



## ФІЗИКА. ЧАСТИНА 1. КЛАСИЧНА ФІЗИКА

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Галузь знань                                | <i>16 Хімічна та біоінженерія</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Спеціальність                               | <i>162 Біотехнології та біоінженерія</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Освітня програма                            | <i>Біотехнології</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Статус дисципліни                           | <i>Нормативна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Форма навчання                              | <i>очна(денна)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>1 курс, осінній семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Обсяг дисципліни                            | <i>180 годин (6 кредитів) Лекції – 36 годин, Практичні заняття – 18 годин, Лабораторні заняття (36 годин)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | <i>Іспит, модульна контрольна робота, розрахункова робота</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Розклад занять                              | <i>Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: Кузь Олександр Павлович, <a href="mailto:a.kuz@kpi.ua">a.kuz@kpi.ua</a> , <a href="http://zfft.kpi.ua">zfft.kpi.ua</a> ,<br>Практичні / Семінарські: Матвійчук Олексій Васильович, Колеснікова Елеонора Петрівна, <a href="http://zfft.kpi.ua">zfft.kpi.ua</a><br>Лабораторні: Кузь Олександр Павлович, <a href="mailto:a.kuz@kpi.ua">a.kuz@kpi.ua</a> , <a href="http://zfft.kpi.ua">zfft.kpi.ua</a> |
| Розміщення курсу                            | <a href="http://physics.zfft.kpi.ua">physics.zfft.kpi.ua</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### 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.*

##### **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, 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. Формування здатностей:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

**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.

**Програмні результати навчання:**

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

Студент повинен **уміти**: поєднувати теорію і практику для розв'язування практичних завдань; застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних професійних задач; знаходити потрібну інформацію у літературі, консультуватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.

Після успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором компетентностей бакалаврського рівня, зокрема: здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки інженерної; здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність приймати обґрунтовані рішення; здатність працювати індивідуально; здатність працювати в команді; здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації; здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері своєї професійної діяльності.

## **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**

Курс фізики складається з двох змістових модулів. У першому семестрі вивчається модуль «Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка. Електростатика та електричний струм.»

Розділи і теми курсу фізики:

Розділ 1. Фізичні основи механіки

Тема 1.1. Кінематика матеріальної точки та твердого тіла

Тема 1.2. Динаміка систем (динаміка матеріальної точки та системи точок. Динаміка твердого тіла)

Тема 1.3. Робота та енергія

Тема 1.4. Елементи спеціальної теорії відносності

Розділ 2. Молекулярна фізика і термодинаміка

Тема 2.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії

Тема 2.2. Елементи термодинаміки

Тема 2.3. Явища переносу

Розділ 3. Електростатика та електричний струм

Тема 3.1. Електростатика

Тема 3.2. Електричний струм

Розділ 4. Магнетизм

Тема 4.1. Магнітне поле

Тема 4.2. Електромагнітне поле

Розділ 5. Оптика

Тема 5.1. Хвильова оптика.

Тема 5.2. Квантова оптика

Розділ 5. Атомна фізика.

Тема 5.1. Борівська теорія водневого атома

Тема 5.2. Квантова теорія атома і молекули.

Розділ 6. Фізика твердого тіла.

Тема 6.1. Теплові властивості кристалів.

Тема 6.2. Квантова статистика Фермі-Дірака.

Тема 6.3. Напівпровідники та надпровідники.

Розділ 7. Фізика атомного ядра та елементарних часток.

Тема 7.1. Будова ядра. Ядерні реакції.

Тема 7.2. Елементарні частинки.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова література**

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. О.П.Кузь, О.В.Дрозденко, О.В.Долянівська Загальна фізика. Інтернет-ресурс за адресою <http://physics.zfftt.kpi.ua> вивчати повністю
5. 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

##### **Допоміжна література**

6. 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>
7. 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>
8. Фізика. Механіка [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Н. І. Таращенко, О. П. Кузь, О. В. Дрозденко, О. В. Долянівська ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 2,83 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 128 с. <http://physics.zfftt.kpi.ua/course/view.php?id=21>
9. 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.
10. Drozdenko, O. V. Physics. Magnetism [Electronic resource] : course book for foreign students of Engineering specialities / 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.
11. Кузь, О. П. Методичні вказівки для самостійної підготовки та вивчення дисципліни фізика.

Розділ: «Оптика» для студентів факультетів біотехнології та хіміко-технологічного напрямку підготовки 6.051401 «Біотехнологія», 6.051301 «Хімічна технологія» [Електронний ресурс] / О. П. Кузь, О. В. Дрозденко ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 12,5 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 93 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

| № п/п                                               | Теми лекцій, перелік основних питань                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Рекомендації щодо засвоєння                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                   | <b>Вступ. Кінематика матеріальної точки.</b><br>Предмет і зміст дисципліни. Фундаментальні типи взаємодій в природі. Фундаментальні закони збереження. Основні розділи фізики. Кінематика прямолінійного та криволінійного руху матеріальної точки. Рух та його характеристики. Математичний апарат кінематики. Способи описання руху. Рухи твердих тіл.                                                                                                      | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами<br>[1], [9] Кінематика матеріальної точки                                                                                   |
| 2                                                   | <b>Динаміка поступального руху.</b><br>Закони Ньютона. Імпульс тіла. Закони Ньютона. Сили в природі. Неінерціальні системи відліку.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [9] Закони Ньютона                                                                                                 |
| 3                                                   | <b>Імпульс і закон його збереження.</b><br>Система тіл. Імпульс системи тіл. Умови збереження та зміни імпульсу системи. Закон збереження імпульсу. Центр мас.                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [9] Імпульс, закон збереження імпульсу                                                                             |
| 4                                                   | <b>Робота, потужність, енергія.</b><br>Означення роботи. Теорема про кінетичну енергію. Потенціальна енергія. Ознака потенціальності поля, консервативні сили. Закон збереження енергії. Пружні та непружні зіткнення.                                                                                                                                                                                                                                        | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [9] Робота та енергія                                                                                              |
| 5                                                   | <b>Динаміка твердого тіла.</b><br>Момент імпульсу та закон його збереження. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Момент сили, момент інерції. Основне рівняння динаміки обертального руху. Кінетична енергія і робота при обертальному русі.                                                                                                                                                                                                        | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [9] Робота та енергія.                                                                                             |
| 6                                                   | <b>Коливальний рух.</b><br>Загальні відомості про колювання. Вільні незгасаючі гармонічні колювання. Енергія коливального руху. Складання колювань. Згасаючі та вимушені колювання.                                                                                                                                                                                                                                                                           | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [9] Коливальні процеси                                                                                             |
| <b>Розділ 2 МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                           |
| 7                                                   | <b>Ідеальний та реальний газ.</b><br>Основні уявлення молекулярно-кінетичної теорії. Температура і тиск газу. Рівняння стану ідеального газу. Реальний газ. Рівняння стану реального газу.                                                                                                                                                                                                                                                                    | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1] 7.1 - 7.4. [4] Основні положення МКТ                                                                                |
| 8                                                   | <b>Елементи термодинаміки. Термодинамічний метод.</b><br>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.<br><b>Друге начало термодинаміки.</b><br>Оборотні та необоротні цикли. Принцип дії теплового двигуна. Цикл Карно. Нерівність Клаузіуса. Поняття ентропії. Статистичний зміст ентропії. | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1] 8.1-8.3. [4] Закони термодинаміки. Перше начало термодинаміки .<br>Закони термодинаміки. Друге начало термодинаміки |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                   |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9                              | <b>Статистичні розподіли</b><br>Розподіл молекул по швидкостях та енергіях. Розподіл Максвелла-Больцмана. Визначення характерних швидкостей. Барометрична формула.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [4] Розподіл Максвелла-Больцмана                           |
| 10                             | <b>Явища переносу.</b><br>Феноменологічна теорія явищ переносу, довжина вільного пробігу та середній переріз молекул, молекулярно-кінетична теорія явищ переносу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [4] Явища переносу                                         |
| 11                             | <b>Кристали, рідини, фазові переходи.</b><br>Кристали та їх властивості. Рідини та їх властивості. Фаза та фазові переходи. Потрійна точка. Діаграма стану.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[1], [4] Кристали, рідини, фазові переходи.                     |
| <b>Розділ 3 ЕЛЕКТРОСТАТИКА</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                   |
| 12                             | <b>Електричне поле. Характеристики електричного поля.</b><br>Електричний заряд та його властивості. Напруженість поля точкових та розподілених зарядів. Теорема Гаусса.<br><b>Потенціал електричного поля. Енергія взаємодії електричних точкових зарядів.</b><br>Робота по перенесенню заряду в електричному полі. Потенціал поля. Зв'язок напруженості та потенціалу електростатичного поля. Енергія електростатичного поля.                                                                                      | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[2], [8] Електричне поле та його властивості.                   |
| 13                             | <b>Електричне поле в діелектриках.</b> Типи діелектриків. Явище поляризації, поляризованість діелектрика. Теорема Гаусса для вектора $\mathbf{P}$ . Вектор $\mathbf{D}$ . Діелектрична проникність.<br>Електричне поле в провідниках.<br>Електричне поле в провідниках. Ємність, конденсатори. Розрахунок ємності конденсатора.<br>Енергія електричного поля.<br>Енергія взаємодії системи заряджених тіл, енергія взаємодії, енергія зарядженого конденсатора; енергія електричного поля, об'ємна густина енергії. | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами: [2], [8] Діелектрики та провідники.                                |
| 14                             | <b>Електричний струм та його характеристики.</b><br>Постійний електричний струм, сила і густина струму. Рівняння неперервності. Електрорушійна сила. Закони Кірхгофа. Потужність. Теорія електропровідності в металах. Контактна різниця потенціалів. Електричний струм в газах та рідинах.                                                                                                                                                                                                                         | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[2], [8] Електростатичне поле і його характеристики.            |
| 15                             | <b>Магнітне поле в вакуумі.</b><br>Магнітне поле та його характеристики. Закони Біо-Савара-Лапласа, Ампера, Лоренца. Магнітне поле соленоїда і тороїда. Рух заряджених частинок в магнітному полі.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[2], [8] Магнітне поле в вакуумі.                               |
| 16                             | <b>Магнітне поле в речовині.</b><br>Опис магнітного поля в магнетиках. Намагнічування магнетиків. Діа-, пара-, феро-, антиферо-, ферімагнетики. Намагнічування та перемагнічування феромагнетиків.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[2], [8] Магнітне поле в речовинах.                             |
| 17                             | <b>Електромагнітна індукція. Електричні коливання.</b><br>Електромагнітна індукція закон Фарадея. Явище самоіндукції. Взаємоіндукція. Коливальний контур. Незгасаючі, згасаючі, вимушені коливання. Резонанс.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[2], [8] Явища електромагнітної індукції. Електричні коливання. |
| 18                             | <b>Електромагнітне поле.</b><br>Вихрове електричне поле. Електромагнітне поле. Система рівнянь Максвелла. Енергія електромагнітного поля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Опрацювання лекційного матеріалу за джерелами:<br>[2], [8] Електромагнітне поле                                   |

## 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 теоретичний матеріал за темою заняття; 2) вивчити приклади розв'язування задач; 3) пройти тест перевірки готовності до практичного заняття. Після проведення заняття виконати домашнє завдання по розв'язуванню задач.

| № п/п                                 | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу)                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Розділ 1МЕХАНІКИ</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>1</b>                              | Вступне заняття. Кінематика: рівномірний, рівнозмінний та криволінійний рух.<br>Ознайомлення з математичними методами розв'язування задач з фізики.<br>[1] Кінематика<br>[2] Деякі загальні методи розв'язування задач з фізики<br>[3] параграфи: 1, 2, 3, 4 |
| <b>2</b>                              | Динаміка поступального та обертального руху.<br>[1] параграфи: 2, 3<br>[3] параграфи: 5, 8, 10                                                                                                                                                               |
| <b>3</b>                              | Робота та енергія.<br>[1] параграф 4<br>[3] параграфи: 12, 13, 14<br>[4] комплексні тести з розділу «Механіка» Рівень 1 та Рівень 2.                                                                                                                         |
| <b>Розділ 2. МКТ та термодинаміка</b> |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>4</b>                              | МКТ та термодинаміка<br>[1] параграфи: 8, 9, 11<br>[3] параграфи: 17, 21<br>[4] комплексні тести з розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» Рівень 1 та Рівень 2.                                                                                        |
| <b>Розділ 3. Електромагнетизм</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>5</b>                              | Електростатика. Теорема Гауса.<br>[1] параграфи: 13, 14, 15<br>[3] параграфи: 23, 24                                                                                                                                                                         |
| <b>6</b>                              | Конденсатори.<br>[1] параграфи: 17, 18<br>[3] параграф 25                                                                                                                                                                                                    |
| <b>7</b>                              | Постійний струм.<br>[1] параграф 19<br>[3] параграф и: 26, 27, 28                                                                                                                                                                                            |
| <b>8</b>                              | Магнітне поле. Явище електромагнітної індукції.<br>[1] параграфи: 21, 22, 23, 25,26<br>[3] параграфи: 30, 31<br>[4] комплексні тести з розділу «Електромагнетизм» Рівень 1 та Рівень 2.                                                                      |
| <b>9</b>                              | Заключне заняття. Підбиття підсумків курсу.                                                                                                                                                                                                                  |

## Лабораторні заняття

У першому семестрі студенти виконують лабораторні роботи з циклу «Механіка», «Молекулярна фізика і термодинаміка» та «Електрика та магнетизм» 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

| №<br>п/п | Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)                                   |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-1      | Обробка результатів вимірювань у фізичній лабораторії                                  |
| 1-2      | Вивчення динаміки обертового руху на прикладі фізичного маятника                       |
| 1-3      | Вивчення динаміки обертового руху на основі маятника Обербека або оборотного маятника. |
| 1-4      | Дослідження коливального руху з допомогою оборотного маятника.                         |
| 1-5      | Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса.                                |
| 1-6      | Визначення відношення теплоємностей $C_p/C_v$ для повітря.                             |
| 1-7      | Вивчення ламінарної течії газу крізь тонкі трубки.                                     |
| 1-9      | Вивчення розподілу Больцмана.                                                          |
| 2-1      | Вивчення моста Уінстона                                                                |
| 2-2      | Вивчення метода компенсації                                                            |
| 2-3      | Дослідження електричного поля конденсатора                                             |
| 2-4      | Вивчення роботи осцилографа                                                            |
| 2-5      | Дослідження електричного поля                                                          |
| 2-7      | Вивчення термо ЕДС                                                                     |
| 2-8      | Дослідження роботи діода                                                               |
| 2-9      | Вивчення намагнічення та перемагнічення матеріалів                                     |
| 2-12     | Дослідження магнітного поля методом Томпсона                                           |
| 2-13     | Дослідження згасаючих електричних коливань                                             |
| 2-14     | Дослідження вимушених коливань                                                         |

Дано загальний перелік лабораторних робіт. Графіком виконання лабораторних робіт визначається які роботи будуть виконувати студенти.

### 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, виконання завдань домашніх контрольних робіт, підготовку до модульних контрольних робіт.*

Опрацювання лекційного матеріалу проводиться регулярно протягом семестру напередодні наступної лекції і полягає в повторенні 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. Виконання цієї роботи вимагає від 1 до 2 годин.

Розв'язування задач домашнього завдання проводиться з метою закріплення знань та умінь практичного застосування положень теорії, набутих на аудиторних заняттях. Виконання цієї роботи потребує від 1 до 3 годин.

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. Виконання цієї роботи потребує від 1 до 3 годин. Після проведення лабораторної роботи студенти повинні оформити результати досліджень: виконати необхідні обчислення, побудувати графіки, розрахувати похибки. Результати обробки експериментальних даних повинні бути представлені не пізніше наступного лабораторного заняття.

Розрахункова робота складається з чотирьох частин: «Фізичні основи механіки», «Основи молекулярної фізики і термодинаміки», «Електростатичне поле» та «Магнетизм». Кожна частина складається з восьми задач, відповідно до програми курсу. На виконання кожної з частин передбачено 3 – 4 тижні.

Підготовка до модульних контрольних робіт передбачає повторення студентом положень теорії та їх практичного застосування. Виконання цієї роботи вимагає від 1 до 6 годин.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Відвідування лекцій, практичних занять та лабораторних робіт 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 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.*

*Результати виконаних практичних робіт оформлюються у вигляді звітів, написаних рід руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати.*

*За дистанційної форми навчання звіт може виконуватися як «від руки», так і в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей. Захищені роботи студенти надсилають на зберігання в Google Class.*

*Під час проведення лекційних, практичних та лабораторних занять забороняється використовувати мобільні телефони для спілкування та не санкціонованого пошуку інформації в Інтернеті. Їх можна використовувати тільки для проходження тестування, а також 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).

Завдання розрахункової 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.

Заохочувальні бали виставляються за: активну роботу на практичних заняттях; участь у факультетських та інститутських олімпіадах з фізики. Кількість заохочуваних балів не більше 5. До рейтингу студента додатково включаються бали, одержані на студентських фізичних науково-практичних конференціях за умови пред'явлення відповідного сертифікату.

Штрафні бали призначаються за несвоєчасне виконання завдань розрахункової роботи, не виконання домашніх завдань на практичних заняттях, несвоєчасний захист лабораторних робіт.

Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі. За несвоєчасне виконання завдань призначаються штрафні бали. 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 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 іспиті). В разі виявлення академічної недоброчесності контрольний захід для даного студента припиняється і переноситься на інший час, а також нараховуються штрафні бали.

## **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 виконання завдань на практичних заняттях,
- результатами лабораторних занять;
- виконання розрахункової роботи;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР),
- 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 та модульної контрольної роботи:

$$r_C = \sum_k r_{\Pi} + r_M$$

$r_{\Pi}$  – бали поточного контролю,  $r_M$  – бал отриманий на модульній контрольній роботі. Максимальна кількість балів стартового рейтингу складає 60 балів.

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<br>можлива<br>кількість балів |
|----------------------------------------|-----------|-------------------------|-----|-------------------------------------------|
| Лекційні заняття                       | 36        |                         |     |                                           |
| Практичні<br>заняття                   | 18        | Повна відповідь         | 2,5 | 10                                        |
|                                        |           | Неповна відповідь       | 2,0 |                                           |
|                                        |           | Задовільна відповідь    | 1,5 |                                           |
| Лабораторні<br>заняття <sup>1</sup>    | 36        | Захист роботи           |     | 30                                        |
|                                        |           | Повна відповідь         | 2   |                                           |
|                                        |           | Неповна відповідь       | 1,5 |                                           |
|                                        |           | Задовільна відповідь    | 1   |                                           |
|                                        |           | Оформлення<br>протоколу | 0,5 |                                           |
| РР<br><br>1                            |           | Захист 1                | 5   | 5                                         |
|                                        |           | Захист 2                | 4   |                                           |
|                                        |           | Захист 3                | 3   |                                           |
|                                        |           | Незахист                | 0   |                                           |
| МКР<br><br>1                           |           | Частина 1               | 5   | 15                                        |
|                                        |           | Частина 2               | 5   |                                           |
|                                        |           | Частина 3               | 5   |                                           |
| Сума вагових балів контрольних заходів |           |                         |     | 60                                        |

**Таблиця 2. ШТРАФНІ ТА ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ**

|                                                           | бали      |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Несвоєчасне виконання завдання СРС                     | –0,5      |
| 2. Несвоєчасний захист РР (запізнення на тиждень)         | –1        |
| 3. Якісне ведення конспекту лекцій                        | 1...5     |
| 4. Участь у конференціях, семінарах, підготовка рефератів | 5         |
| <b>Максимальна сума заохочувальних <math>R_s</math></b>   | <b>10</b> |

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

### Семестровий контроль: *екзамен*

До екзамену (іспиту) допускаються студенти, котрі за результатами поточного контролю набрали не менше 36 балів (60 % від максимально можливих) за умови здачі всіх лабораторних робіт, успішного захисту РР, виконання усіх завдань практичних занять та позитивного результату виконання модульної контрольної роботи (не менше 60 % правильно виконаних завдань). За результатами екзамену студент може набрати 40 балів.

**Таблиця 3.** Критерії оцінювання та кількість балів на іспиті.

| <b>Критерії</b>                                                                                                                | <b>Кількість балів</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання                         | 35-40                  |
| студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання                                  | 30-35                  |
| студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності, щодо використання отриманих знань       | 25-30                  |
| студент демонструє задовільні знання навчального матеріалу, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань | 20-25                  |
| студент демонструє задовільні засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві помилки, щодо використання отриманих знань    | 21-24                  |
| незадовільне знання теорії та відсутність вміння та навичок у вирішенні поставлених завдань                                    | 0                      |

**Таблиця 4.** Критерії оцінювання та кількість балів на іспиті. При дистанційній здачі у вигляді тесту.

| <b>Критерії</b>                                                              | <b>Кількість балів</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Пройходження усіх рівнів тесту повністю (Відповідь на усі питання позитивно) | 40                     |
| Пройходження 1 та 2 рівня тесту повністю (Відповідь на 60% питань позитивно) | 30                     |
| Пройходження 1 рівня тесту на рівні 60%                                      | 20                     |
| Не пройходження тесту                                                        | 0                      |

Максимальна сумарна оцінка може бути 100 балів, мінімальна сумарна позитивна оцінка складає 60 балів.

**Таблиця 5** відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| <b>Кількість балів</b>    | <b>Оцінка</b> |
|---------------------------|---------------|
| 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. Способи описання руху. Векторний та координатний способи описання руху. Радіус-вектор, швидкості, прискорення.
2. Природний спосіб описання руху. Швидкість, нормальне та тангенціальне прискорення.
3. Рух точки по колу і параметри цього руху (кут повороту, вектори кутової швидкості та кутового прискорення).
4. Закони Ньютона. Закони сил у механіці, принцип суперпозиції.
5. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції при поступальному та обертальному русі системи відліку.
6. Імпульс тіла та системи тіл. Закон збереження імпульсу. Поняття про центр мас.
7. Робота сил: постійної, консервативної, неконсервативної. Робота центральної сили.
8. Кінетична енергія, теорема про кінетичну енергію.
9. Потенціальна енергія (поля сили тяжіння, пружної деформації).
10. Повна механічна енергія. Закон збереження енергії.
11. Пружні і непружні зіткнення.
12. Момент імпульсу, момент сили. Закон збереження моменту імпульсу.
13. Обертання тіла навколо нерухомої осі. Основне рівняння динаміки обертального руху. Момент інерції відносно осі. Теорема Штейнера.
14. Постулати Ейнштейна. Довжина відрізка і проміжок часу в різних інерціальних системах відліку.
15. Перетворення Лоренца. Додавання швидкостей в релятивістській кінематиці.
16. Релятивістський інтервал.
17. Релятивістський імпульс. Другий закон Ньютона в спеціальній теорії відносності.
18. Робота і кінетична енергія в спеціальній теорії відносності.
19. Зв'язок енергії та імпульсу в спеціальній теорії відносності.
20. Основні поняття молекулярно-кінетичної теорії: маса і розмір молекул, кількість речовини, молярна маса, концентрація.
21. Температура та її зв'язок з середньою енергією руху молекул.
22. Модель ідеального газу. Тиск газу. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії. Рівняння стану ідеального газу.
23. Ізопроцеси ідеального газу, їх закони і графіки.
24. Модель реального газу. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми реального газу. Критичні параметри.
25. Поняття про функцію розподілу (загальні уявлення). Функція розподілу Максвелла за проекціями швидкості та за абсолютним значенням швидкості. Характерні швидкості молекул.
26. Барометрична формула.
27. Внутрішня енергія. Робота газу. Перше начало термодинаміки.
28. Теплоємність ідеального газу. Число ступенів свободи молекул. Зв'язок теплоємностей  $C_p$  та  $C_v$ .
29. Адіабатний процес. Рівняння адіабати, графік адіабатного процесу. Робота газу в адіабатному процесі.
30. Принцип побудови теплових двигунів. ККД теплового двигуна. Ідеальний тепловий двигун та його ККД. Друге начало термодинаміки
31. Оборотні та необоротні процеси. Ентропія. Закон зростання ентропії в необоротних процесах.
32. Явища переносу: їх загальна характеристика. Середня довжина вільного пробігу.
33. Явище дифузії ідеального газу.
34. Явище теплопровідності ідеального газу.
35. Явище внутрішнього тертя.

36. Електричний заряд і його характеристики. Електричне поле. Напруженість поля точкового заряду. Принцип суперпозиції. Обчислення напруженості поля розподілених зарядів.
37. Теорема Гаусса та її застосування. Дивергенція вектора напруженості.
38. Робота сил електростатичного поля. Потенціальний характер електростатичного поля. Потенціальна енергія і потенціал. Принцип суперпозиції для потенціалу.
39. Зв'язок напруженості і потенціалу електростатичного поля. Оператор градієнту.
40. Електричний диполь. Електричне поле точкового диполя: потенціал та напруженість поля.
41. Поведінка диполя в електричному однорідному та неоднорідному полі.
42. Графічне зображення полів. Лінії вектора напруженості (силові лінії), еквіпотенціальні поверхні.
43. Електричне поле в діелектриках, вектор поляризації. Вектор  $D$ , діелектрична проникність
44. Зміна нормальної та тангенціальної складових напруженості електричного поля на межі поділу діелектриків.
45. Електричне поле в металах.
46. Енергія електричного поля.
47. Ємність, конденсатори. З'єднання конденсаторів.
48. Енергія зарядженого конденсатора.
49. Енергія електростатичного поля.
50. Електричний струм, постійний струм, сила і густина струму.
51. Рівняння неперервності.
52. Електрорушійна сила.
53. Правила Кірхгофа для розгалужених мереж.
54. Потужність і ККД Постійного струму.
55. Робота виходу електрона, електронна емісія. Термоелектронна емісія.
56. Явища: Зеебека, Пельтьє, Томсона. Контактна різниця потенціалів.
57. Електропровідність газів. Несамостійний та самостійний розряди в газах.
58. Тліючий коронний, іскровий і дуговий розряди в газах. Газорозрядна плазма.
59. Дисоціація молекул в розчинах. Електроліз, закони Фарадея.
60. Технічне використання електролізу. Електропровідність електроліту.
61. Магнітне поле, індукція магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа.
62. Магнітне поле рухомого заряду, прямого та колового струмів.
63. Потік і циркуляція вектора  $B$ .
64. Магнітне поле соленоїда і тороїда.
65. Закон Ампера. Сила Лоренця. Ефект Холла.
66. Стан контуру з струмом в магнітному полі. Робота при переміщенні контуру з струмом в магнітному полі.
67. Рух заряджених частинок в магнітному та електричному полях. Циклотрон.
68. Намагнічування магнетиків. Опис магнітного поля в магнетиках. Умови на межі двох магнетиків.
69. Магнітний момент атома, класифікація магнетиків. Діа-, пара-, ферро-, антиферо-, і ферімагнетики.
70. Намагнічування і перемагнічування феромагнетиків.
71. Електромагнітна індукція. Закон Фарадея. Струми Фуко.
72. Явище самоіндукції. Енергія магнітного поля.
73. Струми розмикання і замикання. Взаємоіндукція.
74. Вихрове електричне поле. Струм зміщення.
75. Електромагнітне поле. Система рівнянь Максвелла.
76. Хвильове рівняння для електромагнітного поля.

- 77.Плоска електромагнітна хвиля. Енергія електромагнітного поля.  
78. Випромінювання диполя.  
79.Квазістаціонарний струм. Коливальний контур.  
80.Незгасаючі вільні коливання в контурі. Згасаючі коливання.  
Вимушені коливання. Резонанс.

## Додаток 2. 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:**

Аналізувати рух матеріальної точки і твердого тіла, визначати кінематичні характеристики і встановлювати зв'язки між ними на основі диференціального та інтегрального числення.

Аналізувати сили, що зумовлюють зміни характеру руху та визначати характеристики руху на основі розв'язків диференціальних рівнянь.

Обчислювати роботу постійної та змінної сил, аналізувати умови виконання законів збереження енергії та імпульсу та використовувати їх для розрахунку процесів зіткнення.

Застосовувати закон збереження моменту імпульсу, визначати момент інерції твердих тіл

Використовувати елементи спеціальної теорії відносності для розрахунків проміжків часу, повздовжніх розмірів тіл, енергії та імпульсу релятивістських частинок енергетичних перетворень завдяки змінам маси релятивістських частинок.

Застосовувати рівняння стану ідеального та реального газу для визначення його параметрів.

Застосовувати функції розподілу Максвелла, Максвелла-Больцмана, Больцмана для визначення ймовірності знаходження молекул з відповідними значеннями параметрів (швидкість, енергія, імпульс).

Обчислювати зміни внутрішньої енергії, кількість теплоти, роботу газу. Визначати коефіцієнт корисної дії теплових машин, обчислювати зміни ентропії, аналізувати оборотні та необоротні процеси

Використовувати положення теорії явищ переносу для обчислення реальних процесів.

Застосовувати закони електростатичного поля для обчислення сили взаємодії, напруженості та потенціалу електричного поля, роботи сил поля.

Використовувати поняття дивергенції та градієнту. Розраховувати енергію електричного поля. Аналізувати поведінку провідників і діелектриків в електричному полі.

Використовувати знання для роботи з постійним та змінним струмами.

Аналізувати процеси що відбуваються в електричному колі.

Застосовувати закони постійного струму та Джоуля-Ленця для створення та обчислення електричних схем.

Застосовувати закони Фарадея для електролітичних розчинів.

Використовувати поняття магнітного поля. Розраховувати характеристики магнітного поля.

Використовувати знання для розрахунку та вивченню магнітного поля в речовинах.

Застосовувати закони електромагнітної індукції для створення та роботи трансформаторів та інших магнітних пристроїв.

Аналізувати процеси що відбуваються в коливальному контурі.

Використовувати коливальні процеси при проведенні досліджень.

Аналізувати електромагнітне поле. Використовувати характеристики електромагнітного поля. Розраховувати енергію електромагнітного поля.

#### **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 Кузь Олександром Павловичем

**Ухвалено** кафедрою загальної фізики та моделювання фізичних процесів (протокол № 06-22 від 15.06.2022)

**Погоджено** Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 9 від 30.06.2022 р.)