

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету

Г. Б. Кожемякін, А.В. Вагін

ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Практичні заняття до модулю 1
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища»
освітньо-професійної програми
«Технології захисту навколишнього середовища»

Запоріжжя
2025

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Тема: Аналіз сучасних інноваційних технологій у сфері охорони довкілля

Мета: Закріпити знання студентів про види інноваційних технологій захисту навколишнього середовища; навчити аналізувати їх ефективність та можливість застосування в Україні.

Завдання:

1. Теоретичний блок

- Поясніть поняття *екологічної інновації* та наведіть приклади технологій, які належать до цієї категорії.

2. Практичний блок

- Оберіть **одну інноваційну технологію** (наприклад, уловлювання CO₂, біопластик, енергія хвиль, смарт-сміттєві баки та ін.) і:
 1. Опишіть принцип її роботи.
 2. Визначте екологічний ефект (зменшення викидів, економія ресурсів тощо).
 3. Оцініть можливість застосування цієї технології в умовах вашого регіону.
 4. Наведіть приклад країни або компанії, яка вже впровадила цю технологію.

3. Дискусійні питання

- Чому інновації в екології впроваджуються повільніше, ніж у промисловості?
- Яку роль відіграє держава у стимулюванні «зелених» технологій?
- Чи готове суспільство інвестувати у «чисті» технології?

Форма звітності: Короткий письмовий звіт (1–2 сторінки) або усна презентація (5–7 хв).

Оцінювання:

Критерій	Бал (0–2)
Актуальність проблеми. Інноваційність рішення	1
Екологічний ефект. Реалістичність впровадження	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

Тема: Розробка проєкту впровадження інноваційної екотехнології

Мета: Сформувати у студентів навички проектного мислення та міждисциплінарного підходу до вирішення екологічних проблем за допомогою інноваційних технологій.

Завдання:

1. Індивідуальна або групова (2–4 особи) робота:

Розробіть **міні-проєкт** «Впровадження інноваційної технології для покращення екологічного стану підприємства».

Проєкт повинен містити:

1. Назву та суть технології (що це і як працює).
2. Проблему, яку вона вирішує (забруднення повітря, води, ґрунтів, відходи).
3. Механізм впровадження (де, коли, ким, з якими ресурсами).
4. Очікуваний результат (екологічний, економічний, соціальний ефект).
5. Можливі ризики та способи їх мінімізації.
6. Коротка візуалізація — схема, постер, інфографіка або слайд.

2. Приклади напрямів для вибору:

- Використання біогазу;
- Установка сонячних панелей;
- Відновлення зелених зон санітарно-захисної зони;
- Екологічний транспорт;
- Розумна система збору, тимчасового зберігання та видалення відходів та ін. (за вибором студента).

3. Презентація результатів:

- Кожна група представляє свій проєкт (5-10 хвилин + 5 хвилин обговорення).
- Обговорення ефективності, реалістичності та інноваційності запропонованих рішень.

Оцінювання:

Критерій	Бал (0–2)
Актуальність проблеми. Інноваційність рішення	1
Екологічний ефект. Реалістичність впровадження	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Тема: Аналіз технологічних процесів та визначення джерел екологічної небезпеки

Мета:

Навчити студентів визначати основні стадії технологічних процесів, виявляти джерела шкідливих впливів та оцінювати їх екологічні наслідки.

Завдання для виконання:

1. Теоретичний блок

- Коротко охарактеризуйте поняття:
 - а) *технологічний процес*;
 - б) *екологічний ризик*;
 - в) *вторинне забруднення*;
 - г) *екологічна ефективність технології*.
- Визначте основні види впливу на довкілля під час виробництва:
 - атмосферні викиди,
 - забруднення води,
 - утворення твердих відходів,
 - шум і вібрації.

2. Аналітичний блок

Розгляньте **один із наведених технологічних процесів** (за вибором викладача або студента):

- Виплавка чавуну;
- Виплавка сталі;
- Виробництво феросплавів;
- Виробництво коксу;
- Енергетичне виробництво (ТЕС, ГЕС).

Виконайте:

1. Побудуйте **схему технологічного процесу** (основні етапи).
2. Для кожного етапу визначте **вхідні ресурси** (сировина, енергія, вода) та **вихідні потоки** (продукція, викиди, відходи, стоки).
3. Визначте стадії, що мають **найбільший негативний вплив на довкілля**.

3. Дискусійні питання

- Чи можна зменшити вплив вибраного процесу без радикальної модернізації виробництва?
- Які стадії виробництва найчастіше ігноруються при екологічній оцінці?
- Які економічні вигоди може мати підприємство від зменшення викидів?

4. Форма звітності:

- Короткий письмовий звіт (2–3 сторінки) із схемою, таблицею та висновками.
- Або презентація результатів групою (до 7 хвилин).

5. Оцінювання:

Критерій	Макс. бал
Повнота аналізу технологій	1
Аргументованість висновків	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема: Оцінка екологічної ефективності технологічних процесів та пошук шляхів її підвищення

Мета: Закріпити вміння оцінювати рівень екологічності технологічного процесу, розробляти пропозиції щодо зменшення негативного впливу на довкілля та підвищення енергоефективності.

Завдання для виконання:

1. Аналітична частина

Використовуючи результати попереднього заняття або новий приклад виробництва:

- Оцініть **екологічну ефективність** процесу за критеріями:
 - о обсяг шкідливих викидів;
 - о обсяг стічних вод;
 - о кількість відходів;
 - о енергоємність виробництва;
 - о можливість повторного використання ресурсів.

- Складіть таблицю критеріїв оцінки (за п'ятибальною шкалою):

Критерій	Оцінка (1–5)	Коментар
Викиди в атмосферу		
Стічні води		
Відходи		
Енергоефективність		
Ресурсощадність		

3. Визначте **індекс екологічної ефективності** (середнє арифметичне значення всіх оцінок).

2. Проєктна частина

Розробіть коротку **пропозицію (міні-проєкт)** із підвищення екологічної ефективності обраного процесу.

Укажіть:

1. Суть пропозиції (що змінюється, модернізується, оптимізується);
2. Екологічний ефект (зменшення викидів, економія енергії, зменшення відходів);
3. Економічна доцільність (очікувана економія або вигода);
4. Потенційні ризики / обмеження.

3. Дискусійні питання

- Які фактори найчастіше стримують впровадження екологічних інновацій на підприємствах?
- Як держава може стимулювати підвищення екологічної ефективності?
- Чи можливе поєднання економічної вигоди та екологічної безпеки?

4. Форма звітності:

- Групова презентація (до 10 хвилин) або письмовий звіт про результати роботи.
- Оцінювання за критеріями:

Критерій	Макс. бал
Повнота аналізу технологічного процесу. Обґрунтованість оцінки екологічної ефективності	1
Інноваційність пропозицій. Аргументованість висновків	1
Разом	2 бали

Додаткові завдання (за бажанням студентів):

- Підготувати інфографіку або постер “Як зменшити екологічний слід підприємства”.
- Розробити порівняльну таблицю «Традиційна vs. екологічна технологія» у вибраній галузі.
- Написати коротке есе (1 сторінка): «Моє бачення екологічно безпечного виробництва майбутнього».

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема: Порівняльний аналіз технологій захисту навколишнього середовища

Мета: Сформувати вміння студентів порівнювати різні технології захисту довкілля за технічними, екологічними та економічними показниками; навчити визначати доцільність їх застосування в конкретних виробничих умовах.

Завдання для виконання:

1. Теоретичний вступ (коротке обговорення):

- Які існують групи технологій захисту навколишнього середовища?
- Які критерії використовують для оцінки їх ефективності?
- Чому важливо враховувати економічні показники при виборі технології?

2. Основне завдання: Порівняльний аналіз

Студенти працюють у малих групах або індивідуально.

1. Оберіть дві технології з різних груп, наприклад:
 - біологічна очистка стічних вод і мембранна фільтрація;
 - піроліз відходів і компостування;
 - традиційна і сонячна енергетика).
2. Проаналізуйте їх за такими критеріями:

№	Критерій	Технологія 1	Технологія 2
1	Рівень екологічної ефективності		
2	Енергоємність		
3	Вартість впровадження		
4	Складність експлуатації		
5	Утворення вторинних відходів		
6	Соціальний ефект		

3. На основі порівняльного аналізу:
 - визначте, яка технологія є **більш ефективною** за умовами вашого прикладу;
 - обґрунтуйте свій вибір (2–3 аргументи).

3. Дискусійні питання:

1. Чи завжди екологічно ефективна технологія є економічно вигідною?
2. Які фактори стримують впровадження «зелених» технологій в Україні?
3. Чи можна поєднати промислове зростання та охорону довкілля?

4. Форма звітності:

- Короткий письмовий звіт або презентація (3–5 слайдів);
- У висновках подати рейтинг ефективності технологій (від 1 до 5 балів за кожним критерієм).

5. Оцінювання:

Критерій	Макс. бал
Повнота аналізу технологій	1
Аргументованість висновків	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6

Тема: Оцінка ефективності впровадження екологічних технологій на прикладі підприємств

Мета: Закріпити навички оцінювання переваг і недоліків конкретних технологій захисту довкілля; навчити студентів розробляти пропозиції щодо підвищення їх ефективності.

Завдання для виконання:

1. Аналітичне завдання

1. Виберіть **реальне або умовне підприємство** однієї з галузей:

- енергетика;
- металургія;
- хімічна промисловість;
- транспортна сфера;
- переробка відходів,

або інша за вибором студента.

2. Визначте, які екологічні технології застосовуються (або могли б бути застосовані) на цьому підприємстві.

3. Оцініть їх за п'ятибальною шкалою за критеріями:

№	Критерій	Оцінка (1–5)	Коментар
1	Екологічна ефективність		
2	Економічна ефективність		
3	Енергоефективність		
4	Соціальний ефект		
5	Складність впровадження		

4. Розрахуйте **інтегральний показник ефективності (ІЕ)** як середнє арифметичне балів.

2. Проєктне завдання

Розробіть коротку пропозицію (міні-проєкт) з удосконалення екологічних технологій підприємства:

- Мета: що саме покращується?
- Суть технологічного рішення: короткий опис.
- Очікуваний екологічний ефект: (зменшення викидів, економія енергії, зменшення відходів).
- Орієнтовна вартість і окупність.
- Потенційні ризики та обмеження.

3. Дискусійні питання:

1. Як можна підвищити ефективність уже впроваджених технологій?
2. Які державні або міжнародні програми стимулюють екологічні інновації?
3. Чи можуть інвестиції в екотехнології бути прибутковими?

4. Форма звітності:

- Презентація (до 10 слайдів) або аналітична записка (2–3 сторінки);
- Підготовка короткого усного виступу (5–7 хвилин) перед групою.

5. Критерії оцінювання:

Критерій	Макс. бал
Обґрунтованість оцінки технологій	1
Інноваційність пропозицій	1
Разом	2 бали

Додаткові творчі завдання (за бажанням студентів):

- Підготувати інфографіку «Переваги та недоліки екологічних технологій».
- Створити таблицю порівняння традиційних і сучасних способів очищення (у вибраній галузі).
- Написати коротке есе (1 сторінка): *«Екологічні технології майбутнього: моє бачення»*.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №7

Тема: Аналіз існуючих технологій захисту навколишнього середовища та визначення напрямів їх удосконалення

Мета заняття: Сформувати вміння студентів здійснювати системний аналіз сучасних технологій захисту довкілля, оцінювати їх ефективність і визначати можливості вдосконалення відповідно до екологічних та економічних вимог.

Завдання для виконання:

1. Теоретичне обговорення:

- Які етапи включає розробка технологій захисту довкілля?
- Чому важливо поєднувати екологічну й економічну ефективність?
- Які фактори впливають на вибір технологічного рішення?

2. Основне практичне завдання: Аналіз існуючих технологій

1. Оберіть одну галузь промисловості (на вибір студента):
 - енергетика;
 - металургія;
 - коксо-хімічна промисловість;
 - феросплавне виробництво;
 - переробка відходів.
2. Опишіть одну реальну або відому технологію захисту довкілля, що застосовується в цій галузі.

Проаналізуйте технологію за такими параметрами:

№	Критерій оцінки	Характеристика
1	Принцип дії технології	
2	Основні етапи процесу	
3	Використані матеріали/реагенти	
4	Рівень екологічної ефективності	
5	Витрати на впровадження	
6	Потенційні ризики/недоліки	

4. Запропонуйте 1–2 шляхи вдосконалення обраної технології (наприклад, заміна матеріалів, автоматизація, повторне використання побічних продуктів тощо).

3. Дискусійні питання:

1. Яка технологія захисту довкілля є найефективнішою на сьогодні?
2. Чому деякі екологічні технології не впроваджуються на практиці?
3. Які інноваційні тенденції можуть підвищити їх ефективність у найближчі роки?

4. Форма звітності:

- Аналітична довідка (1–2 сторінки) або коротка презентація (5–7 слайдів);
- Усний виступ із висновками та пропозиціями.

5. Критерії оцінювання:

Критерій	Макс. бал
Повнота аналізу технології	1
Обґрунтованість пропозицій	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №8

Тема: Розробка власної концепції екологічної технології (проектне моделювання)

Мета заняття: Навчити студентів розробляти модель нової або вдосконаленої технології захисту довкілля, формулювати її технічні параметри, принцип дії та очікуваний екологічний ефект.

Завдання для виконання:

1. Підготовчий етап

1. Визначте **екологічну проблему**, яку необхідно вирішити (наприклад: забруднення води, викиди CO₂, утворення відходів, шумове забруднення тощо).
2. Сформулюйте **мету розробки технології** — що саме потрібно зменшити, очистити чи запобігти.

2. Основне завдання: Розробка технологічного рішення

Розробіть концепцію технології, описавши:

Елемент розробки	Зміст
Назва технології	
Об'єкт впливу (повітря, вода, ґрунт, відходи тощо)	
Основний принцип дії	
Основні етапи процесу	
Використане обладнання або матеріали	
Очікуваний рівень ефективності (%)	
Потенційні переваги	
Можливі недоліки/ризики	
Орієнтовна вартість впровадження	

3. Творче завдання (індивідуальне або групове):

Розробіть ескіз або блок-схему своєї технології (наприклад, схема очищення газів, схема біореактора, процес переробки відходів).

Схему можна виконати вручну або за допомогою комп'ютерних програм

4. Обговорення і захист проєктів

- Кожна група презентує свою розробку (5–7 хвилин).
- Інші студенти виступають як експерти: ставлять запитання, дають оцінку доцільності технології.

5. Дискусійні питання:

1. Які фактори найчастіше обмежують розробку нових екотехнологій?
2. Як можна забезпечити баланс між екологічною та економічною вигодою?
3. Які напрямки розвитку екологічних технологій будуть актуальні через 10 років?

6. Форма звітності:

- Проектна записка (2–3 сторінки) або презентація (до 10 слайдів);
- Усний захист розробки.

7. Критерії оцінювання:

Критерій	Макс. бал
Логічність і повнота технологічної схеми	1
Інноваційність і оригінальність рішення	1
Разом	2 бали

Додаткові творчі завдання (за бажанням):

- Розробити інфографіку «Життєвий цикл екотехнології».
- Написати коротке есе (1 сторінка): «*Моя ідеальна технологія майбутнього для захисту довкілля*».
- Підготувати порівняльну таблицю «Традиційна технологія vs. інноваційна екотехнологія».

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №9

Тема: Аналіз екологічних і технологічних вимог до природоохоронних технологій

Мета: Закріпити знання студентів про сутність, зміст і взаємозв'язок екологічних та технологічних вимог; навчитися застосовувати їх при оцінюванні сучасних технологічних процесів.

Завдання:

1. Теоретична частина (обговорення в групах):

- Визначити різницю між поняттями «*екологічна вимога*» і «*технологічна вимога*».
- Обговорити приклади екологічних вимог у різних галузях (енергетика, хімічна промисловість, машинобудування).
- Визначити, які технологічні параметри найчастіше впливають на екологічну безпеку процесу.

2. Практична частина (індивідуальне завдання):

Кожному студенту або групі студентів пропонується обрати один технологічний процес (наприклад, спалювання відходів, очищення стічних вод, очищення газів, біогазова установка).

Необхідно:

1. Визначити потенційні джерела негативного впливу на довкілля.
2. Скласти перелік екологічних вимог до цього процесу.
3. Визначити технологічні вимоги, які забезпечують екологічну ефективність.
4. Пояснити, як можна поєднати екологічну безпеку з технологічною доцільністю.

3. Підсумкове обговорення:

- Які з вимог виявилися взаємно суперечливими?
- Як знайти баланс між екологічною ефективністю та економічною рентабельністю?

Контрольні запитання:

1. Які є основні групи екологічних вимог до технологій?
2. Як визначається технологічна ефективність процесу очищення?
3. Чому важливо узгоджувати екологічні та технологічні показники?

Оцінювання:

Критерій	Балів
Повнота аналізу процесу	1
Логічність формування вимог	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №10

Тема: Розробка технічного завдання (ТЗ) на створення екологічної технології

Мета: Опанувати структуру, зміст і логіку складання технічного завдання на прикладі конкретного екологічного проєкту.

Завдання:

1. Теоретичне обговорення:

- Що таке технічне завдання?
- Які основні розділи включає ТЗ?
- Які відмінності між екологічними, технологічними та економічними вимогами у ТЗ?

2. Практична робота:

Студенти (індивідуально або в малих групах) розробляють проєкт технічного завдання на одну з запропонованих тем:

1. Розробка системи очищення стічних вод для металургійного підприємства.
2. Розробка системи очищення газів для підприємства теплоенергетики.
3. Система збору та повторного використання дощових вод у зворотному циклі водопостачання підприємства.
4. Використання вторинної сировини у будівництві.

3. Структура технічного завдання (приклад):

1. Назва розробки.
2. Мета та призначення.
3. Підстава для розроблення.
4. Характеристика об'єкта впливу.
5. Вимоги до розробки:
 - екологічні (ступінь очищення, рівень утилізації, скорочення викидів);
 - технологічні (продуктивність, енергоспоживання, надійність);
 - економічні (собівартість, термін окупності).
6. Очікувані результати.
7. Порядок контролю ефективності.

4. Результат роботи:

Кожен студент подає короткий звіт (1–2 сторінки) із розробленим варіантом ТЗ.

Контрольні запитання:

1. Які основні розділи включає технічне завдання?
2. Чому важливо враховувати одночасно екологічні й технологічні вимоги?
3. Які критерії можна використати для оцінки ефективності запропонованої технології?

Оцінювання:

Критерій	Балів
Повнота структури ТЗ	1
Відповідність вимог екологічним стандартам	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №11

Тема: Аналіз технічних, екологічних та економічних показників ефективності природоохоронних технологій

Мета: Сформулювати вміння аналізувати і порівнювати технології за основними критеріями ефективності, оцінювати взаємозв'язок між екологічними результатами та економічною доцільністю.

Навчальні питання:

1. Призначення та етапи техніко-економічного обґрунтування.
2. Основні групи показників ефективності природоохоронних технологій.
3. Принципи оцінювання альтернативних технологічних варіантів.

Завдання для виконання:

1. Теоретична частина (обговорення в групах):

- Наведіть приклади технологій захисту довкілля у вашій галузі (очищення газів, води, утилізація відходів тощо).
- Визначте, які технічні та екологічні показники характеризують їх ефективність.
- Які чинники впливають на економічну доцільність впровадження таких технологій?

2. Практична частина (індивідуальне завдання):

Кожному студенту або групі студентів пропонується обрати один приклад природоохоронної технології (наприклад, біофільтр, електрофільтр, установка мембранного очищення води, біогазова станція тощо).

Необхідно:

1. Заповнити таблицю оцінки ефективності технології:

Показник	Одиниця виміру	Значення	Оцінка (1–5)	Коментар
Продуктивність	м³/год			
Ступінь очищення	%			
Енерговитрати	кВт·год/м³			
Капітальні витрати	тис. грн			
Собівартість очищення	грн/м³			
Період окупності	років			

2. На основі таблиці зробити висновок щодо ефективності обраної технології.
3. Запропонувати способи підвищення її економічної або екологічної ефективності.

Контрольні запитання:

1. Які показники характеризують ефективність природоохоронних технологій?
2. Як взаємопов'язані технічні, економічні та екологічні параметри?
3. Який показник є вирішальним при виборі технології в умовах обмеженого бюджету?

Оцінювання:

Критерій	Балів
Повнота аналізу даних	1
Коректність розрахунків і таблиці	1
Разом	2 бали

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №12

Тема: Розробка техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) для вибору технології захисту навколишнього середовища

Мета: Навчити студентів розробляти структуру та зміст ТЕО, виконувати базові розрахунки економічної ефективності й формувати обґрунтовані рекомендації щодо вибору оптимальної технології.

Навчальні питання:

1. Структура та основні розділи техніко-економічного обґрунтування.
2. Показники економічної ефективності (термін окупності, собівартість).
3. Критерії вибору найкращої технології.

Завдання для виконання:**1. Теоретична частина (аналіз прикладів):**

Розгляньте приклади двох технологій (на вибір студента), наприклад очищення промислових стічних вод:

- **Варіант А** – біологічне очищення (біофільтри);
- **Варіант Б** – мембранна технологія (зворотний осмос).

Використовуючи наведені дані, обґрунтуйте вибір технології.

Показник	Варіант А	Варіант Б
Капітальні витрати, тис. грн	1200	1800
Ступінь очищення, %	85	97
Експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	320	250
Річна економія від зменшення штрафів, тис. грн	300	420
Термін служби, років	10	12

2. Практична частина (індивідуальний розрахунок):

1. Розрахуйте **період окупності (Ток)** для обох варіантів.
2. Визначте, який варіант є економічно вигіднішим.
3. Дайте екологічну оцінку вибраній технології.
4. Оформіть короткий висновок (до 10 речень).

Контрольні запитання:

1. Які складові має техніко-економічне обґрунтування?
2. Як визначити період окупності екологічної технології?
3. Які критерії можуть бути вирішальними при порівнянні варіантів?

Оцінювання:

Критерій	Балів
Точність розрахунків	1
Аргументованість висновку	1
Разом	2 бали