



Біогеохімія

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	Перший (освітньо-професійний)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітня програма	Екологічна безпека
Статус освітнього компонента	Вибірковий
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг освітнього компонента	4 кредити ЕКТС (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shabliij-tetyana-oleksandrivna.html Лабораторні: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shabliij-tetyana-oleksandrivna.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4194

Програма освітнього компонента

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

Відомо, що в основі процесів, які обумовлюють сучасний стан біосфери, полягають хімічні перетворення речовин в літосфері, гідросфері, атмосфері та живих організмах. Предметом вивчення біогеохімії є процес перетворення хімічних сполук природного та антропогенного походження у довкіллі. Біогеохімія базується на основних законах і поняттях класичної хімії, але об'єкти досліджень знаходяться в біосфері. Незважаючи на те, що біогеохімія є відносно молодю областю знань, на сьогоднішній день вона інтенсивно розвивається. Однією з важливіших проблем, які стоять перед людством, є захист навколишнього середовища. Задача біогеохімії полягає в розробці та вдосконаленні методів виявлення та визначення антропогенних забруднень, вивчення та модулювання хімічних реакцій, які протікають в атмосфері, гідросфері та літосфері, з метою створення безвідходних та маловідходних хімічних виробництв, розробці способів знезараження та утилізації промислових та побутових відходів.

Предмет освітнього компонента «Біогеохімія» – процеси колообігу та перетворення хімічних речовин між навколишнім середовищем і живими організмами, оцінка механізмів впливу забруднень довкілля на живі організми.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження природних екосистем фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати поставлені задачі щодо зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

Мета освітнього компонента «Біогеохімія»

Метою освітнього компонента є посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук;
- Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища;

- Здатність застосовувати сучасні методи та засоби контролю стану атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів та біоти, визначати рівень забрудненості природних та промислових матеріалів радіоактивними елементами, володіти методиками оцінки впливу несприятливих факторів на живі організми, визначати адаптивні можливості людського організму в умовах середовища.

1.2. Основні завдання освітнього компонента.

Після засвоєння освітнього компонента студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування;

- Проводити оцінку стану довкілля, визначати рівень впливу підприємства (виробництва) на навколишнє середовище, визначати основні забруднювачі довкілля даного підприємства (виробництва);

- Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати;

- Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

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

Вивчення освітнього компонента «**Біогеохімія**» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом вивчення наступних дисциплін: «Хімія з основами біогеохімії», «Геологія з основами геоморфології», «Біологія», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Загальна екологія», «Аналітична хімія».

Освітній компонент «Біогеохімія» забезпечує освітні компоненти «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Техноекологія».

3. Зміст освітнього компонента

Розділ 1: Хімічні перетворення та еволюційні процеси на Землі.

Тема 1. Вступ до дисципліни.

Розділ 2: Фізико-хімічні процеси в гідросфері.

Тема 2. Склад гідросфери. Колообіг води в природі.

Тема 3. Формула та ізотопний склад води. Конденсований склад води.

Тема 4. Хімічний склад природних вод. Умови його формування.

Тема 5. Розчинність та розповсюдженість макрокомпонентів в природних водах.

Тема 6. Склад та походження розчинених газів у природних водах.

Тема 7. Органічні речовини, біогенні елементи та мікроелементи в природних водах.

Тема 8. Вуглекислотна рівновага в природних водах.

Розділ 3: Фізико-хімічні процеси в атмосфері.

Тема 9. Будова атмосфери. Температурний профіль атмосфери.

Тема 10. Космічні промені в атмосфері. Процеси утворення іонів у верхніх шарах атмосфери.

Тема 11. Озоновий шар планети.

Тема 12. Утворення радикалів в атмосфері.

Тема 13. Фотохімічний смог.

Тема 14. Дисперсні системи в атмосфері.

Розділ 4: Органічні сполуки в педосфері.

Тема 15. Перетворення органічної речовини в ґрунті.

Розділ 5: Міграція та перетворення хімічних елементів у довкіллі.

Тема 16. Види міграцій речовин.

Тема 17. Геохімічні бар'єри.

Розділ 6: Біогеохімічні функції живої речовини.

Тема 18. Основні групи біогеохімічних функцій живої речовини.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Богатиренко В. А. , Чорний І. Б., Нестеровський В. А. Хімія Землі: Навчальний посібник / К.: Кондор-Видавництво, 2015. – 568 с.
2. Мітрясова О. П.. Хімія з основами біогеохімії: навчальний посібник / К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 384 с.
3. Мислюк О.О. Основи хімічної екології: Навч. пос. / К.: Кондор-Видавництво, 2015. – 660 с.
4. Мислюк О.О. Практикум з хімічної екології: Навч. пос. / К.: Кондор-Видавництво, 2015. – 304 с.

Допоміжна

1. Трохимчук І.М., Плюта Н.В., Логвиненко І.П., Сачук Р.М. Біотехнологія з основами екології: навчальний посібник / К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 304 с.
2. Бардов В. Г., Федоренко В. І., Білецька Е. М. та ін. Основи екології: Підручник / Видавництво: Нова книга, 2013 р. – 424 ст.
3. Шаблій Т.О., Крисенко А.Д., Крисенко Т.В., Сербіна Р.В. Основи біогеохімії: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. К.:ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – Ч.1: Визначення характеристик якості природних вод. – 44 с.
4. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів. Навчальний посібник. К.: «КНТ», 2007. – 228 с.
5. Клименко М.О., Кнорр Н.В., Пилипенко Ю.В. Моніторинг довкілля: Практикум. - К.: Кондор, 2010. - 286 с.
6. Бедрій Я.І., Канарський Ю. Екологія довкілля. Охорона природи: Навч. пос. - К.: Кондор, 2015. - 306 с.
7. Вишневецький В.І. Малі річки Києва, К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 84 с.
8. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища К.: Либідь, 1996г.
9. Radovenchyk V. Development of air quality monitoring system in Kyiv on the way of modernization environmental safety of sustainable development / V. M. Radovenchyk, O. I. Ivanenko, T. O. Shabliy, T. V. Krysenko, I. V. Radovenchyk // IOP Series: Earth and environmental science. 2022. P. 1-10.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
2. Інтерактивна мапа забрудненості річок в Україні – <https://texty.org.ua/water/>
3. Бібліотека ім. В.І. Вернадського – www.nbuv.gov.ua
4. Екологічний портал України – <http://www.ecolog.org.ua/>
5. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського –

ELAKPI URL: <https://ela.kpi.ua/>

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента «Біогеохімія», 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 в області сучасних уявлень про хімічні, біологічні процеси, що проходять у навколишньому середовищі;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
1	Походження Землі та виникнення життя на Землі. Предмет освітнього компонента "Біогеохімія". Теорії виникнення Землі. Поняття про геосферу. Первинні та вторинні джерела енергії на Землі. Умови, які зумовили появу, та етапи зародження і розвитку життя на Землі. Теорія Опаріна. Література: (1). СРС - Властивості Землі та їхнє екологічне значення.	2
2	Склад гідросфери. Колообіг води в природі. Водні ресурси України. Література: (2). СРС - Інтенсивність водної міграції хімічних елементів.	2
3	Склад та структура води Формула та ізотопний склад води. Енергія та теплота утворення води. Розміри та формула молекули. Конденсований склад води. Аномальні фізико-хімічні властивості. Література: (1). СРС - Типи льоду.	2
4	Склад природних вод Хімічний склад природних вод та фактори, що його визначають. Способи вираження концентрацій домішок. Формування хімічного складу. Компоненти складу природних вод та їх класифікація. Література: (5д), (7д), (8д). СРС - Процеси самоочищення води.	2
5	Головні компоненти в природних водах Форми у розчині. Розчинність та розповсюдженість головних компонентів природних вод. Література: (1), (8д). СРС – Форми представлення концентрацій речовин у водних середовищах.	2

6	<i>Розчинені гази в природних водах</i> Склад та походження розчинених газів у природних водах. Розчинність газів: кисень, вуглець. Редокс потенціал в розчинах ПВ. Література: (2), (3). СРС – Вплив розчиненого кисню та вуглекислого газу на агресивність води.	2
7	Органічні речовини, біогенні елементи, мікроелементи в природних водах Визначення та способи оцінки вмісту органічних речовин в природних водах. Джерела утворення органічних речовин, концентрація органічних речовин в природних водах. Біогенні та мікроелементи в ПВ. Література: (1), (1d). СРС – Форми знаходження органічних речовин в природних водах.	2
8	Стабільність води Вуглекислотна рівновага в природних водах. Агресивний та вільний двоокис вуглецю у воді. Агресивна дія води на бетон. Література: (1). СРС – Безреагентне забруднення водойм.	2
9	Будова та склад атмосфери Хімічний склад атмосфери. Вода в атмосфері та її значення. Природні компоненти повітря та джерела їх утворення: біологічні, геохімічні, атмосферні. Будова атмосфери. Температурний профіль атмосфери. Атмосферні циркуляції. Література: (3). СРС - Фактори антропогенного впливу на клімат.	2
10	Процеси в верхніх шарах атмосфери Природні радіонукліди. Космічні промені в атмосфері. Процеси утворення іонів в верхніх шарах атмосфери. Література: (2), (3). СРС – Сонячна радіація.	2
11	Озоновий шар планети Озоновий шар планети. Утворення та розкладання озону. Вплив оксидів азоту та галагенопохідних вуглеводів на нульовий цикл озону. Література: (2), (3). СРС – Значення озону для біосфери.	2
12	Органічні сполуки в атмосфері Гідроксильний та гідропероксидний радикали. Фотохімічне окислення метану. Бензол та його гомологи в атмосфері. Альдегіди в атмосфері. Фотохімічний смог. Література: (3). СРС – Антропогенне та природне забруднення атмосферного повітря.	2
13	Аерозолі Дисперсні системи в атмосфері. Походження аерозольних часток. Розподіл часток за розміром. Література: Література: (1), (6d). СРС – Влив аерозолів на представників біоти	2
14	Органічна речовина в ґрунті. Характеристика педосфери Органічна речовина в ґрунті. Білки. Вуглеводи. Лігнін. Жири. Гумінові речовини. Гумус. Біогеохімія педосфери. Гази педосфери. Література: (2d). СРС - Стадії літогенезу.	2
15	Міграція речовин	2

	<i>Механічна міграція речовин. Фізико-хімічні міграції речовин. Фактори фізико-хімічної міграції. Внутрішні фактори міграції: електростатичні властивості іонів, форма, у якій перебуває елемент, його хімічні властивості. Зовнішні фактори міграції: температурний режим, тиск, кислотно-основні умови середовища, окислювально-відновлювальні умови. Інтенсивність міграції і класифікація елементів по особливостях міграції. Біогенна міграція речовин.</i> <i>Література: (1), (3), (4).</i> <i>СРС – Форми концентрації хімічних елементів у живій речовині. Хімічний склад літосфери і живої речовини. Правило Оддо-Гаркінса. Правило Ферсмана</i>	
16	Геохімічні бар'єри <i>Інтенсивність біологічного поглинання. Геохімічні бар'єри: механічні, фізико-хімічні, біогеохімічні. Показники геохімічних бар'єрів.</i> <i>Література: (1), (3), (6д).</i> <i>СРС – Біогеохімічне районування. Іонний і осадовий стоки як складова частина кругообігів. Біогеохімічні ендемії.</i>	2
17	Основні групи біогеохімічних функцій живої речовини <i>Поняття про біогеохімічні функції й біогеохімічні принципи живої речовини. Основні групи біогеохімічних функцій живої речовини: газові, концентраційні, окислювально-відновлювані, біохімічні, біогеохімічні функції людини.</i> <i>Література: (1), (3), (6д)..</i> <i>СРС – Життя і його біогеохімічні властивості (за В.І. Вернадським)..</i>	2
18	Організми-концентратори <i>Різновиди концентрації хімічних елементів живою речовиною. Групи організмів-концентраторів.</i> <i>Література: (1), (3), (6д)..</i> <i>СРС – Тварини-біоіндикатори хімічного забруднення середовища.</i>	2
	Всього годин	36

Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавр з екології. Метою лабораторних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Визначення основних органолептичних показників води	2
2	Визначення колірності води	2
3	Визначення каламутності та прозорості води	2
4	Визначення мінералізації води	4
5	Визначення лужності та кислотності води	4
6	Визначення жорсткості води	4
7	Визначення активної реакції води	2
8	Визначення перманганатної окиснюваності води	4
9	Визначення агресивності води	6
10	Визначення концентрацій вільного та агресивного двоокисів вуглецю за номограмами	4
11	Контрольна робота з розділів 1-6	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 40 % часу вивчення освітнього компонента, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли 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 навчатися глибоко аналізувати сучасні знання щодо перетворення хімічних сполук природного та антропогенного походження в умовах довкілля.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Хімічні перетворення та еволюційні процеси на Землі		
1	Властивості Землі та їхнє екологічне значення. Література: (1).	1
Розділ 2. Фізико-хімічні процеси в гідросфері		
2	Інтенсивність водної міграції хімічних елементів. Література: (4д), (5д). Типи льоду. Література: (2д). Форми знаходження органічних речовин в природних водах. Література: (4), (8д). Процеси самоочищення води. Література: (1д), (3). Вплив розчиненого кисню та вуглекислого газу на агресивність води. Література: (6д). Безреагентне забруднення водою. Література: (5д), (7). Форми представлення концентрацій речовин у водних середовищах. Література: (8д).	24
Розділ 3. Фізико-хімічні процеси в атмосфері		
3	Фактори антропогенного впливу на клімат. Література: (5д). Сонячна радіація. Література: (1). Антропогенне та природне забруднення атмосферного повітря. Література: (5д). Значення озону для біосфери. Література: (3) Влив аерозолів на представників біоти. Література: Література: (5д).	5
Розділ 4. Органічні сполуки в педосфері		
4	Стадії літогенезу. Література: (1).	1
Розділ 5 Міграція та перетворення хімічних елементів у довкіллі		
5	Біогеохімічне районування. Література: (3), (6д). Форми концентрації хімічних елементів у живій речовині. Література: (3), (4д). Іонний і осадовий стоки як складова частина кругообігів. Література: (1)	5

	Хімічний склад літосфери і живої речовини. Правило Оддо-Гаркінса. Правило Ферсмана. Література: (1). Біогеохімічні ендемії. Література: (1d).	
Розділ 6 Біогеохімічні функції живої речовини		
6	Життя і його біогеохімічні властивості (за В.І. Вернадським). Література: (1). Тварини-біоіндикатори хімічного забруднення середовища. Література: (1).	2
7	Підготовка до заліку	5
8	Підготовка до МКР	5
Всього годин		48

Політика та контроль

7. 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 дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
- <https://www.coursary.com/course/water-quality-and-the-biogeochemical-engine-KZz04c8a?fromfld=lpads&req=wst&refsrc=qq>
- <https://ru.coursera.org/learn/global-warming>
- <https://ru.coursera.org/learn/chemicals-health>
- <https://alison.com/courses/diploma-in-environmental-quality-monitoring-and-analysis/content>

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

- штрафні бали в рамках 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>

8. 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.	Практ.	Л/р	СРС	МКР	КР	Семестрова атестація
4	4	120	36	-	36	48	1	--	залік

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

- три контрольних роботи (МКР поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин),
- роботу на 7 лабораторних заняттях.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

- Модульні контрольні.

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:

10 балів x 3 роботи = 30 балів

Завдання контрольної роботи складається з тестових питань (20 од.) до відповідних розділів силабусу освітнього компонента.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється в 0,5 балів.

- Робота на лабораторних заняттях.

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах дорівнює:

10 балів x 7 л/р = 70 балів

Критерії оцінювання знань студентів

Бал	Повнота відповіді
10	Своєчасне повне виконання л/р, проведення розрахунків за даними експерименту, оформлення та захист л/р
8-9	Незначні недоліки за пунктом 1
7	Несвоєчасний захист л/р, несвоєчасне виконання л/р,
6	Несвоєчасне виконання л/р, недоліки в розрахунках та оформленні л/р
0	Лабораторна робота не зарахована

Таким чином, рейтингова шкала з освітнього компонента складає:

$$R=10*3+10*7=100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи перед першою атестацією «ідеальний студент» має набрати 40 балів. На першій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи перед другою атестацією «ідеальний студент» має набрати 90 балів. На другій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 45 балів.

Максимальна сума балів за семестр складає 100. Для отримання заліку з освітнього компонента потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу (тест). При цьому бали, що були отримані студентом протягом семестру, скасовуються. Тобто застосовується «жорсткий» підхід до заліку.

Кожне питання тесту (100 од.) оцінюється в 1 бал.

Рейтингова шкала з дисципліни

<i>Бали</i>	<i>Університетська шкала</i>
<i>95...100 балів</i>	<i>Відмінно</i>
<i>85...94 балів</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>75...84 балів</i>	<i>Добре</i>
<i>65...74 балів</i>	<i>Задовільно</i>
<i>60...64 балів</i>	<i>Достатньо</i>
<i>R<60 балів</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Якщо $r_c < 20$ балів або не здано всі лабораторні роботи</i>	<i>Недопущено</i>

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено проф., д.т.н., Шаблій Т.О.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 4 від 08.10.2025 р.).

Погоджено методичною комісією ФАПІЕ (протокол № 2 від 15.10.2025 р.).