



Більш чисті виробництва

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	Другий (освітньо-професійний)
Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність	Е2 Екологія
Освітня програма	Цифрові технології захисту довкілля
Статус освітнього компонента	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг освітнього компонента	5 кредитів ЕКТС (150 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	3 години на тиждень (2 години лекційних та 1 година практичних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html Практичні /Семінарські: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4192

Програма освітнього компонента

1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання

1.1. Мета освітнього компонента

До основних проблем, які вирішуються в рамках міжнародного співробітництва відносять: спільні інженерні і технічні розробки з питань охорони атмосферного повітря та природних вод, проблеми забруднення під час сільськогосподарських робіт, збереження флори і фауни, створення природоохоронних територій тощо. Освітній компонент «Більш чисті виробництва» передбачає вирішення екологічних проблем таких галузей виробництва, як енергетика, металургія, машинобудування, нафтопереробка, хімічна, целюлозно-паперова, харчова промисловість, сільське господарство та будівельна індустрія.

Метою вивчення даного освітнього компонента є професійна підготовка та формування у студентів комплексу знань про сучасну стратегію створення чистих ecofriendly виробництв, про основні напрямки діяльності при впровадженні попереджувальних заходів в екологічній безпеці виробництва. Відповідно до мети підготовка магістрів ОПП/магістрів ОНП вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- Здатність розробляти та вдосконалювати методи та технології;
- Обізнаність на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування;
- Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних проблем;

- Здатність оцінювати рівень негативного впливу природних та антропогенних факторів екологічної небезпеки на довкілля та людину;
- Здатність самостійно розробляти екологічні проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей.

1.2. Основні завдання освітньої компоненти .

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння освітнього компонента мають продемонструвати такі результати навчання:

- Знати на рівні новітніх досягнень основні концепції природознавства, сталого розвитку та методології наукового пізнання;
- Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук про довкілля;
- Уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності у професійній діяльності;
- Знати правові та етичні норми для оцінки професійної діяльності, розробки та реалізації соціально-значущих екологічних проектів в умовах суперечливих вимог;
- Демонструвати обізнаність щодо новітніх принципів та методів захисту навколишнього середовища;
- Уміти оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля;
- Вибирати оптимальну стратегію господарювання та/або природокористування в залежності від екологічних умов;
- Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах;
- Уміти самостійно планувати виконання інноваційного завдання та формулювати висновки за його результатами;
- Знати основні переваги ресурсоефективних виробництв (економічні, екологічні, фінансові, правові), основні напрямки реорганізації існуючих виробництв для забезпечення раціонального використання природних ресурсів, енергії, збереження здоров'я персоналу компанії та населення в даній місцевості;
- Вдосконалювати методи організації виробничого процесу, управління виробництвом, модернізувати застарілі технологічні лінії для забезпечення значного зростання ресурсоефективності підприємства при значному перевищенні існуючих нормативів по захисту довкілля від забруднення.

2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення освітнього компонента «Більш чисті виробництва» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом вивчення освітніх компонентів, які вивчалися в бакалавраті, а також магістратурі «Управління та поведінка з відходами», «Основи інженерії та технології сталого розвитку». Освітній компонент «Більш чисті виробництва» забезпечує виконання магістерської дисертації.

3. Зміст освітнього компонента

Розділ 1. Ресурсоефективність та розвиток цивілізації

Тема 1. Визначення понять «ресурсоефективність» та «більш чисті виробництва».

Тема 2. Філософські аспекти ресурсоефективності.

Тема 3. Історія екологічних криз і екологічних революцій.

Тема 4. Глобальна екологічна криза.

Тема 5. Концепція сталого розвитку.

Тема 6. Види ресурсів, їх характеристика і розподіл.

Тема 7. Ресурсоємність та вплив окремих галузей виробництв на довкілля.

Розділ 2. Стратегія більш чистого виробництва

Тема 8. Визначення більш чистого виробництва.

Тема 9. Основні напрямки впровадження підходів більш чистого виробництва.

Тема 10. Система пріоритетів підходів по охороні довкілля.

Тема 11. Програма більш чистого виробництва.

Тема 12. Реалізація програми більш чистого виробництва.

Розділ 3. Організація більш чистих виробництв

Тема 13. Використання енергії у промисловості. Реалізація принципів більш чистого виробництва.

Тема 14. Економне використання теплової та електроенергії. Ефективна робота транспорту.

Тема 15. Раціональне використання води в промисловості.

Тема 16. Безстічні водоциркуляційні системи охолодження.

Тема 17. Раціональне використання природних ресурсів в гальванічних виробництвах.

Тема 18. Реалізація підходів більш чистого виробництва на прикладі виробництва паперу та картону.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Гомеля М.Д., Оверченко Т.А., Іваненко О.І. Більш чисті виробництва: підручник. – Київ: Видавничий дім «Конкорд», 2020. – 248 с.
2. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д., Радовенчик Я.В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Іванюта С.П., Качинський А.Б. Екологічна та природно-технічна безпека України: регіональний вибір загроз і ризиків.: монографія / К. НІСД, 2012. – 308 с.
4. Рудько Г.І., Бондаренко О.І. Макроекологія України / Київ-Чернівці: Букрек, 2020. – 520с.
5. Войницький А.П. Техноекологія: підручник / А.П. Войницький, В.П. Дубровський, В.М. Боголюбов.- Київ: Аграрна освіта, 2009 – 533 с.
6. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з дисципліни «Сучасні принципи охорони довкілля», 2012. – 13 с.
7. Рудько Г.І. Ресурси екологічного середовища та екологічна безпека техноприродних геосистем. – К.: ЗАТ „НІЧЛАВА”, 2006. – 480 с.
8. Боголюбов В.М., Прилипко В.А., Піскунова Л.Е. Стратегія сталого розвитку. Навчальний посібник. – К.: - Вид. центр НАУ, 2008. – 264 с.

Допоміжна

9. Плєпіс А., Монт О., Дуркін М. Екологічне управління і більш чисте виробництво. Міжнародний інститут індустріальної екологічної економіки. Лундський університет. Швеція. – 2001. – 206 с.
10. Програма дій. Порядок денний на ХХІ століття; Пер. з англ.: ВГО «Україна. Порядок денний на ХХІ століття». – Київ: Інтерсфера, 2000. – 360 с.
11. Порядок дій з подальшого впровадження Порядку денного на ХХІ століття «RIO + 5»; Пер. з англ.: ВГО «Україна». Порядок денний на ХХІ століття. – Київ: Інтерсфера, 2000. – 58 с.
12. Орфанова М.М. Утилізація та рекуперація відходів: конспект лекцій / Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 100 с.
13. Чобан А.Ф. Утилізація та рекуперація відходів: метод. посібн. / Чернівці: Рута, 2008. – 98 с.
14. Модернізація виробництва: системно-екологічний підхід: Посібник з екологічного менеджменту / Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. та інші. – К.: СИМВОЛ-Т, 1997. – 245с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
2. Interactive map of river pollution in Ukraine - <https://texty.org.ua/water/>
3. Industrial ecology. Community of environmental specialists - <http://www.eco.com.ua/>
4. Бібліотека ім. В.І. Вернадського – www.nbuv.gov.ua
5. Екологічний портал України – <http://www.ecolog.org.ua/>
6. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського – ELAKPI URL: <https://ela.kpi.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знання з освітнього компонента «Більш чисті виробництва», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області охорони довкілля, прогнозування їх розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- набуття наочної, поєднання по можливості з демонстрацією матеріалів, моделей і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даної аудиторією.

Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<u>Визначення понять «ресурсоефективність» та «більш чисті виробництва».</u> Ресурсоефективність. Тенденції розвитку цивілізації. Загальна оцінка ресурсоефективності в контексті більш чистого виробництва. Література: [1] с. 99-110; [7] с. 26-91. Завдання на СРС. Сучасні теорії раціонального використання природних ресурсів.	<u>2</u>
<u>Філософські аспекти ресурсоефективності.</u> Міждисциплінарні та трансдисциплінарні підстави для дослідження ресурсоефективності. Акіологія ресурсоефективності. Ресурсоефективність в контексті історичного соціального розвитку. Література: [1] с. 110-122; [4] с. 25-57. Завдання на СРС. Підходи та критерії до визначення ресурсоефективності.	<u>2</u>
<u>Історія екологічних криз і революцій.</u> Екологічні кризи і революції стародавньої людини. Загальний характер розвитку кризових станів в системі «людина – Біосфера». Періодизація екологічних криз і революцій. Література: [1] с. 50 -60; [4] с. 66-91. Завдання на СРС. Гомеостаз в природно-технічних геосистемах.	<u>2</u>
<u>Глобальна екологічна криза.</u>	<u>2</u>

<i>Основні ознаки і складові сучасної біосферної кризи. Забруднення атмосфери, зміни клімату Землі. Забруднення світового океану. Зникнення видів. Ресурсна криза.</i> Література: [1] с. 58-69; [4] с. 96-128. <i>Завдання на СРС. Прояви глобальної екологічної кризи в екосистемах України.</i>	
<u>Концепція сталого розвитку.</u> <i>Принципи сталого розвитку закладені в рішеннях конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 р. Хронологія прийняття головних міжнародних документів стосовно сталого розвитку. Порядок денний на XXI столітті. Декларація по навколишньому середовищу і розвитку.</i> Література: [1] с. 69-80; [4] с. 87-107. <i>Завдання на СРС. Стан світу після конференції ООН в Ріо-де-Жанейро в 1992 р.</i>	<u>2</u>
<u>Види ресурсів, їх характеристики і розподіл.</u> <i>Класифікація ресурсів. Штучні матеріальні ресурси. Послуги. Споживання ресурсів у просторі і часі. Життєвий цикл ресурсів. Використання воринних ресурсів.</i> Література: [1] с. 122-148; [2] с. 8-28. <i>Завдання на СРС. Послуги. Трудові ресурси.</i>	<u>2</u>
<u>Ресурсоємність та вплив окремих галузей виробництва на довкілля.</u> <i>Вплив галузей виробництва на стан навколишнього середовища. Загальна характеристика структури промислового техногенезу. Джерела забруднення біосфери.</i> Література: : [1] с. 42-50; [7] с. 92-146. <i>Завдання на СРС. Вплив господарської діяльності на стан довкілля в Україні.</i>	<u>2</u>
<u>Еволюція стратегій з охорони навколишнього середовища .Визначення більш чистого виробництва.</u> <i>Еволюція стратегій з охорони навколишнього середовища .Коцеціпція безвідходного виробництва. Визначення більш чистого виробництва. Стратегія запобігання забрудненню. Причини виникнення концепції більш чистого виробництва.</i> Література: [1] с. 156-162; [4] с. 3-15; [9] с. 25-73. <i>Завдання на СРС. Порівняльний аналіз більш чистого та безвідходного виробництва.</i>	<u>2</u>
<u>Шляхи реалізації підходів більш чистого виробництва.</u> <i>Шляхи реалізації підходів більш чистого виробництва. Зміни в продукті. Зміни в виробництві. Рециркуляція відходів поза виробництвом. Переробка відходів.</i> Література: [1] с. 162-168; [3] с. 15-24; [9] с. 55-74. <i>Завдання на СРС. Аналіз повного життєвого циклу продукту.</i>	<u>2</u>
<u>Оцінка пріоритетів заходів по охороні довкілля.</u> <i>Система пріоритетів заходів по охороні навколишнього середовища. Переваги більш чистого виробництва. Зменшення поточних витрат. Зниження ризику притягнення до відповідальності. Приклади економічної переваги більш чистого виробництва.</i> Література: [1] с. 169-175; [3] с. 18-27; [9] с. 75-92. <i>Завдання на СРС. Рециркуляція відходів поза виробництвом.</i>	<u>2</u>
<u>Програма більш чистого виробництва.</u> <i>Розробка програми більш чистого виробництва. Попередня підготовка програми. Ініціювання програми більш чистого виробництва. Екологічний аудит.</i> Література: [1] с. 176-191; [9] с. 25-35.	<u>2</u>

<u>Завдання на СРС. Оцінка промислових об'єктів з точки зору підходів більш чистого виробництва.</u>	
<u>Реалізація програми більш чистого виробництва.</u> Програма більш чистого виробництва. Реалізація програми. Вибір та оцінка ідей по впровадженню підходів більш чистого виробництва. Розробка плану та реалізація програми більш чистого виробництва. Література: [1] с. 176-191; [9] с. 35-41. Завдання на СРС. Економічна оцінка реалізації програми більш чистого виробництва.	<u>2</u>
<u>Використання енергії у виробництві. Реалізація принципів більш чистого виробництва.</u> Застосування чистих технологій для більш економічного використання енергії. Використання енергії в виробництві. Підвищення ефективності систем виробництва та розподілу пари. Література: [1] с. 191-209; [9] с. 41-54. Завдання на СРС. Альтернативні джерела енергії.	<u>2</u>
<u>Раціональне використання теплової та електроенергії.</u> Підвищення ефективності використання теплової та електроенергії. Підвищення ефективності енергоспоживання в транспортному господарстві підприємства. Література: : [1] с. 191-209; [7] с. 45-59. Завдання на СРС. Організаційні заходи по забезпеченню ресурсозбереження.	<u>2</u>
<u>Раціональне використання води в промисловості.</u> Застосування підходів більш чистого виробництва для економічного споживання води. Використання води в промисловості. Управління водоспоживанням. Література: : [1] с. 209-228; [9] с. 55-64. Завдання на СРС. Використання природних вод в промисловості України.	<u>2</u>
<u>Безстічні водоциркуляційні системи охолодження.</u> Організація безстічних водоциркуляційних систем охолодження. Обґрунтування доцільності створення замкнутих систем водокористування. Водоциркуляційні системи охолодження. Вимоги до якості води в водоциркуляційних системах. Література: : [1] с. 209-22. Завдання на СРС. Матеріальний баланс водних ресурсів на промислових об'єктах.	<u>2</u>
<u>Раціональне використання природних ресурсів в гальванічних виробництвах.</u> Застосування принципів більш чистого виробництва в гальванічних виробництвах. Загальні підходи ресурсозбереження в гальванічних виробництвах. Вилучення хроматів із стічних вод. Очищення води від катіонів важких металів. Література: : [1] с. 228-238; [8] с. 87-105. Завдання на СРС. Замкнуті цикли водоспоживання в гальванічних виробництвах.	<u>2</u>
<u>Реалізація підходів більш чистого виробництва при виробництві паперу та картону.</u> Реалізація принципів більш чистого виробництва при виробництві паперу та картону. Технологія виробництва паперу та картону. Застосування цехових та локальних очисних споруд. Повторне використання уловленого скопу та води після очищення у виробництві. Література: : [1] с. 239-245; [4] с. 95 – 112.	<u>2</u>

Завдання на СРС. Застосування хімічних добавок в технологіях виробництва паперу та картону.	
<u>Всього</u>	<u>36</u>

Семінарські заняття

У системі професійної підготовки студентів семінарські заняття займають 33 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації магістр з екології. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Тому практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області екології.

Основні завдання циклу семінарських занять:

- ◆ допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області охорони довкілля;
- ◆ навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями розробки та вдосконалення методів та технологій, створення технологій;
- виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- ◆ навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою, документацією і схемами;
- ◆ формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<u>Вплив людини на використання природних ресурсів.</u> Природні матеріальні ресурси. Залежність об'ємів відходів від ефективності використання матеріальних ресурсів. Поводження з відходами. Використання вторинних ресурсів. Література: [1] с. 30-41; [4] с. 26-91 Завдання на СРС. Особливості науково-технічної революції.	<u>2</u>
<u>Вплив галузей виробництва на використання ресурсів та забруднення довкілля.</u> Вплив галузей виробництва на навколишнє середовище. Показники екологічної стійкості природних ландшафтів. Джерела забруднення біосфери. Література: [1] с. 42-50; [4] с. 92-146 Завдання на СРС. Екологічна ємність природних екологічних систем.	<u>2</u>
<u>Впровадження підходів більш чистого виробництва.</u> Реалізація пропозицій по більш чистому виробництву. Вибір проекту для впровадження. Фінансове забезпечення. Екологічний огляд. Попереднє вивчення об'єкту. Розробка детального плану програми. Проведення детальної оцінки ідей. Література: [1] с. 99-110, 156-162; [9] с. 21-35. Завдання на СРС. Екологічний аудит промислових об'єктів.	<u>2</u>
<u>Програма більш чистого виробництва.</u> Генерування ідей. Оцінка ідей. Технічна оцінка. Екологічна оцінка. Звіт по результатах оцінки ідей. Реалізація пропозицій про впровадження підходів більш чистого виробництва. Оцінка ходу виконання плану більш чистого виробництва. Показники прогресу. Методи аналізу даних. Література: [1] с. 99-110, 156-168; [9] с. 40-41.	<u>2</u>

<u>Завдання на СРС. Оцінка ефективності управлінських рішень з точки зору принципів більш чистого виробництва.</u>	
<u>Відвернення забруднень довкілля у виробництві.</u> Створення системи відвернення забруднення на підприємстві. Основні дії по введенню системи більш чистого виробництва. Бар'єри для системи більш чистого виробництва. Література: [1] с. 169-246; [9] с. 41-44. Завдання на СРС. Матеріальний та енергетичний баланс на підприємстві.	<u>2</u>
<u>Оцінка переваг впровадження більш чистого виробництва.</u> Порівняльна характеристика підходів до охорони навколишнього середовища. Причини виникнення та переваги стратегії більш чистого виробництва, шляхи її реалізації. Література: [1] с. 99-110, 156-168; [4] с. 3-41. Завдання на СРС. Економічні важелі впровадження принципів більш чистого виробництва.	<u>2</u>
<u>Чисті технології при використанні водних ресурсів.</u> Використання чистих технологій для економії води. Використання води в промисловості. Управління використанням води. Використання методів чистих виробництв у системах охолодження та теплопостачання, в енергетичних системах та технологічних процесах. Застосування чистих технологій в комунальних господарствах. Література: [1] с. 191-209; [7] с. 59-67. Завдання на СРС. Нові технології очищення води. Перспективи їх використання.	<u>2</u>
<u>Чисті технології як базова складова раціонального використання природних ресурсів.</u> Використання чистих технологій при виробництві та використанні енергії. Рівень використання сировини. Раціональне використання теплової та електроенергії. Повторне використання сировини та внутрішня рециркуляція при виробництві матеріальних продуктів. Утворення та утилізація токсичних відходів. Література: [1] с. 162-245; [2] с. 67-73; [9] с. 25-110. Завдання на СРС. Оцінка України з точки зору ефективності використання матеріальних ресурсів.. Теоретичні основи повторного використання відходів у паперовій технології..	<u>2</u>
МКР	2
Всього	18

Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 64 % часу вивчення освітнього компонента, включає також підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області охорони довкілля, що не ввійшли у перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компонента студент повинен навчитися визначати стратегію запобігання забрудненню довкілля та виникнення екологічно небезпечних ситуацій.

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Сучасні теорії оцінки ресурсоефективності. Теорія Гілберта. Періодизація екологічних криз та революцій. Сучасна біосферна криза. Класифікація ресурсів. Природні ресурси. Матеріальні ресурси. Ресурсоемність виробництв. Забруднення довкілля.	17

Література: [1] с. 99-148; [7] с. 26-146. Концепція сталого розвитку. Література: [1] с. 88-98; [3] с. 25-57.		
Оцінка впливу виробництва на довкілля у XX столітті. Вчення про біосферу та ноосферу. Конференції з охорони довкілля 1972 та 1992 років. Концепція сталого розвитку. Література: [1] с. 69-104. Економічна оцінка існуючих підходів до охорони довкілля. Порівняльний аналіз більш чистого та безвідходного виробництва. Аналіз повного життєвого циклу продукту. Рециркуляція відходів поза виробництвом. Оцінка промислових об'єктів з точки зору підходів більш чистого виробництва. Економічна оцінка реалізації програми більш чистого виробництва. Екологічний аудит промислових об'єктів. Оцінка ефективності управлінських рішень з точки зору принципів більш чистого виробництва. Матеріальний та енергетичний баланс на підприємстві. Економічні важелі впровадження принципів більш чистого виробництва. Література: [1] с. 42-191; [7] с. 3-44; [8] с. 3-6; [9] с. 55-92; [12] с. 25-73.		17
Шляхи реалізації принципів більш чистого виробництва. Зміни в продукті, заміна сировини. Організаційні заходи по забезпеченню ресурсозбереження. Реконструкція технологічних ліній. Оцінка України з точки зору сталого розвитку. Розробка та впровадження програми більш чистого виробництва. Теоретичні основи створення маловідходних виробництв. Шляхи їх реалізації в паперових виробництвах. Література: [1] с. 188-209; [2] с. 41-73; [9] с. 25-210. Екологічний аудит при впровадженні більш чистих виробництв. Матеріальний та енергетичний баланс. Баланс водних ресурсів на промислових об'єктах. Література: [1] с. 191-246; [9] с. 87-105.		16
Підготовка до МКР		6
ДКР		10
Екзамен		30
Всього годин		96

Індивідуальні завдання

Згідно навчального плану студент повинен виконати індивідуальне завдання у вигляді домашньої контрольної роботи (ДКР).

Самостійна робота виконує одночасно кілька освітніх функцій. По-перше, в ДКР висвітлюються в більш конкретній формі ті питання, які викладачем були розглянуті коротко; по-друге, студент отримує навички роботи з сучасною науковою літературою та вміння аналізувати певну проблему; по-третє, студент усвідомлює відповідальність за ефективність та наслідки реалізації своєї роботи.

ДКР повинна базуватися на опрацюванні джерел базової та допоміжної літератури, веб-ресурсів. Крім того, рекомендується використовувати в якості допоміжної літератури монографії, спеціальні статті, підручники для студентів ВНЗ та періодичні видання.

Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Програмний результат	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
----------------------	------------------	--

Знати на рівні новітніх досягнень основні концепції природознавства, сталого розвитку та методології наукового пізнання	<u>Лекція.</u> Визначення понять «ресурсоефективність» та «більш чисті виробництва»; <u>Лекція.</u> Глобальна екологічна криза; <u>Лекція.</u> Концепція сталого розвитку.	
Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук про довкілля	<u>Лекція.</u> Філософські аспекти ресурсоефективності.	
Уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності у професійній діяльності	<u>Лекція.</u> Філософські аспекти ресурсоефективності.	
Знати правові та етичні норми для оцінки професійної діяльності, розробки та реалізації соціально-значущих екологічних проектів в умовах суперечливих вимог	<u>Лекція.</u> Філософські аспекти ресурсоефективності.	
Демонструвати обізнаність щодо новітніх принципів та методів захисту навколишнього середовища	<u>Лекція.</u> Філософські аспекти ресурсоефективності; <u>Лекція.</u> Історія екологічних криз і революцій; <u>Лекція.</u> Глобальна екологічна криза.	
Уміти оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля	<u>Лекція.</u> Види ресурсів, їх характеристики і розподіл; <u>Лекція.</u> Ресурсоемність та вплив окремих галузей виробництва на довкілля;	<u>Семінарське заняття.</u> Вплив людини на використання природних ресурсів; <u>Семінарське заняття.</u> Вплив галузей виробництва на використання ресурсів та забруднення довкілля.
Вибирати оптимальну стратегію господарювання та/або природокористування в залежності від екологічних умов	<u>Лекція.</u> Визначення більш чистого виробництва; <u>Лекція.</u> Шляхи реалізації підходів більш чистого виробництва.	<u>Семінарське заняття.</u> Впровадження підходів більш чистого виробництва.
Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах	<u>Лекція.</u> Оцінка пріоритетів заходів по охороні довкілля.	
Уміти самостійно планувати виконання інноваційного завдання та формулювати		Індивідуальне завдання (ДКР)

висновки за його результатами		
Знати сучасні підходи до організації екологічно чистих виробництв, реорганізації та реконструкції діючих виробництв з позицій ресурсозбереження з урахуванням життєвого циклу продукту	<u>Лекція. Програма більш чистого виробництва;</u> <u>Лекція. Реалізація програми більш чистого виробництва.</u>	<u>Семінарське заняття. Програма більш чистого виробництва;</u> <u>Семінарське заняття. Відвернення забруднень довкілля у виробництві;</u> <u>Семінарське заняття. Оцінка переваг впровадження більш чистого виробництва.</u>
Користуючись науково-технічною інформацією, нормативними документами, професійними знаннями, застосовувати методи управління технологічними процесами, устаткуванням, які забезпечують захист водних об'єктів, атмосфери, ґрунтів та надр від забруднення і шкідливих впливів	<u>Лекція. Використання енергії у виробництві. Реалізація принципів більш чистого виробництва;</u> <u>Лекція. Раціональне використання теплової та електроенергії;</u> <u>Лекція. Раціональне використання води в промисловості;</u> <u>Лекція. Безстічні водоциркуляційні системи охолодження;</u> <u>Лекція. Раціональне використання природних ресурсів в гальванічних виробництвах;</u> <u>Лекція. Реалізація підходів більш чистого виробництва при виробництві паперу та картону.</u>	<u>Семінарське заняття. Чисті технології при використанні водних ресурсів;</u> <u>Семінарське заняття. Чисті технології як базова складова раціонального використання природних ресурсів.</u>

Політика та контроль

6. Політика освітнього компонента

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з освітнього компонента або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:

- <https://www.udemy.com/course/introduction-sustainable-development-goals/>;
- <https://thehaqueacademy.com/blog/2020/03/climate-adaptation-and-local-resilience-2/>;
- <https://www.coursera.org/learn/air-pollution-health-threat>;
- <https://www.coursera.org/learn/water>;
- <https://www.coursera.org/learn/problem-solving>.

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

Штрафні бали в рамках навчальної освітнього компонента не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з освітнього компонента або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем)

каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях. При використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з освітнього компонента згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад.год	Лекц.	Семін.	Л/р	СРС+екз	МКР	ДКР	Семестрова атестація
2	5	150	36	18	--	96	1	1	екзамен

Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:

1. три контрольні роботи (запланована за робочим планом МКР поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин);
2. три відповіді на семінарських заняттях;
3. виконання ДКР;
4. відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Модульні контрольні роботи

Ваговий бал за одну роботу – 10 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 10 балів x 3 роботи = 30 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь	10
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	8-9
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи ознак	6 – 7
Відповідь поверхнева без належного аналізу параметрів	4 – 5

<i>Відповідь поверхнева без повного розуміння суті, без аналізу параметрів, неповні висновки</i>	<i>1 – 3</i>
<i>Контрольна робота не зараховане</i>	<i>0</i>

2. Відповіді при опитуванні на семінарських заняттях.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх семінарських заняттях дорівнює: 5 бали x 3 відповіді = 15 балів

Критерії оцінювання відповідей

<i>Повнота та ознаки відповіді</i>	<i>Бали</i>
<i>Повна відповідь на запитання</i>	<i>5</i>
<i>Відповідь не достатньо повна (не наведено 1-2 параметрів)</i>	<i>4</i>
<i>У відповіді не наведено 1-2 параметри чи показники, не чітко пояснено зв'язок параметрів</i>	<i>3</i>
<i>Відповідь не повна, не пояснено зв'язок окремих параметрів</i>	<i>2</i>
<i>Відповідь поверхнева без наведення конкретних умов, фактів, немає висновків</i>	<i>1</i>
<i>Відповідь не зарахована</i>	<i>0</i>

3. Виконання ДКР.

Виконання ДКР максимальний ваговий бал – 15.

Критерії оцінювання ДКР

<i>Бал</i>	<i>Повнота відповіді</i>
<i>14-15</i>	<i>Своєчасне повне виконання ДКР, правильність застосування методів розрахунку, якісної і кількісної оцінки отриманих результатів, обґрунтування рекомендацій щодо подальших природоохоронних заходів, якісне оформлення роботи.</i>
<i>9-13</i>	<i>Незначні недоліки за пунктом 1. Несвоєчасне виконання ДКР.</i>
<i>2-8</i>	<i>Роботу виконано не в повному обсязі, суттєві недоліки у представленій роботі</i>
<i>0-1</i>	<i>Роботу виконано поверхнево, ДКР не зараховано</i>

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з освітнього компонента складає:

$$R_C = 30 + 15 + 15 = 60 \text{ балів}$$

Складова екзамену шкали дорівнює 40 % від R:

$$R_E = 40 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала з освітнього компонента складає:

$$R = R_C + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх модульних контрольних робіт та відповідей на практичних заняттях і стартовий рейтинг не менше 31 балів.

За результатами навчальної роботи перед першою атестацією «ідеальний студент» має набрати 30 балів. На першій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 14 балів.

За результатами навчальної роботи перед другою атестацією «ідеальний студент» має набрати 60 балів. На другій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 31 бали.

На екзамені студенти дають відповідь на питання екзаменаційного білета. Кожний екзаменаційний білет містить 4 питання. Кожне питання оцінюється у 10 балів. Система оцінювання питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;*

- «дуже добре», повна відповідь (не менше 85% потрібної інформації) – 9-8 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) – 7-6 бал;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки) – 5-4 балів;
- «достатньо», повна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 3-2 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 1-0 балів.

Сума стартових балів і балів за відповідь на екзамені переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.

$R = R_C + R_E$	Університетська шкала
95...100 балів	Відмінно
85...94 балів	Дуже добре
75...84 балів	Добре
65...74 балів	Задовільно
60...64 балів	Достатньо
$R < 60$ балів	Незадовільно
Якщо $r_c < 31$ балів або не виконані інші умови допуску до заліку	Не допущено

8. Додаткова інформація з освітнього компонента

Приблизний перелік питань до контрольних робіт

Частина 1

Варіант 1.

1. Ресурси і ресурсоефективність.
2. Критерії визначення ресурсоефективності.
3. Періодизація екологічних криз і революцій.

Варіант 2.

1. Ресурсоефективність і сталий розвиток цивілізацій.
2. Підвищення якості життя та зниження рівня забруднення довкілля за рахунок ресурсоефективності.
3. Сучасні глобальні екологічні кризи і революції.

Варіант 3.

1. Наслідки неефективного використання природних ресурсів на Україні.
2. Ресурсоефективність та економія фінансових коштів, їх багаторазове використання.
3. Усвідомлення негативних наслідків техногенної діяльності до початку XX століття.

Варіант 4.

1. Загальна оцінка ресурсоефективності.
2. Ресурсоефективність та активізація бізнесу, підвищення безпеки.
3. Погіршення стану довкілля до середини XX ст.

Варіант 5.

1. Ресурсоефективність. Перша теорема Гілберта.
2. Забезпечення рівності і зайнятості завдяки ресурсоефективності.
3. Усвідомлення проблеми забруднення довкілля у 50-і - 70-і роки XX ст.

Варіант 6.

1. Ресурсоефективність. Друга теорема Гілберта.
2. Між- та трансдисциплінарні підстави для дослідження ресурсоефективності.
3. Стокгольмська конференція з охорони довкілля 1972 р.

Варіант 7.

1. Індекс стійкості економічного добробуту.
2. Аксіологія ресурсоефективності.

3. Концепція сталого розвитку.

Варіант 8.

1. Інтенсивність негативного впливу людини на довкілля.
2. Ресурсоефективність в контексті історичного і соціального розвитку.
3. Основні документи і установки КОСР-2 1982 року в Ріо-де Жанейро.

Варіант 9.

1. Поняття екологічного сліду.
2. Екологічні кризи і революції стародавньої людини.
3. Інтегрований підхід до управління ресурсами для здійснення стратегії сталого розвитку.

Варіант 10.

1. Індекс доходів від праці і капіталу.
2. Загальний характер розвитку кризових ситуацій в системі «людина-біосфера».
3. Наведіть загальні ознаки глобальної екологічної кризи. Опишіть активізацію планетарних геологічних сил.

Частина 2

Варіант 1.

1. Опишіть вплив електроенергетики на довкілля.
2. Класифікація ресурсів.
3. Опишіть рециркуляцію відходів поза виробництвом. Охарактеризуйте переробку відходів.

Варіант 2.

1. Охарактеризуйте вплив чорної та кольорової металургії на довкілля.
2. Природні та матеріальні ресурси. Їх класифікація.
3. Споживання ресурсів у просторі і часі.

Варіант 3.

1. Охарактеризуйте вугільну промисловість та її вплив на навколишнє середовище.
2. Трудові та фінансові ресурси.
3. Взаємозамінність ресурсів.

Варіант 4.

1. Охарактеризуйте нафтодобувну, нафтохімічну та нафтопереробну промисловість та їх вплив на довкілля.
2. Класифікація штучних ресурсів.
3. Взаємозамінність ресурсів.

Варіант 5.

1. Охарактеризуйте вплив машинобудування на довкілля.
2. Штучні матеріальні ресурси.
3. Основні етапи та напрямки охорони довкілля.

Варіант 6.

1. Охарактеризуйте вплив на довкілля сільського та комунального господарства.
2. Нематеріальні послуги.
3. Концепція безвідходного виробництва.

Варіант 7.

1. Обґрунтуйте зменшення поточних витрат при впровадженні системи БЧВ.
2. Оцінка ресурсоефективності галузей торгівлі, харчування та побутового обслуговування.
3. Наведіть хронологію прийняття головних міжнародних документів стосовно сталого розвитку.

Частина 3

Варіант 1.

1. Стратегія запобігання забрудненню довкілля.

2. Переробка відходів.
3. Ініціювання програми БЧВ.

Варіант 2.

1. Визначення поняття більш чистого виробництва.
2. Система пріоритетів заходів по ОНС.
3. Мета та задачі програми БЧВ.

Варіант 3.

1. Причини виникнення концепції БЧВ.
2. Зменшення поточних витрат при впровадженні БЧВ.
3. Екологічний аудит при розробці програми БЧВ.

Варіант 4.

1. Основні напрямки впровадження БЧВ.
2. Переваги БЧВ.
3. Фінансове забезпечення програми БЧВ.

Варіант 5.

1. Рециркуляція відходів поза виробництвом.
2. Економічні переваги БЧВ.
3. Оцінка ходу реалізації плану програми БЧВ. Показники для оцінки ефективності реалізації програми БЧВ.

Приблизний перелік питань на екзамен

1. Ресурси і ресурсоефективність.
2. Ресурсоефективність і сталий розвиток цивілізацій.
3. Наслідки неефективного використання природних ресурсів на Україні.
4. Загальна оцінка ресурсоефективності.
5. Ресурсоефективність. Перша теорема Гілберта.
6. Ресурсоефективність. Друга теорема Гілберта.
7. Індекс стійкості економічного добробуту.
8. Інтенсивність негативного впливу людини на довкілля.
9. Поняття екологічного сліду.
10. Індекс доходів від праці і капіталу.
11. Критерії визначення ресурсоефективності.
12. Підвищення якості життя та зниження рівня забруднення довкілля за рахунок ресурсоефективності.
13. Ресурсоефективність та економія фінансових коштів, їх багаторазове використання.
14. Ресурсоефективність та активізація бізнесу, підвищення безпеки.
15. Забезпечення рівності і зайнятості завдяки ресурсоефективності.
16. Між- та трансдисциплінарні підстави для дослідження ресурсоефективності.
17. Аксиологія ресурсоефективності.
18. Ресурсоефективність в контексті історичного і соціального розвитку.
19. Екологічні кризи і революції стародавньої людини.
20. Загальний характер розвитку кризових ситуацій в системі «людина-біосфера».
21. Періодизація екологічних криз і революцій.
22. Сучасні глобальні екологічні кризи і революції.
23. Усвідомлення негативних наслідків техногенної діяльності до початку XX століття.
24. Погіршення стану довкілля до середини XX ст.
25. Усвідомлення проблеми забруднення довкілля у 50-і - 70-і роки XX ст.
26. Стокгольмська конференція з охорони довкілля 1972 р.
27. Концепція сталого розвитку.
28. Основні документи і установки КОСР-2 1982 року в Ріо-де-Жанейро.
29. Інтегрований підхід до управління ресурсами для здійснення стратегії сталого розвитку.

30. Наведіть загальні ознаки глобальної екологічної кризи. Опишіть активізацію планетарних геологічних сил.
31. Опишіть вплив електроенергетики на довкілля.
32. Охарактеризуйте вплив чорної та кольорової металургії на довкілля.
33. Охарактеризуйте вугільну промисловість та її вплив на навколишнє середовище.
34. Охарактеризуйте нафтодобувну, нафтохімічну та нафтопереробну промисловість та їх вплив на довкілля.
35. Охарактеризуйте вплив машинобудування на довкілля.
36. Охарактеризуйте вплив на довкілля сільського та комунального господарства.
37. Обґрунтуйте зменшення поточних витрат при впровадженні системи БЧВ.
38. Класифікація ресурсів.
39. Природні та матеріальні ресурси. Їх класифікація.
40. Трудові та фінансові ресурси.
41. Класифікація штучних ресурсів.
42. Штучні матеріальні ресурси.
43. Нематеріальні послуги.
44. Оцінка ресурсоефективності галузей торгівлі, харчування та побутового обслуговування.
45. Опишіть рециркуляцію відходів поза виробництвом. Охарактеризуйте переробку відходів.
46. Споживання ресурсів у просторі і часі.
47. Взаємозамінність ресурсів.
48. Взаємозамінність ресурсів.
49. Основні етапи та напрямки охорони довкілля.
50. Наведіть хронологію прийняття головних міжнародних документів стосовно сталого розвитку.
51. Стратегія запобігання забрудненню довкілля.
52. Визначення поняття більш чистого виробництва.
53. Причини виникнення концепції БЧВ.
54. Основні напрямки впровадження БЧВ.
55. Рециркуляція відходів поза виробництвом.
56. Переробка відходів.
57. Система пріоритетів заходів по ОНС.
58. Економічні переваги БЧВ.
59. Зменшення поточних витрат при впровадженні БЧВ.
60. Переваги БЧВ.
61. Ініціювання програми БЧВ.
62. Мета та задачі програми БЧВ.
63. Екологічний аудит при розробці програми БЧВ.
64. Фінансове забезпечення програми БЧВ.
65. Оцінка ходу реалізації плану програми БЧВ. Показники для оцінки ефективності реалізації програми БЧВ.
66. Наведіть загальну характеристику структури промислового техногенезу.
67. Наведіть загальні ознаки глобальної екологічної кризи.
68. Наведіть хронологію прийняття головних міжнародних документів стосовно сталого розвитку.
69. Охарактеризуйте декларацію Ріо-де-Жанейро 1992 р. по навколишньому середовищу і розвитку.
70. Наведіть зміст 1-го розділу „Порядку денного на 21 століття” (Соціальні та економічні аспекти).
71. Наведіть зміст 2-го розділу „Порядку денного на 21 століття” (Збереження і раціональне використання ресурсів з метою розвитку).
72. Наведіть зміст 3-го розділу „Порядку денного на 21 століття” (Посилення ролі основних груп населення).

73. Наведіть зміст 4-го розділу „Порядку денного на 21 століття” (Засоби реалізації).
74. Наведіть еволюцію підходів з охорони навколишнього середовища.
75. Поясніть поняття концепція безвідходного виробництва.
76. Використання енергії у виробництві.
77. Підвищення ефективності функціонування систем виробництва пари.
78. Оцініть фактори, що визначають ефективність утворення теплової енергії.
79. Порівняйте параметри різних видів палива.
80. Визначте критерії ефективного функціонування парових систем.
81. Обґрунтуйте доцільність утилізації енергії продуктів згорання (димових газів).
82. Визначте напрямки підвищення ефективності використання систем розподілу пари.
83. Наведіть критерії підвищення ефективності використання теплової енергії в теплообмінному обладнанні.
84. Наведіть основні підходи підвищення ефективності використання пари в процесах сушіння та випаровування.
85. Оцінка вкладу в енергозбереження ефективного використання електроенергії в електродвигунах.
86. Наведіть рекомендації ефективного використання електроенергії при експлуатації насосів та компресорів.
87. Виберіть напрямки ефективного використання електроенергії при охолодженні, замороженні, освітленні.
88. Проаналізуйте загальні положення використання води в промисловості.
89. Дайте оцінку сучасних підходів управління водоспоживанням.
90. Опишіть підходи раціонального використання води в контактних процесах.
91. Обґрунтуйте доцільність рециркуляції води в межах виробництва.
92. Дайте оцінку рециркуляції води при використанні локальних очисних споруд.
93. Наведіть рекомендації раціонального використання води в неконтактних процесах.
94. Обґрунтуйте доцільність створення замкнутих систем водокористування.
95. Наведіть технологію отримання паперу та картону. Охарактеризуйте застосування принципів БЧВ в даній галузі виробництв.
96. Обґрунтуйте використання локальних очисних споруд на паперових виробництвах. Обґрунтуйте доцільність повторного використання води в даних виробництвах.

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено проф., д.т.н., Гомеля М.Д.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 17 від 29.05.2025р.)

Погоджено методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 27.06.2025р)