



ФІЗИКА. ЧАСТИНА 2. ОПТИКА. АТОМНА ФІЗИКА. ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА (ЗФ)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G21 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма	Біотехнології
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	заочна
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин): лекції – 6 год; лабораторні – 4 год.; практичні – 2 год, СРС – 108 год
Семестровий контроль / контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	http://roz.kpi.ua , https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника дисципліни / викладачів	Лектор: Кузь Олександр Павлович, a.kuz@kpi.ua , zfft.kpi.ua , Практичні / Семінарські: Кузь Олександр Павлович, a.kuz@kpi.ua , zfft.kpi.ua , Лабораторні: Кузь Олександр Павлович, a.kuz@kpi.ua , zfft.kpi.ua
Розміщення дисципліни	Платформа дистанційного навчання «Сікорський». Електронний Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського, physics.zfft.kpi.ua

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 та дослідницьких рішень при вирішенні різних завдань.

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, технічних та біотехнологічних дисциплін, які нині є самостійними областями досліджень та практики.

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

Предмет навчальної дисципліни – основні поняття та закони неживої природи.

Після засвоєння навчальної дисципліни 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.

Після успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором **компетентностей** бакалаврського рівня, зокрема:

ЗК 01 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 05 - Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК 01 - Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

Програмні результати навчання:

ПРН 01 - Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів.

ПРН 12 - Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПРН 15 - Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності.

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 «Диференціальні рівняння».

Набуті знання та уміння при подальшому навчанні будуть застосовуватися при вивченні як загально-технічних так і спеціальних дисциплін (біофізика, фізична та колоїдна хімія, тощо).

3. Зміст навчальної дисципліни

Фізика. Частина 2. Оптика. Атомна фізика. Фізика твердого тіла

Розділи і теми курсу:

Розділ 1. Оптика

Тема 1.1. Хвильова оптика.

Тема 1.2. Квантова оптика

Розділ 2. Атомна фізика.

Тема 2.1. Борівська теорія водневого атома

Тема 2.2. Квантова теорія атома і молекули.

Розділ 3. Фізика твердого тіла.

Тема 3.1. Теплові властивості кристалів.

Тема 3.2. Квантова статистика Фермі-Дірака.

Тема 3.3. Напівпровідники та надпровідники.

Розділ 4. Фізика атомного ядра та елементарних часток.

Тема 4.1. Будова ядра. Ядерні реакції.

Тема 4.2. Елементарні частинки.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові інформаційні ресурси

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.1.- К.; Техніка, 1999 р.- 536 с. (НТБ) вивчати рекомендовані розділи
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.2.- К.; Техніка, 2001р. - 452 с. (НТБ) вивчати рекомендовані розділи
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.3.- К.; Техніка, 1999 р - 520 с. (НТБ) вивчати рекомендовані розділи
4. Бар'яхтар В.Г., Бар'яхтар І.В., Гермаш Л.П., Довгий С.О., Механіка-К; Наукова думка, 2011 р.- 350 с.
5. О.П.Кузь, О.В.Дрозденко, О.В.Долянівська Загальна фізика. Інтернет-ресурс за адресою <http://physics.zfftt.kpi.ua> вивчати повністю
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. Чертов Л.Г., Воробйов А. А., Задачі з фізики. - М., Вища школа 2007. (НТБ)

Додаткові інформаційні джерела

8. Загальна фізика: Динаміка [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до розв'язування задач для студентів інституту телекомунікаційних систем та інших технічних факультетів /

- НТУУ «КПІ» ; уклад. А. В. Немировський, О. В. Дрозденко, О. П. Кузь. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,34 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. - Назва з екрана. – Доступ: <http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/1332>
9. Фізика. Розділ «Електрика і магнетизм» [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів спеціальностей «Промислова біотехнологія», «Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості» / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. П. Кузь. - Електронні текстові дані (1 файл: 7,44 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2009. - Назва з екрана. – Доступ: <http://library.ntu-kpi.kiev.ua:8080/handle/123456789/153>
 10. Physics chapter: Electrostatics [Electronic resource] : self-study course-book for the students of Biotechnologies and Chemical Technologies faculties, speciality 6.051401 «Biotechnology», 6.051301 «Chemical technologies» / O. V. Drozdenko, O. V. Dolyanovskaya, O. P. Kuz, Voloshuk, I. P. ; NTUU «KPI». – Electronic text data (1 file: 2,01 Mb). – Kyiv : NTUU «KPI», 2015. – 115 p. – Title from screen.
 11. Drozdenko, O. V. Physics. Magnetism [Electronic resource] : course book for foreign students of Engineering specialties / O. V. Drozdenko, O. V. Dolianivska, O. P. Kuz ; NTUU «KPI». – Electronic text data (1 file: 2,95 Mb). – Kyiv : NTUU «KPI», 2014. – 103 p. – Title from the screen.
 12. Дімарова, Олена Володимирівна. Загальна фізика. Механіка : модульне навчання : монографія / О.В. Дімарова, В.М. Калита, В.М. Локтєв ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Видання друге, без змін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 185 с.
 13. Лопатинський, Іван Євстахович. Збірник задач з фізики : навчальний посібник / І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, С.О. Юр'єв, О.Б. Біленька [та 14 інших] ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. — 242 с.
 14. Бригінець, В. П. Фізика: Механіка - Вчимося розв'язувати задачі. Компенсаційний курс [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавр / В. П. Бригінець, С. О. Подласов, О. В. Матвійчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 221 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/40971>
 15. Фізика. Комплексна підготовка до зовнішнього незалежного оцінювання / Уклад. Н. Струж, В. Мацюк. С Остап'юк. – Тернопіль : Підручники та посібники, 2015. - 432 с.
 16. Тести з курсу загальної фізики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://physics.zfftt.kpi.ua/course/view.php?id=14>
 17. Лопатинський, Іван Євстахович. Збірник задач з фізики : навчальний посібник / І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, С.О. Юр'єв, О.Б. Біленька [та 14 інших] ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. — 242 с.
 18. 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.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ п/п	Назви розділів і тем, перелік основних питань	Кількість годин
1	Розділ 2. Атомна фізика. Тема 2.1. Борівська теорія водневого атома Тема 2.2. Квантова теорія атома і молекули.	2
2	Розділ 3. Фізика твердого тіла. Тема 3.1. Теплові властивості кристалів. Тема 3.2. Квантова статистика Фермі-Дірака. Тема 3.3. Напівпровідники та надпровідники. Розділ 4. Фізика атомного ядра та елементарних часток. Тема 4.1. Будова ядра. Ядерні реакції. Тема 4.2. Елементарні частинки.	2
3	Розділ 4. Фізика атомного ядра та елементарних часток. Тема 4.1. Будова ядра. Ядерні реакції. Тема 4.2. Елементарні частинки. Фізика атомного ядра та елементарних часток. Будова ядра. Ядерні реакції.	2

Практичні заняття

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

№ п/п	Назви розділів і тем, перелік основних питань	Кількість годин
1	Хвильова оптика. Інтерференція світла. Дифракція світла. Поляризація світла. Дисперсія, поглинання та розсіювання світла. Фізика атомного ядра та елементарних часток. Будова ядра. Ядерні реакції.	2

Лабораторні заняття

У другому семестрі студенти виконують лабораторні роботи з циклу «Оптика» та «Атомна фізика» відповідно до встановленого графіка та розкладу занять.

Основним завданням циклу лабораторних робіт є набуття студентами досвіду проведення експериментальних досліджень при перевірці положень теорії та засвоєння правил обробки експериментальних даних та оформлення одержаних результатів.

Для підготовки до роботи в лабораторії треба: 1) вивчити положення теорії; 2) підготувати протокол дослідження; 3) виконати віртуальну лабораторну роботу; 4) пройти попередній тест для перевірки готовності до виконання лабораторної роботи

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
1	Вивчення інтерференції світла	1
2	Визначення дифракції світла	1
3	Дослідження теплового випромінювання	1
4	Дослідження спектра атома водню	1

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає: опрацювання лекційного матеріалу та окремих питань теорії, які виносяться на самостійне опрацювання, підготовка до практичних занять, розв'язування задач домашнього завдання, підготовку до лабораторних робіт, підготовку до модульної контрольної роботи.

Опрацювання лекційного матеріалу проводиться регулярно протягом семестру за конспектом та за рекомендованою літературою. Зокрема самостійно і детально опрацювати слідуючі розділи та питання:

Квантова оптика.

Теплове випромінювання. Фотони та їх властивості.

Атомна фізика.

Борівська теорія водневого атома. Хвильові властивості мікрочастинок. Рівняння Шредінгера. Спектри багатоелектронних атомів та їх будова. Будова молекули. Квантова теорія атома і молекули.

Фізика твердого тіла.

Теплові властивості кристалів. Квантова статистика Фермі-Дірака. Напівпровідники та надпровідники.

Елементарні частинки та їх властивості. Частинки та античастинки.

Розв'язування задач домашнього завдання проводиться з метою закріплення знань та умінь практичного застосування положень теорії.

Підготовка до лабораторних робіт передбачає вивчення студентом законів фізики, які перевіряються при виконанні лабораторних досліджень, методики проведення досліджень, приладів, що застосовуються для вимірювань, порядку обробки результатів експерименту.

Після проведення лабораторної роботи студенти повинні оформити результати досліджень: виконати необхідні обчислення, побудувати графіки, розрахувати похибки.

Підготовка до модульної контрольної роботи передбачає повторення студентами положень теорії та їх практичного застосування. Виконання цієї роботи вимагає від 1 до 2 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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 викладачем. У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання, лабораторних робіт та домашніх завдань.

Під час проведення лекційних, практичних та лабораторних занять дозволяється використовувати мобільні телефони для санкціонованого пошуку інформації в Інтернеті а також для проходження тестування, і для проведення обчислень на практичних і лабораторних заняттях та вимірювання часу на лабораторних заняттях (в разі наявності в смартфоні відповідних програмних продуктів).

В разі дистанційної форми навчання на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує Zoom та Google Meet для викладання навчального матеріалу.

До виконання лабораторних робіт допускаються студенти за умов: 1) наявності протоколу; 2) після успішного проходження вхідного контролю. Результати вимірювань студенти заносять у протокол і пред'являють викладачу для перевірки. Не перевірені дані до захисту не приймаються. Для захисту лабораторної роботи студент повинен дати відповідь на контрольні запитання, правильно оформити результати вимірів (розрахувати значення необхідних величин, побудувати графічні залежності відповідно до існуючих правил, обчислити похибки, записати остаточні результати дослідження з дотриманням правил округлення, зробити висновки по роботі).

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 недоброчесність проявляється у застосуванні студентом шпаргалок, несанкціонованого доступу в Інтернет тощо під час контрольних заходів (захисту РР,

лабораторних робіт, виконанні завдань модульних контрольних робіт, підготовці відповідей на заліку). В разі виявлення академічної недоброчесності контрольний захід для даного студента припиняється і переноситься на інший час, виконання роботи оцінюється як невчасне а також нараховуються штрафні бали. Усі перескладання за домовленістю з деканатом та викладачем.

8. 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 лабораторних занять;*
- *виконання практичної роботи;*
- *виконання модульної контрольної роботи (МКР),*

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

Таблиця.1. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ (PCO)

Вид роботи	Кількість	Оцінювання		Максимально можлива кількість балів
Лабораторні заняття	4	Захист роботи		40
		Повна відповідь	10	
		Неповна відповідь	8	
		Задовільна відповідь ¹	6	
Практика 1		Захист 1	10	10
		Захист 2	8	
		Захист 3	6	
МКР 1		В залежності від кількості правильних відповідей	0-50	50
Сума вагових балів контрольних заходів				100

Таблиця 2. ШТРАФНІ ТА ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ

	бали
1. Якісне ведення конспекту лекцій	1...5
2. Участь у конференціях, семінарах, підготовка рефератів	5
Максимальна сума заохочувальних R_s	10

¹ При дистанційній формі навчання робота в лабораторії – це демонстрація студентом виконання роботи на віртуальному макеті.

Семестровий контроль: Залік.

Умовою допуску до заліку є виконання учбового плану та отримання не менше 30 балів сумарно по практиці та лабораторних роботах.

Для отримання студентами відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно таблиці:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

9. Додаткова інформація з дисципліни

Додаток 1. Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Світлова хвиля. Інтерференція світла.

Корпускулярно-хвильова природа світла. Світлова хвиля. Закони лінійної оптики. Фотометрія. Інтерференція світла. Розрахунок інтерференційної картини. Способи спостереження інтерференції. Інтерференція на тонких плівках. Полоси рівного нахилу і рівної товщини. Кільця Ньютона. Інтерферометри.

2. Дифракція світла.

Явище дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля від колового отвору і колового диска. Дифракція Фраунгофера від щілини. Дифракція світла від ґратки. Дифракція рентгенівських променів. Голографія.

3. Поляризація світла.

Природне і поляризоване світло. Поляризація при відбитті та заломленні. Поляризація при подвійному променезаломленні. Проходження поляризованого світла через кристалічну пластину. Пластина між двома

поляризаторами. Штучне подвійне променезаломлення. Повертання площини поляризації.

4. Взаємодія світла з речовиною.

Нормальна і аномальна дисперсія. Групова швидкість хвиль. Елементарна теорія дисперсії. Поглинання світла. Розсіювання світла. Ефект Вавілова-Черенкова.

5. Квантова оптика.

Теплове випромінювання і люмінесценція. Випромінювальна та поглинальна здатність тіла, закон Кірхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея-Джінса. Формула Планка. Гальмівне рентгенівське випромінювання. Фотоефект. Дослід Боте. Ефект Комптона. Фотони та їх властивості.

6. Борівська теорія водневого атома

Закономірності в атомних спектрах. Моделі атома Томсона і Резерфорда. Постулати Бора. Досліди Франка і Герця. Правила квантування колових орбіт. Елементарна борівська теорія водневого атома.

7. Квантова теорія атома і молекули.

Гіпотеза де-Бройля, хвильові властивості мікрочастинок. Принципи невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шредінгера. Фізичний зміст і властивості хвильової функції «псі». Зв'язок рівняння Шредінгера з хвильовим рівнянням. Рух вільної мікрочастинки в одновимірній «потенціальній ямі». Тунельний ефект. Квантова теорія водневого атома. Спектри лужних металів. Нормальний ефект Зеемана. Мультиплетність спектрів, спин електрона. Рентгенівські спектри. Механічний і магнітний моменти атома. Досліди Штерна і Герлаха. Принцип Паулі. Розподіл електронів в атомі по енергетичних рівнях. Періодична система Д.І.Менделєєва. Енергія молекули. Молекулярні спектри. Комбінаційне розсіювання світла. Вимушене випромінювання. Лазери.

8. Теплові властивості кристалів.

Кристали. Теплоємність кристалів: закон Дюлонга і Пті, теорія Енштейна, теорія Дебая. Фоони.

9. Квантова статистика Фермі-Дірака.

Електронний газ. Функція розподілу Фермі-Дірака. Розподіл електронів за імпульсами та енергіями. Виродження електронного газу. Зона структура твердого тіла. Динаміка електрона в кристалі.

10. Напівпровідники.

Електропровідність металів. Власна та домішкова електропровідність напівпровідників та її температурна залежність. Випрямляюча дія р-п-переходу. Напівпровідникові фотоелементи.

11. Надпровідники.

Явище надпровідності і його фізична природа. Надпровідники 1-го та 2-го типу. Проблема високотемпературної надпровідності.

12. Будова ядра. Ядерні реакції.

Склад і характеристики атомного ядра. Маса і енергія зв'язку ядра. Моделі атомного ядра. Ядерні сили. Радіоактивність. Ядерні реакції. Ділення важких ядер і виділення атомної енергії. Термоядерні реакції.

13. Елементарні частинки.

Класи елементарних частинок. Методи реєстрації елементарних частинок. Космічні промені. Частинки та античастинки. Дивні частинки. Нейтрино. Система елементарних частинок. Кварки.

Додаткова інформація з дисципліни

В умовах дистанційного або змішаного режиму проведення занять організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський», «Електронний кампус». Навчальний процес у такій формі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять.

- можливо зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за темою «Загальна фізика»;
- здобувачі вищої освіти з інклюзією можуть опановувати навчальну дисципліну, на базі дистанційної платформи за індивідуальним графіком підготовки, та домовленістю з викладачем.

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 Кузь Олександром Павловичем

Ухвалено кафедрою загальної фізики та моделювання фізичних процесів
(протокол № 06-25 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки
(протокол № 6 від 30.06.2025 р.)

