробними речовинами. Основними джерелами цих речовин є різні кормові добавки, фармацевтичні препарати та хімікати, що використовуються для підвищення продуктивності худоби, профілактики захворювань та збереження якості кормів. Найпоширенішими з них є антибіотики, сульфаніламід, нітрофуран та гормони.

Антибіотики різного походження містяться в продуктах харчування, включно природні антибіотики, антибіотики, що утворюються під час приготування їжі, антибіотики у ветеринарних препаратах і біостимуляторах, а також деякі антибіотики, що використовуються в

консервах. Натуральні інгредієнти з антибіотичною дією містяться в цибулі, овочах, хроні, спеціях, ефірних оліях, багатьох фруктах, зернових, меді та свіжовидоєному молоці. Деякі з них використовуються в харчуванні та консервуванні харчових продуктів з лікувальною та профілактичною метою. Це ґрунтується на їхній безпечності, доступності та іноді значних ефектах у поєднанні з комбінованою дією в багатьох видах продуктів харчування.

Внаслідок мікробних і ферментативних процесів утворюються різні групи речовин з антибіотичною дією, які широко використовуються у ветеринарії та тваринництві для профілактики і лікування багатьох захворювань, стимулювання росту тварин, поліпшення якості та збереження кормів.

Антибіотики стимулюють специфічні біохімічні процеси в організмі тварин, внаслідок чого поліпшується загальний стан, прискорюється ріст, підвищується продуктивність і активізуються захисні реакції. Тому антибіотики використовуються не тільки для лікування і профілактики багатьох інфекційних та неінфекційних захворювань, але і для стимуляції росту й підвищення продуктивності тварин.

Особливу групу становлять антибіотики, призначені для стимуляції росту і підвищення продуктивності тварин, які не використовуються для ветеринарного або медичного лікування. Крім того, що ці препарати безпечні та ефективні, їм потрібно мати такі характеристики:

- відсутність або незначна реабсорбція зі шлунково-кишкового тракту, щоб залишки антибіотиків не забруднювали їжу тваринного походження;
- антимікробна дія переважно проти грампозитивної флори;
- відсутність перехресної резистентності мікроорганізмів до інших антибіотиків, що використовуються для лікування.

Раціональне використання кормових антибіотиків сприяє збільшенню ваги за належних умов годівлі та утримання худоби, знижує витрати кормів і м'яса на одиницю продукції та скорочує період відгодівлі.

У більшості розвинених країн світу дозволено використовувати як стимулятори росту лише немедичні антибіотики, які не застосовуються у ветеринарній практиці як терапевтичні або профілактичні засоби. Антибіотики гліцин і бацитрацин дозволено додавати до кормів, і вони постачаються на ферми лише у вигляді преміксів, білково-вітамінних добавок, комбікормів і замінників цільного молока.

Використання антибіотиків під час вирощування та відгодівлі худоби строго регламентовано, щоб виключити можливість потрапляння антибіотиків у тваринницьку продукцію. Додавання кормових антибіотиків до кормів для великої рогатої худоби, племінних тварин на племінних фермах і курей-несучок заборонено (за винятком бацитрацину). Корми, що містять антибіотики, вилучають з раціону всієї худоби за 1–14 днів до забою, залежно від типу антибіотика. Коли худобу продають на

забій, у ветеринарному свідоцтві або сертифікаті має бути зазначено, коли антибіотики були вилучені з корму.

Близько половини всіх вироблених антибіотиків використовується у тваринництві. Вони можуть потрапляти в м'ясо, молоко, яйця та інші продукти (таблиця 3.20).

Систематичне накопичення антибіотиків в організмі людини порушує функціональні властивості деяких органів.

Частина населення має високу чутливість до антибіотиків, які змінюють мікробіоту кишечника, що призводить до порушення синтезу вітамінів і росту патогенних мікроорганізмів. Деякі антибіотики, зокрема пеніцилін і тилозин, є алергенними.

Таблиця 3.20 – Антибіотики в продуктах тваринного походження

Види продуктів	Антибіотики	Спосіб введення	Концентрація, мкг на 1 кг або л
Яловичина	Пеніцилін	Внутрішньом'язовий	До 62
Продукти з яловичини: варене м'ясо, напівфабрикати, ковбаси	Пеніцилін	Те саме	До 31
Свинина	Пеніцилін Стрептоміцин	З кормами і водою	До 12 2100
Яловичина, свинина, телятина	Хлорамфенікол	Внутрішньом'язовий	До 7000
Печінка і нирки телят	Ампіцилін	Те саме	18700
Печінка і нирки телят	Неоміцин	-//-	3500
М'язи і органи птахів	Тетрациклін	-//-	25-5600
Молоко коров'яче	Пеніцилін Тетрациклін Стрептоміцин Новобіцин	З кормами і водою Внутрішньом'язовий	Сліди- 131 25-125 20-1000 45
Сметана, сир	Пеніцилін Стрептоміцин	Внутрішньом'язовий	0,6-6,6 1000
Яйця	Тетрациклін Ампіцилін Стрептоміцин Клопідол	З кормами і водою	350-1150 Сліди - 350 До 8000 30-70

Залишки антибіотиків у молоці можуть серйозно ускладнити процес виробництва сиру та інших молочних продуктів. Вони пригнічують розвиток молочнокислих бактерій і перешкоджають коагуляції сичужного ферменту, таким чином негативно впливаючи на органічні властивості та склад цих продуктів. Антибіотики в молоці та молочних продуктах можуть викликати токсичність, тератогенність та мутагенність в організмі людини.

4 ТЕРМІНИ ТА ПРОЦЕДУРИ ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ

4.1 Процедура подання курсової роботи

Вивчення курсу відбувається у першому семестрі четвертого року навчання (18 тижнів). Календарний план виконання курсової роботи з дисципліни «Екологічна безпека» затверджується на засіданні кафедри екології та екологічної безпеки і передбачає такі етапи:

1. Вибір теми;
2. Підбір навчально-методичних матеріалів, пов'язаних з обраною темою;
3. Опрацювання літературного матеріалу та написання аналітичної частини КР;
4. Екологічні та технологічні розрахунки;
5. Підготовка КР відповідно до вимог навчального посібника з дисципліни «ЕБ» для виконання спеціалізованої дисципліни 101 та 183 спеціальності для студентів четвертого курсу денної та заочної форм навчання;
6. Подання курсової роботи на перевірку;
7. захист КР на передкафедральній екзаменаційній конференції.

Курсова робота подається науковому керівнику з підписом студента та датою на титульному аркуші.

Після рецензування КР повертається студенту з відміткою «до захисту» або «на доопрацювання».

Курсові роботи, які не відповідають індивідуальним завданням або містять серйозні помилки в розрахунках, мають бути виправлені. Після внесення виправлень і доповнень КР повертається керівнику на повторне оцінювання.

Повернута з відміткою «на захист» робота містить зауваження керівника щодо оформлення відповідно до чинних вимог, які необхідно виправити.

Курсова робота має бути виконана в повному обсязі відповідно до затвердженого індивідуального завдання, перевірена науковим керівником і підписана ним на титульному аркуші із зазначенням дати. Курсові роботи, які не підписані керівником до подання, не розглядаються.

Для перевірки курсових робіт кафедра призначає комісію щонайменше з двох викладачів, склад якої затверджується завідувачем кафедри. Захист курсової роботи проводиться публічно у формі співбесіди, із з'ясуванням усіх питань, що виникають у керівника під час перевірки курсової роботи та у членів екзаменаційної комісії. Захист відбувається перед комісією за встановленим розкладом і відбувається таким чином:

- студент робить доповідь на основі матеріалів, записаних на компакт-диску, тривалістю не більше 5–10 хвилин (або допускаються інші форми запису на компакт-диску, визначені комісією);

- після доповіді студент відповідає на запитання членів комісії;

- за результатами захисту комісія на закритому засіданні приймає рішення про оцінку та оголошує її студенту;

- якщо науковий керівник або члени комісії визначають, що студент не виконував роботу самостійно, він не буде допущений до захисту роботи.

Після захисту роботи та визначення відповідної оцінки на титульному аркуші реферату робиться запис: «оцінка», «дата», «підпис члена комісії».

Оцінка за курсову роботу залежить від:

- якості виконання;

- вміння відповідати на запитання під час захисту та загальної ерудиції.

Якщо подана курсова робота не виконана самостійно і демонструє недостатній рівень підготовки студента, то рішенням кафедри за поданням наукового керівника курсова робота не допускається до захисту екзаменаційною комісією і в екзаменаційній відомості ставиться відмітка «Не допущено». Аналогічний запис буде зроблено, якщо курсова робота не буде завершена до моменту захисту.

У таких випадках запис «не допущено» відповідає відхиленню і вказує на наявність академічної заборгованості, яка, як правило, ліквідується.

4.2 Критерії оцінювання

Оцінювання курсових робіт здійснюється на основі критеріїв оцінювання виконаних і захищених курсових робіт за фахом, затверджених на засіданні кафедри.

У критеріях оцінювання відображаються всі вимоги до якості КР.

Критерії оцінювання формуються відповідно до вищезазначених особливостей та факторів, що впливають на успішність.

Студенти, які виконали КР відповідно до наведених нижче вимог, отримують оцінку «відмінно»:

- обґрунтовано актуальність розробки;

- чітко визначено цілі та очікувані результати дослідження;

- зміст курсової роботи повністю відповідає індивідуальному завданню на КР;

- зроблено систематичний глибокий аналіз основної проблеми на основі огляду літератури та патентів, останніх вітчизняних і зарубіжних наукових розробок, їх сильних і слабких сторін; зміст курсової роботи повністю відповідає індивідуальному завданню на КР;

- розглянуто та проаналізовано декілька можливих варіантів вирішення основної проблеми та обрано найкращий з них;

- засоби комп'ютерних технологій використовуються раціонально та обґрунтовано;

- обґрунтовано вибір методів аналізу та моделювання, обчислювальних методів тощо;
- обрані методи та методики відповідають сучасному рівню розвитку науки і техніки в екологічній сфері;
- оформлення курсової роботи відповідає вимогам чинних стандартів та демонструє досвід написання наукових робіт;
- розрахункова частина виконана чітко та без помилок;
- висновки чітко сформульовано з науковим обґрунтуванням;
- доповідь під час захисту вільно викладена з використанням ілюстративного матеріалу;
- стиль подання завдання характеризується високим рівнем технічної та загальної ерудиції студента.

Оцінка «добре» виставляється студентам, якщо:

- КР відповідає вимогам для оцінки «добре»;
- студент не зміг чітко структурувати доповідь під час захисту КР;
- студент не відповів на одне-два запитання членів комісії;
- на основі науково-технічної літератури обґрунтовано мету та доцільність проведення дослідження, але не чітко визначено очікувані результати;
- засоби комп'ютерних технологій використовуються для вирішення основних і допоміжних завдань, але вибір не завжди обґрунтований як для апаратного, так і для програмного забезпечення;
- проводиться аналіз, моделювання та обчислення, але вибір методів і прийомів неоптимальний або необґрунтований;
- оформлення курсових завдань демонструє професійну грамотність, але стиль викладення потребує вдосконалення.

Оцінка «задовільно» виставляється студентам, коли:

- виконано КР, яка загалом відповідає вимогам для оцінки «задовільно»;
- не відображає структуру КР та не акцентує увагу на меті та висновках доповіді під час захисту;
- студент не дає відповіді на 2-3 запитання членів комісії;
- принципи, які розкривають основні питання, є правильними, але вибір принципів не є оптимальним;
- курсова робота обґрунтовує доцільність розробки;
- комп'ютерні засоби використовуються для вирішення допоміжних питань; курсова робота не демонструє доцільність розробки;
- проведено розрахунки окремих характеристик;
- оформлення курсової роботи характеризується описовим стилем викладу.

Критерії оцінювання відповідей на питання.

Оцінка «відмінно»:

- надано відповіді на всі запитання членів комісії, що стосуються суті завдання;

- відповіді на питання вільні, раціональні та демонструють знання останніх досягнень у сфері охорони навколишнього середовища;
- відповіді є конкретними та стислими;
- відповіді студента мають демонструвати ерудицію та глибокі знання в галузі екології як кваліфікованого фахівця;
- культура мовлення характеризує загальну ерудицію студента та вміння переконливо відстоювати прийняті рішення.

Оцінка «добре»:

- відповіді на питання добре аргументовані, але не завжди повні;

Оцінка «задовільно»:

- відповіді на питання переважно правильні, але можуть бути помилковими;
- відповіді на питання є неповними або необґрунтованими;
- відповіді розпливчасті та неконкретні;
- помітні помилки або неточності в термінології.

Оцінка «незадовільно»:

- відповіді на питання неправильні, студент виявив незнання теми.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Техноекологія» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / [Звуздецька Н. С., Євсєєва М. В., Васильківський І. В. та ін.] – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 65 с.
2. Білявський Г. О. Основи екології: теорія та практикум : навчальний посібник / Білявський Г. О., Бутченко Л. І., Навроцький В. М. ; – К. : Лібра, 2002. – 352 с.
3. Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел : наказ № 309 від 27.06.2006 / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – Офіц. Вид. – К. : Офіційний вісник України, 2006.– 236 с.– (Бібліотека офіційних видань)
4. Куруленко С. С. Матеріали з впровадження нового механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря / За ред. С. С. Куруленка. – К. : ДЕІ Мінприроди України, 2007. – 216 с.

Додаткова:

1. Булига, Ю. В. «Положення про курсове проектування у Вінницькому національному технічному університеті» / Булига Ю. В., Громова Л. П., Обертюх Р. Р. – Вінниця : ВНТУ, 2018 р. – 41 с.
2. Третякова С. В. Впровадження нового механізму видачі дозвільних документів з викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря / Третякова С. В. – Донецьк : ДУЕПР у Донецькій області, Донецька філія Державного закладу «Державний екологічний інститут Мінприроди України», 2006. – 196 с.
3. Експлуатація котельних установок : довідник / [авт.-уклад. Зеркалов Д. В.] – К. : Техніка, 1992. –144 с.
4. Ісаєнко В. М. Екологія та охорона природного середовища. Дипломне проектування : навчальний посібник / Ісаєнко В. М., Криворотько В. М., Франчук Г. М. – К. : Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 192 с.
5. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища / Ковальчук П. І. – К. : Либідь, 2003. – 208 с.
6. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник / [А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін.] – К. : Лібра, 2000. – 552 с.
7. Ратушняк Г. С. Інженерні методи захисту біосфери : навчальний посібник / Ратушняк Г. С., Слободян Н. М. – Вінниця : ВДТУ, 2003. – 88 с.

8. Сухарев С. М. Технологія та охорона навколишнього середовища : навчальний посібник / Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. – Львів : Новий світ, 2004. – 252 с.
9. Хімія та екологія атмосфери : навчальний посібник / [Федишин Б. М., Борисюк Б. В., Вовк М. В. та ін.] – К. : Алерта, 2003. – 272 с.
10. Шикула М. К. Охорона ґрунтів : навчальний посібник / Шикула М. К. – К. : Знання, 2001. – 398 с.
11. Екологічне управління : підручник / [Шевчук В. Я., Саталкін Ю. М., Білявський Г. О. та ін.] – К. : Либідь, 2004. – 392 с.
12. Даценко І. І. Гігієна та екологія людини : навчальний посібник / Даценко І. І. – Львів : Афіша, 2000. – 248 с.
13. Кунтий О. І. Гальванотехніка / Кунтий О. І. – Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. – 236 с.
14. Запольський А. К. Екологізація харчових виробництв / Запольський А. К., Українець А. І. – К. : Вища шк., 2005. – 423 с.

Додаток А

Орієнтовний перелік тем курсових робіт

1. Надзвичайні ситуації на об'єктах ... як чинник екологічної небезпеки.
2. Зміни біологічного різноманіття як наслідок урбанізації (території) міста...
3. Забруднення та забруднювачі території району ... міста ...
4. Дослідження впливу забруднення на середовище міста ...
5. Негативні наслідки забруднення атмосферного повітря і води села ...
6. Деградація ґрунтів внаслідок господарської діяльності на території сільської ради ...
7. Біологічна насиченість територій
8. Екологічне законодавство України як засіб охорони навколишнього середовища та його недоліки.
9. Екологічна безпека водопостачання на території ... області. Проблема питної води в Україні.
10. Екологічний ризик проблеми ... та шляхи його зменшення
11. Технологічна безпека об'єктів ... промисловості.
12. Енвайронменталізм як напрям у міжнародній екологічній політиці та його реалізація в Україні
13. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі сховища промислових відходів
14. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі водозабірної свердловини
15. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі індивідуального колодязя у селі...
16. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі кафе-магазину у селі ...
17. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі ферми великої рогатої худоби ...
18. Техногенно-екологічна безпека підземних вод під час спорудження і експлуатації розвідувально-експлуатаційної свердловин на нафту і газ
19. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі АЗС
20. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі складу паливно-мастильних матеріалів
21. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі нафтової свердловини
22. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі продуктопроводу (дизпаливо)
23. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі терикону шахти

24. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі сховища побутових відходів у селі ...
25. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі кар'єру з видобутку піску
26. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі складу отрутохімкатів у селі
27. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі цвинтаря у селі
28. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі нафтопереробного заводу
29. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі індивідуального житлового будинку у селі
30. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі каналізаційної мережі
31. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі джерела
32. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища в районі розвитку карсту
33. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища в районі розвитку яркової ерозії
34. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища в районі розвитку техногенного підтоплення
35. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища в районі розвитку бічної ерозії річок
36. Техногенно-екологічна безпека підземних вод в районі ставків-накопичувачів шахтних вод
37. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища в районі залізниць
38. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища в районі скиду стічних вод в поверхневі водотоки

Додаток Б
Зразок індивідуального завдання до курсової роботи

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ЕХТЗД, проф., к.т.н.
_____ В. А. Іщенко
(підпис)
«___» _____ 2023 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
на курсову роботу з дисципліни «Екологічна безпека»
студенту Юр В. В. групи 1ЕКО-10

ТЕМА: ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СТЕРИЛІЗАЦІЇ КОЛОДЯЗНИХ
ВОД

Вихідні дані: вказати основні дані для розрахунків чи аналізу
Зміст ПЗ до курсової роботи:

Індивідуальне завдання

Вступ

- 1 Способи очищення питних вод
 - 1.1 Споживачі води. Водокористування та водоспоживання
 - 1.2 Контроль і управління якістю води
 - 1.3 Джерела забруднення води. Нормативні вимоги до якості води
 - 1.4 Способи очищення питної води
- 2 Значення води для здоров'я людини
 - 2.1 Нормативи якості води
 - 2.2 Захворювання, що спричиняє хлор
- 3 Методи, що використовуються під час стерилізації води
 - 3.1 Хлорування
 - 3.2 Озонування
 - 3.3 УФ-стерилізація колодязя (криниці)
- 4 Розрахунок еколого-економічних показників стерилізації води

Висновки

Перелік посилань

Додатки (за необхідності)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Ч.ч.	Найменування етапів курсової роботи	Термін виконання етапів курсової роботи	Примітка
1.	Отримання теми курсової роботи й методичних вказівок до її виконання	25.09.2023	
2.	Робота з літературними джерелами	02.10. 2023	
3.	Робота над I розділом	9.10. 2023	
4.	Робота над II розділом	16.10. 2023	
5.	Робота над III розділом	23.10. 2023	
6.	Робота над розрахунковою частиною	30.10. 2023	
7.	Робота над вступом і висновками	6.11. 2023	
8.	Оформлення додатків	13.11. 2023	
9.	Оформлення переліку посилань	20.12. 2023	
10.	Оформлення титульних листів, зшивання роботи і здавання її на перевірку.	27.11. 2023	
11.	Захист курсової роботи	28.12. 2023	

Дата видачі “ ___ ” _____ 2023 р.

Кінцевий термін здачі студентом закінченої роботи: “ ___ ” _____ 2023 р.

Завдання отримав _____ / Юр Валентина Валеріївна /
(підпис) (прізвище, ім'я, та по-батькові)

Керівник _____ / Петрук Роман Васильович /
(підпис) (прізвище, ім'я, та по-батькові)

Додаток В
Приклад оформлення титульного аркуша

Форма № Н-6.01

Вінницький національний технічний університет
Кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля

КУРСОВА РОБОТА
з дисципліни «Екологічна безпека»
на тему: **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СТЕРИЛІЗАЦІЇ**
КОЛОДЯЗНИХ ВОД

Студента (ки) 4 курсу 1 ЕКО-10 групи
Спеціальності 101 «Екологія»

Юр В. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., проф. Петрук Р. В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS

Члени комісії _____
(підпис)

(підпис)

(підпис)

Петрук Р. В.
(прізвище та ініціали)

Васильківський І. В.
(прізвище та ініціали)

Іщенко В. А.
(прізвище та ініціали)

м. Вінниця – 2023 рік

Додаток Г
Зразок змісту курсової роботи

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ВОДА ТА СТІЧНІ ВОДИ	4
1.1 Характеристика стічних вод виробничих процесів	5
1.2 Основні методи очистки стічних вод	6
1.3 Вибір методу очистки стічних вод	7
2 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	8
2.1 Призначення фізико-хімічних методів очистки	9
2.2 Класифікація фізико-хімічних методів очистки стічних вод	10
2.3 Метод коагуляції	11
2.3 Сорбція	12
2.5 Екстракція	13
2.6 Метод іонного обміну	14
2.7 Нейтралізація	15
2.8 Озонування	16
3 МЕХАНІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	17
3.1 Призначення механічних методів очищення	18
3.2 Характеристика механічних методів очистки стічних вод.	19
Відстоювання	
3.3 Центрифугування	20
3.4 Фільтрація. Проціджування	21
3.5 Флотація	22
4 РОЗРАХУНОК ВІДСТІЙНИКІВ ДЛЯ МЕХАНІЧНОГО	23
ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	
ВИСНОВКИ	24
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	25
Додаток А Фізико-хімічні показники стічних вод деяких промислових підприємств	27
Додаток Б Класифікація методів очищення стічних вод	28
Додаток В Кінетика процесів озонування залежно від вихідної концентрації ціанідів у стічній воді	30

Додаток Д Зразок вступу курсової роботи

ВСТУП

Вода – найцінніший природний ресурс. Вона відіграє виняткову роль у процесах обміну речовин, що становлять основу життя. Величезне значення вода має в промисловому і сільськогосподарському виробництві. Загальновідома необхідність її для побутових потреб людини, усіх рослин і тварин.

Ріст міст, бурхливий розвиток промисловості, інтенсифікація сільського господарства, значне розширення площ зрошуваних земель, поліпшення культурно-побутових умов і ряд інших факторів усе більше ускладнює проблеми забезпечення водою.

Багато води використовують хімічна і целюлозно-паперова промисловість, чорна і кольорова металургія. Розвиток енергетики також приводить до різкого збільшення потреби у воді. Значна кількість води витрачається для потреб галузі тваринництва, а також на побутові потреби населення.

Вибір оптимальних технологічних схем очищення води – досить складна задача, обумовлена переважно різноманіттям домішок, що знаходяться у воді, і високим вимогами, які висуваються до якості очищення води. Під час виборі способу очищення домішок враховують не тільки їхній склад у стічних водах, але і вимоги, які мають задовольняти очищені води: за скидання у водойму – ГДС (гранично припустимі скиди) і ГДК (гранично припустимі концентрації речовин), а у разі використання очищених стічних вод у виробництві – ті вимоги, що необхідні для здійснення конкретних технологічних процесів.

Мета роботи: проаналізувати ефективність використання механічних та фізико-хімічних методів очищення стічних вод на підприємствах.

Завдання роботи:

- а) Дати характеристику стічних вод.
- б) Охарактеризувати основні методи механічного та фізико-хімічного очищення стічних вод.
- в) З'ясувати особливості використання різних методів в очищенні стічних вод.

Предмет дослідження – процеси методів механічного та фізико-хімічного очищення стічних вод.

Додаток Е

Зразок висновків курсової роботи

ВИСНОВКИ

У курсовій роботі було дано характеристику стічних вод, охарактеризовано основні фізико-хімічні та механічні методи очищення стічних вод, а також особливості використання кожного з методів окремо.

У першому розділі курсової роботи охарактеризовано стічні води окремих виробничих процесів, наведено ряд класифікацій стічних вод за різними параметрами. Також у розділі містяться короткі відомості про основні найпоширеніші методи очищення вод та рекомендації щодо використання цих методів для очищення вод різних підприємств з різними видами забруднень.

Другий розділ курсової роботи повністю присвячений фізико-хімічним методам очищення стічних вод. Тут містяться як загальні відомості про фізико-хімічні методи очищення, так і детальний опис найбільш поширених з цих методів. Зокрема охарактеризовано методи нейтралізації, сорбції, екстракції, іонного обміну, коагуляції, флокуляції й озонування.

У третьому розділі наводиться детальний опис механічних методів очищення стічних вод. Також у розділі розглядаються установки для механічного очищення, такі як: пісковловки, відстійники, фільтри та інші. Тут висвітлено деякі формули, необхідні для розрахунку очисних споруд.

Четвертий розділ курсової роботи містить розрахунок відстійників для механічного очищення стічних вод для очисної станції продуктивністю 24600 м³/добу. Тут було розраховано такі основні параметри споруди як ширина, довжина, кількість відділень, загальна кількість осаду, яку може вмістити відстійник, та ряд інших, не менш важливих параметрів.

Загалом усі фізико-хімічні й механічні методи очищення стічних вод мають свої переваги і недоліки. Одні з них забезпечують ступінь очищення майже 100 %, але у такому випадку потребують величезних фінансових затрат. Інші ж, навпаки, досить економічні, але не ефективні. Тому для найкращого очищення стічних вод найкраще використовувати комплексні методи очищення, які являють собою сукупність механічних, фізико-хімічних, хімічних та біологічних методів.

Додаток Ж
Зразок оформлення переліку літературних джерел

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сухарев С. М. Техноекологія та охорона навколишнього середовища : навчальний посібник / Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. – Львів : Новий світ, 2004. – 280 с.
2. Генсірчук І. В. Історія лісництва в Україні / Генсірчук І. В. – Львів : Новий світ, 1990. – 260 с.
3. Клименко Л. П. Техноекологія : навчальний посібник / Клименко Л. П. – Сімферополь : Таврія, 2000. – 305 с.
4. Дяченко Я. В. Організація управління лісовим комплексом / Дяченко Я. В. – К. : Економіка України, – 1996. – № 7. – С. 3 – 5.
5. Войтович І. Г. Основи технології виробів з деревини : навчальний посібник / Войтович І. Г. – Львів : Новий світ, 2004. – 102 с.
6. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник / Запольський А. К. – К. : Вища шк., 2005. – 671 с.
7. Апостолук С. О. Охорона праці в лісопильно-деревообробному виробництві : навчальний посібник / Апостолук С. О. – К. : Основа, 2003. – 286 с.
8. Білявський Г. О. Практикум із загальної екології : навчальний посібник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй. – К. : Либідь, 1997. – 160 с.
9. Білявський Г. О. Основи екології: Теорія і практикум : навчальний посібник / Білявський Г. О., Бутченко Л. І., Навроцький В. М. – К. : Лібра, 2002. – 352 с.
10. Сенякевич І. О. Економіка галузей лісового комплексу / Сенякевич І. О. – К. : Знання, 1992. – 250 с.
11. Принципи моделювання та прогнозування в екології : підручник / [Богобоящий В. В., Курбанов К. Р., Палій П. Б., Шмандій В. М.] – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
12. Хімія та екологія атмосфери : навчальний посібник / [Б. М. Федішин, Б. В. Борисюк, М. В. Вовк та ін.] – К. : Алерта, 2003. – 272 с.
13. Одум Ю. Экология: В 2 т. / Одум Ю. – М. : Мир, 1986. – Т. 1. – 326 с.; Т. 2. – 376с.
14. Мудрак О. В. Екологічні аспекти сучасного стану агроландшафтів Вінницької області // Агроекологічний журнал / Мудрак О. В., Палій С. В. – 2003. – № 2. – С. 8 – 16.
15. Мельник Л. Г. Екологічна економіка // Екологічна енциклопедія. – К. : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації» / Мельник Л. Г. – 2006. – Т. 1. – С. 315.

16. Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел ВАТ «Агропромкомбінат»: Звіт / ТОВ «Еколог». – Вінниця : 2006. – 135 с.

17. Дослідження спектрофотометричних характеристик світлорозсіювальних середовищ для екологічного моніторингу довкілля: Звіт про НДР (завершальний) / Вінницький національний технічний університет. – № 16-Д-284; Інв. № 0105U002417. – Вінниця : 2007. – 200 с.

18. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві : Затв. Мінприроди України від 10.02.1995 № 7.

19. Офіційний сайт Міністерства охорони навколишнього середовища www.menr.gov.ua

Додаток И
Нормативи забруднення навколишнього середовища

Таблиця И.1 – Значення ГДК забруднювальних речовин у повітрі

Ч.ч.	Назва речовини	ГДК, мг/м ³	
		Максимальна разова	Середньо-добова
1	2	3	4
1	Азоту діоксид	0,2	0,04
2	Азоту оксид	0,4	0,06
3	Акрилонітрил	-	0,03
4	Акролеїн	0,03	0,03
5	Аліл хлористий	0,07	0,01
6	Альдегід каприловий	0,02	-
7	Альдегід каприновий	0,02	-
8	Альдегід капроновий	0,02	-
9	Альдегід масляний	0,015	0,015
10	Альдегід пеларгоновий	0,02	-
11	Алюмінію оксид (у перерахунку на алюміній)	-	0,01
12	Аміак	0,2	0,04
13	Аміл бромистий (1-бромпентан)	0,03	0,01
14	Амілени (суміш ізомерів)	1,5	1,5
15	Аміни аліфатичні C ₁₅ -C ₂₀	0,003	0,003
16	5/6 Аміно-(2-параамінофеніл)-бензімідазол	-	0,01
17	2-Аміно-1,3,5-триметилбензол (мезидін)	0,003	0,003
18	Ангідрид малеїновий (пара, аерозоль)	0,2	0,05
19	Ангідрид сірчистий	0,5	0,05
20	Ангідрид фталевий (пара, аерозоль)	0,1	0,1
21	Анілін	0,05	0,03
22	Ацетальдегід	0,01	0,01
23	Ацетон	0,35	0,35
24	Ацетофенон	0,003	0,003
25	Бенз(а)пірен	-	0,1 мкг на 100 м ³
26	Бензин (нафтовий, малосірчистий, у перерахунку на вуглець)	5,0	1,5
27	Бензин сланцевий (у перерахунку на вуглець)	0,05	0,05
28	Бензол	1,5	0,1

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4
29	Білок пилу білкововітамінного концентрату (БВК)	-	0,001
30	Бромбензол	-	0,03
31	1,3-Бутадієн (дивініл)	3,0	1
32	Бутан	200	-
33	2-Бутеналь (кротоновий альдегід, β -метилакролеїн, метилпропеналь)	0,005	0,001
34	Бутил бромистий (1-бромбутан)	0,03	0,01
35	Бутил хлористий	0,07	-
36	Бутилацетат	0,1	0,1
37	Бутилен	3,0	3
38	Бутиловий ефір акрилової кислоти (бутилакрилат)	0,008	-
39	Ванадію п'ятиоксид	-	0,002
40	Вінілацетат	0,15	0,15
41	Водень хлористий (соляна кислота) за молекулою HCl	0,2	0,2
42	Водень ціаністий (синильна кислота)	-	0,01
43	Вуглець чотирихлористий	4,0	0,7
44	Вуглецю оксид	5,0	3,0
45	Гексаметилендіамін	0,001	0,001
46	Гексаметиленімін	0,1	0,02
47	Гексан	60,0	-
48	Гексафторбензол	0,8	0,1
49	Гексил бромистий (1-бромгексан)	0,03	0,01
50	Гептил бромистий (1-бромгептан)	0,03	0,01
51	Гідроперекис ізопропілбензолу (гідроперекис кумолу)	0,007	0,007
52	Децил бромистий (1-бромдекан)	0,03	0,01
53	п-Дибромбензол	0,2	-
54	Дикетен	0,007	-
55	Диметиламін	0,005	0,005
56	Диметиланілін	0,006	0,0055
57	N,N'-Диметилацетамід	0,2	0,006
58	4,4-Диметилдіоксан-1,3	0,01	0,004
59	Диметиловий ефір терефталевої кислоти (диметилтерефталат)	0,05	0,01

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4	1
60	Диметилсульфід	0,08		-
61	Диніл (суміш 25% дифенілу і 75% дифенілоксиду)	0,01		0,01
62	Дифторхлорметан (фреон-22)	100		10
63	3,4-Дихлоранілін	0,01		0,01
64	Дихлордифторметан(фреон-12)	100		10
65	Дихлоретан	3,0		1
66	1,2-Дихлорпропан	-		0,18
67	1,3-Дихлорпропілен	0,1		0,01
68	Дихлорфторметан (фреон-21)	100		10
69	Діетиламін	0,05		0,05
70	N-Діетиламіноетилмеркаптан	0,6		0,6
71	Діетиловий ефір	1,0		0,6
72	Епіхлоргідрин	0,2	0,2	
73	Етилацетат	0,1	0,1	
74	Етилбензол	0,02	0,02	
75	Етилен	3,0	3	
76	Етиленімін	0,001	0,001	
77	Етиленсульфід	0,5	-	
78	Етилену оксид	0,3	0,03	
79	Зола вугільна теплоелектростанцій з вмістом оксиду кальцію 35-40%, дисперсністю до 3 мкм і нижче не менш 97% **	0,05	0,02	
80	Зола мазутна теплоелектростанцій (у перерахунку на ванадій)	-	0,002	
81	Зола сланцева	0,3	0,1	
82	Ізоаміл бромистий (1-бром-3-метилбутан)	0,03	0,01	
83	Ізобутил бромистий (1-бром-2-метилпропан)	0,03	0,01	
84	Ізопропіл бромистий (2-бромпропан)	0,03	0,01	
85	Ізопропілбензол (кумол)	0,014	0,014	
86	Кадмію оксид (у перерахунку на кадмій)	-	0,0003	
87	Капролактам (пара, аерозоль)	0,06	0,06	
88	Кислота азотна за молекулою HNO ₃	0,4	0,15	

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4
89	Кислота акрилова	0,1	0,04
90	Кислота мурашина	0,2	0,05
91	Кислота оцтова	0,2	0,06
92	Кислота перфторвалеріанова	0,1	-
93	Кислота пропіонова	0,015	-
94	Кислота сірчана за молекулою H_2SO_4	0,3	0,1
95	Кобальт металевий	-	0,001
96	Ксилол	0,2	0,2
97	Марганець і його сполуки (у перерахунку на діоксид марганцю)	0,01	0,001
98	2-Меркаптоетанол (монотіоетиленгліколь)	0,07	0,07
99	Метальдегід (ацетальдегід тетрамер)	0,003	0,003
100	Метилацетат	0,07	0,07
101	Метилен хлористий	8,8	-
102	Метилізобутилкетон	0,1	-
103	Метилмеркаптан	0,0001	-
104	Метилнітрофос	0,005	-
106	Метилловий ефір акрилової кислоти (метилакрилат)	0,01	0,01
107	Метилловий ефір метакрилової кислоти (метилметакрилат)	0,1	0,01
108	α -Метилстирол	0,04	0,04
109	Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	-	0,003
110	Міді оксид (у перерахунку на мідь)	-	0,002
111	Моноетиламін	0,01	0,01
112	Моноізобутиловий ефір етиленгліколю (бутилцелозольв)	1,0	0,3
113	Моноізопропіловий ефір етиленгліколю (пропілцелозольв)	1,5	0,5
114	Монометиламін	0,004	0,001
115	Нафталін	0,003	0,003
116	1,4-Нафтахінон	0,005	0,005
117	1-Нафтол	0,006	0,003
118	Нікель металічний	-	0,001
119	Нітробензол	0,008	0,008
120	m-Нітробромбензол	0,12	0,01

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4	
121	м-Нітрохлорбензол	0,004		0,004
122	о-Нітрохлорбензол	0,004		0,004
123	п-Нітрохлорбензол	0,004		0,004
124	Пентан	100,0		25
125	Пил зерновий	0,2		0,03
126	Пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: 70-20 (шамот, цемент і ін.)	0,3		0,1
127	Пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: вище 70 (динас і ін.)	0,15		0,05
128	Пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: нижче 20 (доломіт, цемент і ін.)	0,5		0,15
129	Піридин	0,08		0,08
130	Пропіл бромистий (1-бромпропан)	0,03		0,01
131	Пропілен	3,0		3
132	Пропілену оксид	0,08		-
133	Розчинник бутилформіатний (БЭФ) /контроль за сумою ацетатів/	0,3		-
134	Ртуть металева	-		0,0003
135	Сажа	0,15		0,05
136	Свинець і його неорганічні сполуки (у перерахунку на свинець)	0,001		0,0003
137	Свинець сірчистий (у перерахунку на свинець)	-		0,0017
138	Селену діоксид (у перерахунку на селен)	0,1 мкг/м ³	0,05 мкг/м ³	
139	Сірководень	0,008		-
140	Сірковуглець	0,03		0,005
141	Скипидар	2,0		1
142	Спирт аміловий	0,01		0,01
143	Спирт бутиловий	0,1		0,1
144	Спирт етиловий	5,0		5
145	Спирт ізобутиловий	0,1		0,1
146	Спирт ізооктиловий (2-етилгексанол)	0,15		0,15
147	Спирт ізопропіловий	0,6		0,6
148	Спирт метиловий	1,0		0,5
149	Спирт пропіловий	0,3		0,3

Продовження таблиці И.1

1	2	3	4
150	Стирол	0,04	0,002
151	Тетрагідрофуран	0,2	0,2
152	Тетраметилтіурамдисульфід (тіурам Д, ТМТД)	0,05	0,02
153	Тетрафторетилен	6,0	0,5
154	Тетрахлоретилен (перхлоретилен)	0,5	0,06
155	Тетрахлорпропен	0,07	0,04
156	Тіофен (тіофуран)	0,6	-
157	Толуїлендіізоціанат	0,05	0,02
158	Толуол	0,6	0,6
159	Трибромметан (бромформ)	-	0,05
160	Триетиламін	0,14	0,14
161	Трикрезол (суміш ізомерів: орто-, мета-, пара-)	0,005	0,005
162	Триметиламін	0,15	-
163	Трихлоретилен	4,0	1
164	Трихлорметан (хлороформ)	0,1	0,03
165	1, 2, 3 – Трихлорпропан	-	0,05
166	Трихлофторметан (фреон 11)	100	10
167	Фенол	0,01	0,003
168	Фенольна фракція легкої смоли високошвидкісного піролізу бурого вугілля	0,008	-
169	Ферит марганець-цинковий (у перерахунку на марганець)	-	0,002
170	Флюс каніфольний активований (ФКТ) /контроль за каніфоллю/	0,3	0,3
171	Формальдегід	0,035	0,003
172	Формаїд	-	0,03
173	Фтористі газоподібні сполуки (фтористий водень, чотирифто- ристий кремній) /у перерахунку на фтор/	0,02	0,005
174	Фурфурол	0,05	0,05
175	Хлор	0,1	0,03
176	м-Хлоранілін	0,01	0,01
177	п-Хлоранілін	0,04	0,01
178	Хлорбензол	0,1	0,1
179	Хлоропрен	0,02	0,002

Таблиця И.2 – Значення ГДК забруднювальних речовин у водоймах

Показники	ГДК риб. госп. призначення	ГДК госп.-побут. призначення
Алюміній, мг/л	0,04	0,5
Амоній (NH ₄), мг/л	0,5	2,0 (за N)
БСК ₅ , мг/л		3-6
Завислі речовини, мг/л	20,0	20,0
Залізо, мг/л	0,1	0,3
Кадмій, мг/л	0,005	0,001
Калій, мг/л	50	-
Кальцій, мг/л	180	-
Кобальт, мг/л	0,01	0,1
Магній, мг/л	50	-
Марганець, мг/л	0,01	0,1
Мідь, мг/л	0,001 до фону	1,0
Натрій, мг/л	120	200
Нафтопродукти, мг/л	0,05	0,3
Нікель, мг/л	0,01	0,1
Нітрати(NO ₃), мг/л	40,0	45
Нітрити(NO ₂), мг/л	0,08	3,3
Окислюваність перманганатна, мг/л	10,0	10,0
pH	6,5-8,5	6,5-8,5
Розчинений кисень, мг/л	4,0	4,0
Ртуть, мг/л	0,00001	0,0005
СПАР, мг/л	0,028 за алкілбензосульфатом натрію	0,4 за алкілбензосульфатом натрію
Свинець, мг/л	0,1	0,03
Сульфати, мг/л	100	500
Сухий залишок, мг/л		не>1000
Феноли, мг/л	0,001	0,001
Фосфати, мг/л, PO ₄	0,17	3,5
Фториди, мг/л	0,05 до фону (але не більше сумарного вмісту 0,75)	0,70
ХСК, мг/л	-	15-30
Хлориди, мг/л	300	350
Хром Cr ³⁺ , мг/л	-	0,5
Хром Cr ⁶⁺ , мг/л	0,001	0,05
Цинк, мг/л	0,01	1,0

Таблиця И.3 – Значення ГДК забруднювальних речовин у ґрунтах

Назва показника	Значення ГДК з урахуванням фону, мг/кг
1	2
Альфа-метилстирол або α -метилстирол	0,5
Ацетальдегід	10,0
Бенз(а)пірен	0,02
Бензин	0,1
Бензол	0,3
Ванадій (валовий вміст)	150,0
Відходи флотації вугілля (ВФВ)	3000,0
Ізопропілбензол	0,5
Ізопропілбензол + альфа-метилстирол	0,5
Калій (рухомі форми)	560,0
Кобальт (рухомі форми)	5,0
Комплексні гранульовані азотно-калійні мінеральні добрива (КГД) складу N:P:K=64:0:15 за вмістом нітратів в ґрунті	120,0 (76,8 у перерахунку на N)
Ксилоли (орто-, мета-, пара-)	0,3
Марганець (валовий вміст)	1500
Марганець (витяжка 0,1н H ₂ SO ₄) чорноземи:	700,0
дерново-слабопідзолисті ґрунти:	
з рН 4,0	300,0
з рН 5,1-6,0	400,0
з рН \geq 6,0	500,0
Марганець (рухомі форми) чорноземи:	140,0
дерново-слабопідзолисті ґрунти:	
з рН 4,0	60,0
з рН 5,1-6,0	80,0
з рН \geq 6,0	100,0
Миш'як	2,0
Мідь (рухомі форми)	3,0
Нітрати	130,0
Нікель (рухомі форми)	4,0
Рідкі комплексні добрива (РКД) з добавками марганцю складу N:P:K=10:34:0 за вмістом фосфору (рухомих форм) в ґрунті	80,0 (27,2 у перерахунку на P)
Ртуть (валовий вміст)	2,1
Свинець (валовий вміст)	32,0
Свинець (рухомі форми)	6,0
Сірководень	0,4

Продовження таблиці И.3

1	2
Сірчана кислота	160,0
Стирол	0,1
Сульфати	160,0
Суперфосфат або фосфор (загальний)	200,0
Сурма	4,5
Толуол	0,3
Формальдегід	7,0
Цинк (рухомі форми)	23,0
Фтор (рухомі форми)	2,8
Хром (рухомі форми)	6,0
Хром (VI)	0,05
Фтор (водорозчинні рухомі форми)	10,0

Таблиця И.4 – Значення допустимих рівнів питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді

Ч.ч.	Найменування продукту	ДР ^{137}Cs , Бк/кг	ДР ^{90}Sr , Бк/кг
1	2	3	4
1	Зерно, борошно-круп'яні та хлібобулочні вироби		
	1.1. Зерно продовольче, у т.ч. пшениця, жито, овес, ячмінь, просо, гречка, рис, кукурудза, сорго та інших зернових культур	50	20
	1.2. Зерно бобових сушене, у т.ч. горох, квасоля, сочевиця, боби та інше	50	30
	1.3. Борошно, борошняні хлібопекарські суміші, крупа, крохмаль, зерно плющене чи перероблене в пластівці; макаронні вироби, круп'яні вироби, толокно; напівфабрикати зернові; готові продукти, виготовлені із зерна, зернових культур, у т.ч. сухі сніданки, мюслі, продукти, одержані шляхом здуття чи обсмажування зернових та інше	30	10
	1.4. Соєві боби сушені, продукти переробки сої, у т.ч. соєвий білок, борошно, готові вироби та інше	50	30
	1.5. Хліб та хлібобулочні вироби, у т.ч. з добавками; продукти борошняні, у т.ч. борошняні кондитерські вироби, напівфабрикати з тіста	20	5

Продовження таблиці И.4

1	2	3	4
2	Молоко та молочні продукти		
	2.1. Сире товарне молоко для промислової переробки (крім продуктів дитячого харчування), молоко рідке та вершки, сироватка молочна; продукти кисломолочні, зокрема сири свіжі, йогурти, йогуртові продукти, десерти кисломолочні свіжі, напої кисломолочні та інші; продукти, вироблені на основі молока та вершків, зокрема з додаванням немолочних компонентів (морозиво, виготовлене на основі молока чи вершків, торти з морозива, напої молочні, десерти молочні та інше)	100	20
	2.2. Масло вершкове (зокрема масло коров'яче, спреди, молочний жир та інше); бутербродні пасти на основі масла вершкового	200	40
	2.3. Сири сичужні тверді, сири розсільні, сири плавлені, сири голубі	200	100
	2.4. Молоко та вершки концентровані або згущені, молоко та вершки згущені з наповнювачами	300	60
	2.5. Продукти молочні сухі, зокрема молоко, вершки, казеїн та інші; сухі молочні суміші, концентрати харчові на основі молока	500	100
	2.6. Сире товарне молоко для промислової переробки (для продуктів дитячого харчування)	40	5
3	М'ясо та м'ясомолочні продукти		
	3.1. М'ясо забійних тварин, птиці (свіже, охолоджене, заморожене) без кісток для промислової переробки, м'ясо, харчові субпродукти (зокрема кишки-сирець, кров харчова) забійних тварин та свійської птиці свіжі, заморожені, різних способів обробки; продукти їх переробки, зокрема напівфабрикати, готові продукти, ковбаси, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні	200	20
	3.2. М'ясо диких тварин та птиці	400	40
	3.3. Жир забійних тварин (зокрема шпик) та свійської птиці, продукти його переробки	100	30
	3.4. М'ясо забійних тварин, свійської птиці сушене та продукти його переробки	400	40
	3.5. Кістки тварин та птиці всіх видів	50	200
	3.6. Желатин	150	50

Продовження таблиці И.4

1	2	3	4
4	Риба, нерибні об'єкти промислу та продукти їх переробки		
	4.1. Риба свіжа та морожена, різних способів обробки; риб'ячий жир, ікра (зокрема штучна), молочко та інші рибні продукти, продукти переробки, зокрема рибні напівфабрикати, готові продукти з риби (масло-ікра, рибні пасти та інші), рибні пресерви та консерви	150	35
	4.2. Нерибні об'єкти промислу (ракоподібні, молюски та інші водяні безхребетні, м'ясо земноводних, плазунів та морських ссавців) свіжі та морожені, різних способів обробки; продукти їх переробки, зокрема напівфабрикати, готові продукти, консерви; жир морських ссавців	150	35
	4.3. Сушені або в'ялені риба та нерибні об'єкти промислу (ракоподібні, молюски та інші водяні безхребетні, м'ясо земноводних плазунів та морських ссавців)	300	70
	4.4. Водорості, морські трави та продукти їх переробки	200	70
	4.5. Водорості та морські трави сушені	600	200
5	Яйця птиці та продукти їх переробки		
	5.1. Яйця птиці та рідкі яєчні продукти; напівфабрикати та готові вироби з яєць птиці	100	30
	5.2. Сушені продукти переробки яєць птиці, зокрема яєчний порошок, сушені білок, жовток; сухі суміші, вироблені на основі яєць птиці	400	100
6	Овочі та продукти їх переробки		
	6.1. Картопля свіжа та продукти переробки картоплі, зокрема картопля консервована, картопля заморожена; кулінарні картопляні вироби, напівфабрикати з картоплі та інше	60	20
	6.2. Свіжі овочі (листові, зокрема столова зелень, плодови, баштанні, коренеплоди), бобові, кукурудза цукрова, гриби (культивовані); продукти переробки овочів, зокрема напівфабрикати, готові продукти, соки, консерви та інше	40	20
	6.3. Овочеві концентрати (зокрема томатна паста, томатні соуси, кетчупи тощо)	120	50
	6.4. Сушені овочі (зокрема картопля), гриби (культивовані) та овочеві суміші; продукти переробки сушених овочів	240	80

Продовження таблиці И.4

1	2	3	4
7	Фрукти та ягоди		
	7.1. Фрукти та ягоди свіжі, заморожені, консервовані; соки фруктові та ягідні	70	10
	7.2. Продукти переробки фруктів та ягід (варення, пасти, джеми, повидло, желе та інші)	140	20
	7.3. Сухі фрукти та ягоди, зокрема продукти сублимаційного сушіння, сухі суміші на фруктовій та ягідній основі	280	40
	7.4. Горіхи та продукти їх переробки	70	10
	7.5. Суміші соків фруктово-ягідних з овочевими	50	15
8	Цукор, кондитерські вироби (карамель, ірис, пастила, мармелад тощо), желейні вироби, шоколад та вироби з нього; гумка жувальна	50	30
9	Гриби та ягоди дикорослі свіжі, заморожені, консервовані	500	50
10	Гриби та ягоди дикорослі сушені	2500	250
11	Насіння олійних культур (соняшника, кунжуту, арахісу, маку та інших, за винятком сої); продукти їх переробки, за винятком рослинних жирів та олій	70	10
12	Жири та олії рослинні, продукти, вироблені на їх основі, зокрема маргарини, кулінарні жири, кондитерські жири, креми та інші	100	30
13	Чай байховий, пресований, ароматизований, з рослинними домішками; кава зелена, смажена (у зернах, мелена, розчинна); какао-боби, какао терте, какао-порошок; сухі розчинні напої на основі чаю, кави та замінників кави (обсмажений солод, цикорій та інше)	200	50
14	Вода питна (з підземних джерел питного водопостачання вода нормується і за вмістом природних радіонуклідів)	2	2
15	Напої		
	15.1. Мінеральна вода (з підземних джерел питного водопостачання вода нормується і за вмістом природних радіонуклідів)	10	5
	15.2. Безалкогольні та слабоалкогольні напої, зокрема на основі рослинної сировини; пиво, квас, морозиво соковмісне; концентрати напоїв, які не включені до інших розділів	20	20
	15.3. Алкогольні напої (за винятком пива)	50	30

Продовження таблиці И.4

1	2	3	4
16	Лікарські рослини сушені; фіточаї, мате (парагвайський чай), каркаде (суданська троянда) та інші	200	100
17	Тютюн та тютюнові вироби	120	50
18	Біологічно активні добавки (БАД) усіх видів; екстракти та згущувачі харчові рослинного походження (речовини з вмістом пектину, пектинати та пектати; агар-агар та інші клеї та загусники рослинного походження)	200	50
19	Прянощі; спеції та їх суміші; приправи, зокрема соуси (соєвий соус, грибний та інші), за винятком томатних соусів, гірчиця (готова, гірчичний порошок), салатні заправки, майонез та інше	120	50
20	Харчові добавки та їх суміші (барвники натуральні та штучні, стабілізатори, емульгатори, ароматизатори, наповнювачі та інші); оцет, сода харчова; дріжджі; харчові концентрати для виготовлення перших і других страв, десертів, мусів, кремів та ін., які не внесено до переліку в інших пунктах; супи та бульйони швидкого приготування; солодовий екстракт	150	50
21	Сіль кухонна харчова та сольові суміші	120	30
22	Мед та продукти бджільництва	200	50
23	Продукти дитячого харчування		
	Готові продукти дитячого харчування, сухі молочні суміші	40	50

Таблиця И.5 – ГДК важких металів у харчових продуктах, мг/кг

Продукти	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Sn	As
Картопля і овочі (свіжі, свіжозаморожені)	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Фрукти і ягоди свіжозаморожені	0,03	5	0,02	0,4	10	–	0,2
Гриби свіжі і консервовані	0,1	10	0,05	0,5	20	–	0,2
Консерви овочеві	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Консерви в металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Консерви фруктово-ягідні	0,03	5	0,02	0,4	10	–	0,2
Консерви фруктово-ягідні в збірній металевій тарі.	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Картопля, овочі сушені і консервовані	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Фрукти, ягоди сушені і консервовані	0,03	5	0,02	0,4	10	–	0,2
Овочево-молочні і плодово-молочні суміші	0,02		0,01	0,3	50	–	0,2

Таблиця И.6 – Токсикологічна класифікація речовин (Залеський І. І., Клименко М. О., 2005 р.)

Клас токсичності	ЛД ₅₀ для людини, мг/кг маси	Середня смертельна доза	Приклади
Надтоксичні	Менше 0,01	Менше 1 краплі	Нервово-паралітичні гази, ботулінічний токсин, діоксин
Вкрай токсичні	Менше 5	Менше 7 крапель	Ціаністий калій, героїн, атропін, нікотин та ін.
Дуже токсичні	5-50	Від 7 крапель до 1 чайної ложки	Солі ртуті, морфій, кодеїн
Токсичні	50-500	Від 1 чайної ложки до 1 унції (28,35 г)	Солі свинцю, ДДТ, гідроксид натрію, сірчана кислота, кофеїн, тетрахлор вуглець
Помірно токсичні	500-5000	Від 1 унції до 1 пінти (0,473 л)	Метиловий спирт, ефір, фенобарбітал, амфетамін, керосин, аспірин
Малотоксичні	5000-15000	Від 1 пінти до 1 кварта (0,9463 л)	Етиловий спирт, мило

*Навчальне електронне видання
комбінованого використання.
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

Роман Васильович Петрук

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ

Навчальний посібник

Рукопис оформлено *Р. Петруком*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет виготовлено *Т. Старічек*

Підписано до видання 15.04.2024 р.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2024-084.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
press.vntu.edu.ua;
Email: irvc.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.