



Фізика. Частина 1. Механіка. Молекулярна фізика. Електрика і магнетизм

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G 11 Машинобудування
Освітня програма	Інжиніринг обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів (180 годин); 30 годин лекцій; 30 годин практик; 14 годин лабораторних робіт; СРС-106 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / поточні КР, захист лабораторних робіт, РГР, МКР
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Чижська Тетяна Григорівна, ст. викл. каф. ЗФ та МФП, ФМФ Практичні / Семінарські: каф. ЗФ та МФП, ФМФ Лабораторні: каф. ЗФ та МФП, ФМФ.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6812

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Курс фізики є фундаментальною основою для вивчення цілого ряду дисциплін професійної та практичної підготовки інженерів різних напрямів підготовки. В процесі вивчення дисципліни «Фізика» студенти набудуть ґрунтовне розуміння законів природи, покладених в основу інженерних рішень при вирішенні виробничих завдань.

Мета навчальної дисципліни

Фізика є однією з основних природничо-наукових дисциплін, в яких вивчаються закони неживої природи. Під природничими науками сьогодні можна розуміти ті галузі знань, в яких може бути проведений експеримент для підтвердження припущень і моделей, висунених теорією і проведених дослідів. Еволюція розвитку природничих наук дозволила істотно розширити цим наукам методологію досліджень порівняно з філософією, частиною якої вони були, і перетворити їх із споглядальних в експериментальні.

В класичних курсах фізики студенти вивчають закони природи, які є основою переважної більшості інженерних та технічних дисциплін, які нині є в самостійними областями досліджень та практики.

Метою вивчення дисципліни «Фізика» є формування у майбутніх фахівців стійких знань з законів природи, уміння використовувати отримані знання при подальшому вивченні спеціальних дисциплін, а також у майбутній професійній діяльності.

При вивченні відбувається формування наступних **загальних компетентностей**:

ЗК01 - Здатність до абстрактного мислення.

Після засвоєння навчальної дисципліни «Фізика» студент повинен **знати та вміти використовувати** знання законів неживої природи на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, зокрема, тих, що лежать в основі дисциплін фахового спрямування: механіки, термодинаміки та ін.

Формуються наступні **фахові компетентності**:

ФК01 - Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування;

ФК02 - Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

Програмні результати навчання:

ПРН01 - Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

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

Дисципліна базується на знаннях з фізики та математики, засвоєних в рамках загальної середньої освіти. Вивчення курсу передбачає використання навичок з теорії і техніки експерименту та математичних навичок, що набуваються за паралельного вивчення математичних дисциплін. Необхідним елементом при вивченні дисципліни є оволодіння понятійним та математичним апаратом математичного аналізу, аналітичної геометрії, лінійної алгебри та векторного аналізу. Окремі питання вимагають вміння розв'язання найпростіших диференціальних рівнянь, що вивчають у рамках дисципліни «Вища математика».

Набуті знання та уміння при подальшому навчанні будуть застосовуватися при вивченні дисциплін електротехніка, електроніка та електромеханіка та ще ряду дисциплін з циклу професійної підготовки.

3. Зміст навчальної дисципліни

Курс «Фізика» вивчається в двох семестрах. В першому семестрі вивчається перша частина курсу «Фізика. Частина 1. Механіка. Молекулярна фізика. Електрика і магнетизм». Вона складається з наступних розділів:

Розділ 1. Механіка

Розділ 2. Молекулярна фізика

Розділ 3. Електрика

Розділ 4. Магнетизм

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Лекції з механіки : навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей університетів / В. М. Дубовик, В. М. Сухов. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 312 с.
2. Вакалюк, Василь Михайлович. Курс загальної фізики : навчальний посібник / В.М. Вакалюк, А.В. Вакалюк ; Міністерство освіти і науки України, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. – Ч.1.
3. Гапченко, Світлана Дмитрівна. Механіка : навчально-методичний посібник для самостійної роботи з дисципліни "Фізика" : для студентів технічних спеціальностей / С.Д. Гапченко ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет "ХПІ". — Харків : ТОВ "В Справі", 2021. — 115 с.
4. Авдонін, Костянтин Вікторович. Фізика : навчальний посібник / К.В. Авдонін, О.В. Ковальчук ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет технологій та дизайну. - Київ : КНУТД, 2021. - частини : рисунки, таблиці.
5. Бригінець В.П., Подласов С.О. Загальна фізика. Інтернет-ресурс за адресою <http://physics.zfftt.kpi.ua> вивчати рекомендовані розділи
6. Лабораторні роботи з курсу ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ. Інтернет-ресурс за адресою <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/page/view.php?id=540> вивчати відповідно до графіка виконання лабораторних робіт
7. Теорія похибок та обробка результатів вимірювань у фізичній лабораторії (вивчати повністю) <https://zfftt.kpi.ua/images/books/TheorOfErrors.pdf>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Рекомендації щодо засвоєння: Опрацювання лекційного матеріалу (відеолекції та лекції в pdf форматі надаються в курсі [«Фізика. Частина 1. Механіка. Молекулярна фізика. Електрика і магнетизм»](#)).

№ п/п	Теми лекцій, перелік основних питань
Розділ 1. Механіка	
1	Організаційні питання. РСО. Вступ. Предмет і зміст дисципліни. Векторні і скалярні величини. Дії з векторами.
2	Кінематика матеріальної точки Рівномірний прямолінійний рух, рівнозмінний прямолінійний рух. Графічне зображення руху.
3	Кінематика матеріальної точки Рівномірний рух по колу, рівнозмінний рух по колу. Перетворення швидкості і прискорення при переході до іншої системи відліку.
4	Динаміка матеріальної точки Класична механіка, умови її застосування. Закони Ньютона. Принцип відносності Галілея. Сили в природі. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Центр мас. Рух тіла змінної маси.
5	Робота, потужність, енергія. Означення роботи. Теорема про кінетичну енергію. Потенціальна енергія. Ознака потенціальності поля, консервативні сили. Закон збереження енергії.
6	Динаміка твердого тіла. Момент імпульсу та закон його збереження. Обертання абсолютно твердого тіла навколо нерухомої осі. Момент сили, момент інерції. Основне рівняння динаміки обертального руху. Рівняння моментів. Робота зовнішніх сил при обертанні тіла. Кінетична енергія обертального

	руху. Пара сил. Умови рівноваги тіла.
7	Коливальний рух. Загальні відомості. Гармонічні коливання. Вільні, згасаючі та вимушені коливання. Енергія коливального руху. Векторні діаграми складання коливань. Добротність та резонанс.
Розділ 2. Молекулярна фізика	
8	Ідеальний газ. Основні уявлення молекулярно-кінетичної теорії. Температура і тиск газу. Рівняння стану ідеального газу. Реальний газ. Рівняння стану реального газу.
9	Елементи термодинаміки. Термодинамічний метод. Перше начало термодинаміки. Внутрішня енергія ідеального газу та способи її зміни. Перше начало термодинаміки. Робота газу в ізопроцесах. Теплоємність ідеального газу. Адіабатний процес, рівняння адіабати. Політропні процеси. Друге начало термодинаміки. Оборотні та необоротні цикли. Принцип дії теплового двигуна. Цикл Карно. Нерівність Клаузіуса. Поняття ентропії.
Розділ 3. Електрика і магнетизм	
10	Електростатичне поле в вакуумі Взаємодія зарядів: закон Кулона, напруженість поля, принцип суперпозиції. Поле диполя. Потік вектора напруженості, теорема Гауса. Робота сил електростатичного поля, потенціал, зв'язок між напруженістю і потенціалом електричного поля, еквіпотенціальні поверхні та силові лінії. Теорема про циркуляцію вектора напруженості електростатичного поля.
11	Провідник в електростатичному полі Поле в речовині. Поле всередині та зовні провідника. Сили що діють на поверхню провідника. Властивості замкненої провідної оболонки. Електроємність, конденсатори. Енергія електростатичного поля.
12	Сталий електричний струм Густина струму, рівняння неперервності. Закон Ома для однорідного провідника. Опір провідника. З'єднання провідників. Шунт і додатковий опір. Електрорушійна сила. Закон Ома для неоднорідної ділянки. Закон Ома для повного кола. Розгалуджені кола, правила Кірхгофа. Закон Джоуля-Ленца. ККД джерела.
13	Магнітне поле в вакуумі Момент сил що діє на контур зі струмом. Магнітний момент. Взаємодія струмів. Закон Біо-Савара Лапласа. Поля прямого та кругового струмів. Сила Лоренца. Сила Ампера. Робота при переміщенні контуру зі струмом. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції.
14	Електромагнітна індукція Закон електромагнітної індукції, правило Ленца, природа електромагнітної індукції. Явище самоіндукції. Взаємна індукція. Енергія магнітного поля, магнітна енергія двох контурів зі струмами.
15	Змінний струм Опір в колі змінного струму. Емність в колі змінного струму. Індуктивність в колі змінного струму. Закон Ома для змінного струму. Резонанс напруг. Робота і потужність змінного струму. Резонанс струмів. Електромагнітні коливання Рівняння коливального контуру. Вільні електромагнітні коливання. Вимушені електромагнітні коливання.

Практичні заняття

Основним завданням циклу практичних занять є оволодіння студентами прийомами і методами практичного застосування знань.

Для підготовки до практичного заняття студент повинен 1) опрацювати відповідну лекцію; 2) розглянути приклади розв'язування задач. Всі необхідні матеріали представлені на платформі moodle в курсі [«Фізика. Частина 1. Механіка. Молекулярна фізика. Електрика і магнетизм»](#). Після проведення заняття студент повинен виконати домашнє завдання по розв'язуванню задач.

Таблиця 2. Практичні заняття

№ п/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Кінематика матеріальної точки. Прямолінійний рівномірний рух. Рівнозмінний рух
2	Кінематика матеріальної точки. Рух по колу
3	Динаміка поступального руху матеріальної точки. Закони Ньютона
4	Динаміка руху матеріальної точки по колу
5	Робота та енергія
6	Закон збереження енергії. Зіткнення тіл.
7	Механіка твердого тіла. Момент інерції тіл різних форм. Теорема Штейнера
8	Механіка твердого тіла. Основне рівняння динаміки обертального руху. Рівняння моментів. Закон збереження моменту імпульсу
9	Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Рівняння Менделєєва –Клапейрона. Ізопроееси
10	Основи термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Термодинамічні цикли. ККД теплової машини.
11	Електростатика. Закон Кулона. Характеристики електростатичного поля.
12	Постійний електричний струм. Закон Ома. Правила Кірхгофа. Робота та потужність струму. ККД джерела.
13	Магнітне поле у вакуумі. Закон Біо-Савара-Лапласа.
14	Магнітне поле у вакуумі. Закон Ампера, сила Лоренца.
15	Електромагнітна індукція.

Лабораторні заняття

Студенти виконують лабораторні роботи з розділів «Механіка» та «Електромагнетизм» відповідно до встановленого графіку та розкладу занять.

<u>Робочі тижні</u> Номери бригад	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
I, V	Вступне заняття	1-1	1-2	1-3	2-3	2-9	Заключне заняття
II, VI		1-2	1-3	1-4	2-5	2-4	
III, VII		1-3	1-4	1-1	2-9	2-1	
IV, VIII		1-4	1-1	1-2	2-1	2-3	

Нижче приведено розшифровка нумерації лабораторних робіт:

1. Розділ «Механіка»:

- Лабораторна робота № 1-1 «Вивчення теорії обробки результатів вимірювань у фізичній лабораторії на прикладі математичного маятника»
- Лабораторна робота № 1-2 «Вивчення законів динаміки твердого тіла на прикладі фізичного маятника»
- Лабораторна робота № 1-3 «Вивчення динаміки обертального руху за допомогою маятника Обербека»
- Лабораторна робота № 1-4 «Вивчення законів динаміки твердого тіла на прикладі оборотного маятника»

2. Розділ «Електромагнетизм»

- Лабораторна робота № 2-1 «Визначення опору провідника за допомогою моста сталого струму (моста Уїтстона)»
- Лабораторна робота № 2-2 «Вимірювання електрорушійної сили методом компенсації»
- Лабораторна робота № 2-3 «Визначення ємності конденсатора»
- Лабораторна робота № 2-5 «Вивчення електростатичного поля»
- Лабораторна робота № 2-9 «Вивчення питомого заряду електрона методом магнетрона»
- Лабораторна робота № 2-11 «Знімання кривої намагнічування та петлі гістерезису феромагнетиків у змінних магнітних полях»
- Лабораторна робота № 2-13 «Дослідження вільних загасаючих коливань у контурі»
- Лабораторна робота № 2-14 «Вивчення вимушених коливань у послідовному коливальному контурі»

Основним завданням циклу лабораторних робіт є:

- набуття студентами досвіду проведення експериментальних досліджень;
- засвоєння правил обробки експериментальних даних;
- оформлення одержаних результатів.

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає:

- *опрацювання лекційного матеріалу та окремих питань теорії, які виносяться на самостійне опрацювання,*
- *підготовку до практичних занять,*
- *розв'язування задач домашнього завдання,*
- *підготовку до лабораторних робіт,*
- *оформлення лабораторних досліджень,*
- *підготовку до модульної контрольної роботи,*
- *виконання завдань розрахунково – графічної роботи.*

Опрацювання лекційного матеріалу проводиться регулярно протягом семестру напередодні наступної лекції і полягає у вивченні навчального матеріалу за конспектом та за рекомендованою літературою. Виконання цієї роботи потребує від 30 до 60 хвилин.

Підготовка до практичних занять полягає у повторенні/вивченні відповідного теоретичного матеріалу та розборі прикладів розв'язування задач з даної теми. Після практичного заняття для закріплення даної теми та рефлексії необхідно виконати домашнє завдання. Домашнє завдання складається з 5-10 задач (залежно від рівня складності). Виконання цієї роботи вимагає від 1 до 2 годин. Виконання домашніх робіт є підготовкою до поточкових контрольних робіт.

Розрахунково-графічна робота «Динаміка обертального руху». На виконання РГР передбачено 2 тижні.

Модульна контрольна робота проводиться в кінці семестру у вигляді тестування. Підготовка до модульної контрольної роботи передбачає повторення студентом положень теорії та їх практичного застосування. Виконання цієї роботи вимагає від 1 до 6 годин.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій та практичних занять є обов'язковим. У разі хвороби студент зобов'язаний представляти довідку про термін проходження лікування, оформлену належним чином в установі, де проходило лікування. В інших випадках (наприклад, сімейні обставини) питання вирішується в індивідуальному порядку разом з куратором. У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для подальшого опанування спеціальних дисциплін.

Результати виконаних *поточкових контрольних* робіт оформлюються у вигляді звітів, написаних рід руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. З правилами оформлення робіт можна ознайомитись за [посиланням](#).

Виконані роботи студенти завантажують у відповідні теки на [сайті](#).

В разі дистанційної форми навчання на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує Zoom як для викладання лекційного матеріалу, так і для проведення практичних занять та консультацій. Результати виконання всіх завдань поточного контролю викладач виставляє в кампусі.

Завдання розрахунково-графічної роботи студенти виконують в окремих зошитах, записуючи виконані дії акуратно і розбірливо. Захист результатів виконання роботи проходить в усній формі, в ході якої студент повинен логічно та обґрунтовано пояснити розв'язування всіх завдань. Захист відбувається в Zoom. У студента повинна бути ввімкнена камера та мікрофон.

Заохочувальні бали виставляються за: активну роботу на практичних заняттях; відповіді на додаткові питання лекції; підготовку доповіді з заданої теми; участь у факультетських та інститутських олімпіадах з фізики. За своєчасну здачу всіх контрольних та лабораторних робіт, а також РГР та МКР, на останньому тижні даються додаткові 3 бали. До рейтингу студента додатково включаються бали, одержані на студентських фізичних науково-практичних конференціях за умови пред'явлення відповідного сертифікату. Кількість заохочуваних балів не більше 10.

Оремо будуть враховані додаткові бали за проходження адаптаційного курсу з фізики від ІМЯО КПІ ім. Ігоря Сікорського. Додаткові бали нараховуються відповідно до балів, вказаних у сертифікаті. Після отримання допуску до заліку.

Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі. Перескладання таких завдань проводиться у призначений викладачем час.

Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

Академічна доброчесність має на увазі оволодіння студентом необхідними знаннями та вміннями та здатність продемонструвати ці знання та вміння. Академічна не доброчесність проявляється у застосуванні студентом шпаргалок, несанкціонованого доступу в Інтернет тощо під час контрольних заходів (захисту РГР, підготовці відповідей на іспиті). В разі виявлення академічної не доброчесності контрольний захід для даного студента припиняється і переноситься на інший час.

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

Рейтинг з дисципліни (РД) враховує роботу студента протягом семестру та рівень знань і навичок, виявлених ним на іспиті.

Рейтинг з дисципліни формується як сума балів, нарахованих студенту за:

- результатами виконання планових контрольних та лабораторних робіт,
- виконання розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання завдань отриманих на іспиті.

Рейтинг з дисципліни розраховується за формулою рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу (r_C) та балів отриманих на іспиті (r_I):

$$RD = r_C + r_I.$$

Стартового рейтинг є сумарною оцінкою за виконання студентом завдань поточного контролю, розрахунково-графічної роботи та модульної контрольної роботи:

$$r_C = \sum_k r_{II} + r_M \quad r_C = \sum r_{II} + r_M + r_P$$

r_{II} – бали поточного контролю, r_M – бал за МКР, r_P – бал за РГР.

Максимальна кількість балів стартового рейтингу складає 50 балів.

Критерії оцінювання результатів роботи в семестрі наведені в таблиці 1, заохочувальні бали- в таблиці 2.

Таблиця 1. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ (PCO)

Вид роботи	Кількість	Максимальний бал	Сума
Контрольні роботи	5	3	15
Лабораторні роботи	5	4	20
РГР	1	10	10
МКР	1	5	5
Стартовий рейтинг			50

* – кількість контрольних робіт і максимальний бал за кожну визначає викладач з практичних робіт. Сумарний бал за контрольні роботи – 18 – максимальний бал, що студент може отримати за контрольні роботи, які є невід’ємною складовою практичних занять.

Таблиця 2. ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ

	бали
1. Активна робота на практичних заняттях	0,5
2 Участь у студентських конференціях	1
3. Відповіді на додаткові питання в лекції	1
4. Підготовка доповіді з заданої теми (презентація та виступ перед одногрупниками)	1-2
5. Участь у факультетських та інститутських олімпіадах з фізики	2
6. Всі роботи здані вчасно (останнє заняття)	3
Максимальна сума заохочувальних R_S	10

Семестровий контроль: [екзамен](#).

До екзамену допускаються студенти, які за результатами поточного контролю набрали не менше 30 балів (60 % від максимально можливих) за умови успішного захисту РГР, МКР, виконання усіх завдань практичних занять (не менше 60 % правильно виконаних завдань).

Таблиця 3. ВІДПОВІДНОСТІ РЕЙТИНГОВИХ БАЛІВ ОЦІНКАМ ЗА УНІВЕРСИТЕТСЬКОЮ ШКАЛОЮ:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Додаток 1. Програмні результати навчання (розширена форма)

Знання, набуті при вивченні матеріалів кредитного модулю, мають стати запорукою подальшого успішного засвоєння студентами спеціальних дисциплін, зв'язаних з вивченням їх теоретичних основ та методів практичного застосування. Студенти повинні знати поняття, явища, закономірності та зв'язки між ними, уміти аналізувати, робити висновки, виправляти припущені помилки: мати глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями: здатність використовувати набуті знання як у стандартних, так і в нестандартних ситуаціях, а також при вивченні інших дисциплін.

В результаті студенти набудуть

уміння:

Засвоївши курс загальної фізики, студенти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», повинні з повним розумінням знати фундаментальні закони фізики і методи їх досліджень і вміти застосовувати ці знання при розгляді окремих явищ, поєднуючи їх фізичну суть з аналітичними співвідношеннями; вміти поєднувати макроскопічні явища з їх мікроскопічним механізмом; вміти використовувати знання з курсу загальної фізики при вивченні інших дисциплін професійної підготовки.

досвід:

Використання знань, умінь і навичок у житті. Навчання фізики має не тільки дати суму знань, а й сформувати достатній рівень компетенції, необхідний для освоєння загально професійних дисциплін. Тому складовими навчальних досягнень студентів з курсу фізики є не лише володіння навчальним матеріалом та здатність його відтворювати, а й уміння та навички знаходити потрібну інформацію, аналізувати її та застосовувати в стандартних і нестандартних ситуаціях у межах вимог навчальної програми до результатів навчання.

Лектор залишає з собою право змінювати порядок викладу навчального матеріалу, частково його об'єм і зміст залежно від пізнавальних можливостей студентів і здатності його засвоєння.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів Чижською Тетяною Григорівною

Ухвалено кафедрою загальної фізики та моделювання фізичних процесів

(протокол № 1/06-25 від 25.06.2025 р.)

Погоджено Методичною радою інженерно – хімічного факультету

(протокол № 11 від 27.06.2025 р.)