

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра фізики напівпровідників**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан фізичного факультету  
Володимир ЛАЗУР  
«28» червня 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕХАНІКИ**

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	01 Освіта/Педагогіка
Спеціальність	014 Середня освіта
Предметна спеціальність	014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)
Освітня програма	Фізика. Інформатика
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

**Ужгород 2024**

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізичні основи механіки**» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 014 Середня освіта, предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія), освітньої програми «Фізика. Інформатика».

**Розробник:** Хархаліс Л.Ю., професор, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри фізики напівпровідників

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики напівпровідників

протокол № 9 від «7» травня 2024 р.

Завідувач кафедри  Юліан ВИСОЧАНСЬКИЙ

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 10 від «27» червня 2024 р.

Голова науково-методичної комісії  Василь РУБИШ

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Фізичні основи механіки»

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 11	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 330	1-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 8 самостійної роботи студента – 8	1-й
	Лекції
	46 годин
	Практичні (семінарські)
	44 години
Вид підсумкового контролю: іспит	Лабораторні
	74
Форма підсумкового контролю: усний	Самостійна робота:
	166 годин

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Фізичні основи механіки» належить до обов'язкової компоненти циклу професійної підготовки освітньої програми підготовки бакалаврів предметної спеціальності **014.08 Середня освіта. Фізика та астрономія**.

**Мета** навчальної дисципліни «Фізичні основи механіки» впливає із цілей освітньої-професійної програми підготовки випускників вищого навчального закладу та визначаються змістом тих системних знань і умінь, котрими повинен оволодіти вчений фізик. Знання, які студенти отримують із цієї навчальної дисципліни, є базовими для блоку дисциплін, що забезпечують природничо-наукову і професійно-практичну підготовку. Тому у загальному плані мету і завдання даної дисципліни можна сформулювати наступним чином:

- Ознайомлення студентів з провідною роллю фізики в природничих науках та її тісним зв'язком з ними та сучасною технікою; з найбільш загальними досягненнями в області механіки, як основи всіх інших розділів фізики;
- Формування у студентів розуміння методологічних проблем фізики та її практичного використання;

- Одержання студентами основ фізичних теорій, які узагальнюють результати спостережень, експериментальних досліджень, достовірність яких перевірена практикою;
- Освоєння фізичних принципів і законів механіки та оволодіння відповідним математичним апаратом для їх опису;
- Одержання навичок у дослідженні фізичних процесів та явищ, пов'язаних з механічними рухами твердих тіл, рідин і газів та аналізу одержаних результатів;

Ці завдання конкретизуються відповідно до кожного змістового модулю програми.

У результаті вивчення дисципліни “Фізичні основи механіки” загального курсу фізики студент повинен:

**знати:** основні поняття, визначення, терміни, теореми, співвідношення і закони, що складають зміст загального курсу механіки; основні типи фізичних задач, які пов'язані з механікою руху твердих тіл, рідин та газів і застосовувати математичний апарат теорії класичної механіки; теоретичні основи аналізу механічних процесів, явищ та рухів, із врахуванням початкових умов, та основні методи їх розв'язування і графічного представлення, базові основи диференціального та інтегрального числення; межі застосовності, наближення і обмеження законів класичної механіки та їх використання;

**вміти:** формулювати фізичні задачі в області загальної механіки та отримувати їх розв'язки за допомогою освоєного математичного апарату, класифікувати механічні рухи різних тіл (твердих, рідких, газоподібних) та знаходити невідомі фізичні параметри рухів; використовувати прості фізичні лабораторні прилади і установки для знаходження параметрів руху і відповідних фізичних величин, що визначаються при вивченні даної дисципліни;

**увяляти:** основні напрямки розвитку механіки в цілому, її розділи та проблемні питання, що потребують вивчення; місце механіки та її роль у природничих науках, техніці і сучасному суспільстві, *розуміти і бачити* прояв фундаментальних фізичних законів у навколишньому світі.

**Метою проведення лабораторних занять є:**

- поглиблення теоретичних знань студентів, формування розуміння ролі експерименту в фізичній науці;
- широке і поглиблене знайомство з матеріальними засобами вимірювань у фізиці;
- засвоєння основних принципів і методів вимірювань у фізиці, культури проведення експериментів;
- розвиток спостережливості, конструктивного мислення, активізація самостійності у роботі;
- формування експериментаторської компетентності майбутніх фахівців;
- залучення студентів до самостійної навчально-дослідницької роботи.

Виконання лабораторних робіт з курсу загальної фізики передбачає формування у студентів таких експериментаторських навичок:

- планування експерименту*, тобто формулювання його мети, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план досліду й визначати найкращі умови для його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявні експериментальні засоби;
- підготовка експерименту*, тобто обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розташовувати прилади, досягаючи безпечного проведення досліду;
- визначення мети й об'єкту спостереження*, встановлення характерних ознак перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;
- уміння вимірювати фізичні величини*, користуючись різними вимірювальними приладами та мірками, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу;
- уміння обробляти результати експерименту*, обчислювати значення величин, знаходити похибки вимірювань, складати таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, записувати значення фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;
- уміння інтерпретувати результати експерименту*, описувати спостережувані явища й процеси, застосовуючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь,

встановлювати функціональні залежності, будувати графіки, робити висновки про здійснене дослідження відповідно до поставленої мети.

У результаті проведення лабораторних занять студенти повинні:

*знати:*

- методи емпіричного пізнання об'єктивної дійсності,
- сутність і методи реалізації експерименту;
- фізичні величини, їх класифікацію; одиниці фізичних величин, їх класифікацію;
- основні методи вимірювань у фізиці;
- характер зміни похибок вимірювань і методи їх оцінок;
- основні правила виконання математичних операцій з наближеними числами;
- основні правила графічного подання результатів експерименту;
- вимоги до питань охорони праці і техніки безпеки під час роботи у фізичних лабораторіях вищого навчального закладу;

*вміти:*

- провести оцінки і реалізувати оптимальні умови проведення фізичного експерименту, виконання лабораторної роботи;
- виконати оцінки похибок результатів експерименту; графічно подати результати експерименту;
- скласти коротке резюме по кожному завданню та в цілому про виконану лабораторну роботу;
- провести аналіз виконання лабораторної роботи, написати звіт та висновки про її результати;
- дати характеристику сучасного фізичного обладнання та приладів; користуватися довідковою літературою;
- забезпечувати безпечне виконання завдань лабораторних робіт і фізичних практикумів.

Відповідно до освітньої програми «**Фізика. Інформатика**», вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

<b>Програмні компетентності</b>	
<b>Інтегральна компетентність (ІК)</b>	
Здатність розв'язувати спеціалізовані практичні завдання в освітній галузі, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, предметних знань, психології, теорії та методики навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти.	
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	
<b>ЗК1</b>	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях.
<b>ЗК2</b>	Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.
<b>ЗК4</b>	Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.
<b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b>	
<b>ФК1</b>	Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмету.
<b>ФК4</b>	Здатність формувати і розвивати в учнів ключові та предметні компетентності засобами навчального предмету та інтегрованого навчання; формувати в них ціннісне ставлення, розвивати критичне мислення.

<b>Фахові (предметні) компетентності</b>	
<b>ПК1</b>	Здатність використовувати комплекс наукових знань з фізики та астрономії у поєднанні із необхідним математичним апаратом для пояснення явищ природи, розуміння сучасної природничо-наукової картини світу.
<b>ПК2</b>	Здатність організувати та здійснювати дослідницьку діяльність та формулювати доказові висновки на основі отриманої інформації.
<b>ПК3</b>	Здатність виокремлювати істотні ознаки основних одиниць навчального змісту курсу фізики: фізичного явища, величини, закону, фізичної теорії, фундаментального фізичного експерименту, фізичного приладу, технічного пристрою та моделі; обґрунтовано обирати та застосовувати методи й засоби навчання, відповідний дидактичний матеріал для їх пояснення.
<b>ПК4</b>	Здатність здійснювати усі види фізичного експерименту, у тому числі і навчального, відповідно до методики і техніки проведення.
<b>ПК5</b>	Здатність розв'язувати задачі з фізики й астрономії та навчати учнів їх розв'язуванню.

### **3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Фізичні основи механіки» є володіння базовими знаннями з математики, фізики та астрономії згідно програм загальноосвітньої середньої школи.

### **4.ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Відповідно до освітньої програми «**Фізика. Інформатика**», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

<b>Програмні результати навчання</b>	
<i>Програмні результати навчання (РН), спільні для всіх предметних спеціальностей</i>	
<i>Програмні результати навчання (РН), спільні для всіх предметних спеціальностей</i>	
<b>РН 7</b>	<i>Демонструє</i> знання основ фундаментальних і прикладних наук (відповідно до предметної спеціальності), <i>оперує</i> базовими категоріями та поняттями предметної області спеціальності.
<i>Програмні результати навчання для предметних спеціальностей (ПРН)</i>	
<b>ПРН 1</b>	Класифікує і пояснює основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики, астрономії та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.
<b>ПРН 2</b>	Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.
<b>ПРН 3</b>	Здійснює експериментальну діяльність з фізики, організовує та проводить фізичний експеримент в освітньому процесі.
<b>ПРН 4</b>	Демонструє вміння розв'язувати типові задачі з різних розділів фізики та астрономії, чітко й раціонально пояснює їх розв'язки.

<b>Очікувані результати навчання</b>		
<b>Очікувані результати навчання (РН), спільні для всіх предметних спеціальностей</b>		
1.	Вміти демонструвати знання фундаментальних основ механіки та її тісного зв'язку з прикладних науками і сучасною технікою, а також оперувати базовими категоріями та поняттями в області механіки, як основи всіх інших розділів фізики.	<b>РН 7</b>
<b>Очікувані результати навчання для предметних спеціальностей (ПРН)</b>		
1.	Вміти класифікувати і пояснювати основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження з розділу механіка, методика їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку, розуміти прояв фундаментальних фізичних законів у навколишньому світі.	<b>ПРН 1</b>
2.	Освоїти та вміти аналізувати фізичні явища і процеси на основі фізичних законів з різних розділів механіки (як класичної, так і релятивістської), теорій, принципів із застосуванням відповідних математичних методів для їх опису.	<b>ПРН 2</b>
3.	Одержати навички експериментальної діяльності у дослідженні фізичних процесів та явищ, пов'язаних з механічними рухами твердих тіл, рідин і газів; вміти організувати та проводити фізичний експеримент, який передбачається при вивченні механіки, у поєднанні з використанням програмних продуктів для обробки отриманих результатів.	<b>ПРН 3</b>
4.	Демонструвати вміння розв'язувати типові задачі з різних розділів механіки, чітко й раціонально пояснювати їх розв'язки з використанням базових основ диференціального та інтегрального числення та методів графічного представлення.	<b>ПРН 4</b>

## **5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

Методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- відповіді і виконання тестів на практичних заняттях;
- виконання індивідуальних завдань (розв'язка задач) самостійної роботи;
- виконання завдань модульних контрольних робіт;
- підготовка до виконання лабораторної роботи у робочому зошиті;
- відповіді і виконання тестів при допуску до виконання роботи на лабораторних заняттях;
- чітке виконання вимірювань; записів у таблицях з вказанням розмірностей фізичних величин і оцінкою похибок;
- якість оформлення звіту, у тому числі використання програмних продуктів типу Excel, Origin;
- виконання додаткових індивідуальних завдань;
- захист результатів лабораторної роботи;
- реферат з відповідями на питання шкільного курсу фізики;
- презентація результатів виконання навчально-дослідницької роботи студента;
- виступ на науковій конференції студентів фізичного факультету.

### **Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**

Форми поточного контролю:

- усне опитування та виконання тестових завдань на практичних заняттях;
- перевірка підготовки до виконання лабораторної роботи у робочому зошиті;

- усне опитування та виконання тестових завдань при допуску до виконання завдань лабораторних робіт;
- перевірка і захист звіту за виконану роботу;
- виконання завдань самостійної роботи;

Форма модульного контролю: складається з поточного контролю та оцінювання модульної контрольної роботи.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит.

## Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

### Модуль1

Поточне оцінювання та самостійна робота											Лаб. роботи	Модульні КР	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	30	40	100
2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3			

T1, T2 ... – теми

### Модуль2

Поточне оцінювання та самостійна робота														Лаб. роботи	Модульні КР	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	30	40	100
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3			

T1, T2 ... – теми

Загальна кількість балів за 2 модулі становить 200 балів. Результуюче підсумкове оцінювання засвоєння навчального матеріалу (тобто за курс в цілому) визначається як інтегрована оцінка засвоєння всіх модулів і кількісно дорівнює сумі балів, отриманих за кожний модуль, поділена на 2.

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи															Сума
Т.П.	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	Л13	Л14	M1 – 30
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	M2 – 30

Т.П. – теорія похибок; Л1, Л2 ... – лабораторні роботи (змістовні модулі)

### Критерій оцінювання виконання, оформлення та захисту лабораторних робіт.

За кожну лабораторну роботу студент може отримати 100% максимальної кількості балів, визначеної для кожної теми (лабораторної роботи).

*Критерії оцінювання допуску і виконання лабораторної роботи (40% максимальної кількості балів, визначеної для кожної теми (лабораторної роботи):*

При оцінюванні допуску враховується розуміння послідовності виконання лабораторної роботи, підготовка бланку-звіту та вміння пояснити закони і закономірності, що передбачається дослідити в лабораторній роботі.

*I. Високий рівень (40% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Студент виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, виконує роботу за самостійно складеним планом, робить аналіз результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання). Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їх обґрунтування.

*II. Середній рівень (30% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Студент самостійно виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності виконання алгоритмів, проведення дослідів та вимірювань тощо. У звіті правильно і акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок.

*III. Задовільний рівень (20% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Студент виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою викладача, результат роботи студента дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання роботи допущені помилки.

*IV. Початковий рівень (10% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Студент демонструє вміння виконувати частину лабораторної роботи і лише з допомогою викладача, порушує послідовність виконання роботи, відображену в інструкції, не робить самостійно висновки за отриманими результатами.

*Критерії оцінювання оформлення і захисту лабораторної роботи (60% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи):*

При оцінюванні оформлення результатів лабораторних робіт (звіту) враховується охайність оформлення, дотримання загальноприйнятих вимог до оформлення такого роду документів, достовірність результатів, тощо.

*I. Високий рівень (50% - 60% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, уміло послуговується науковою термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію; вміє самостійно поставити мету дослідження, знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети, вказує шляхи її реалізації; робить аналіз та висновки.

*II. Середній рівень (30% - 50% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи негрубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок.

*III. Задовільний рівень (15% - 30% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, уміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул).

*IV. Початковий рівень (до 15% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи).* Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин.

*Кінцевий результат* обчислюється як сумарний бал за всі модулі (діє система накопичення балів).

Фізичний практикум вважається зарахованим студентау, якщо він повністю виконав всі завдання лабораторних робіт, оформив їх протоколи, виправивши при цьому можливі зауваження керівника заняття і захистив всі передбачені індивідуальним навчальним планом лабораторні роботи.

### **Критерії оцінювання модульних контрольних робіт**

Навчальним планом передбачено виконання чотирьох контрольних робіт за відповідними змістовними модулями. За кожен контрольну роботу студент може отримати 100% максимальної кількості балів, що для дисципліни «Фізичні основи механіки» становить 20 балів. Оцінюванню підлягає: 1) рівень володіння теоретичними знаннями, 2) рівень умінь використовувати теоретичні знання під час розв'язування задач різного типу (розрахункових, експериментальних, якісних). Контрольні роботи виконуються в формі письмової або усної відповіді, як правило, на два теоретичних питання та розв'язання двох задач. При цьому теоретичні питання оцінюються по 20% максимальної кількості балів, розв'язування задач - 30% максимальної кількості балів за кожен задачу. Контрольна робота може проводитись також у тестовій формі. Викладачі можуть коректувати кількість балів за кожне завдання у залежності від їх складності.

Під час оцінювання теоретичних питань враховуються знання студента про:

- фізичні явища і процеси: ознаки явища чи процесу, за якими вони відбуваються, зв'язок явища чи процесу з іншими, їх пояснення на основі наукової теорії, приклади використання;
- фізичні досліди та спостереження: мета дослідження чи спостереження, схема, умови, наявності яких здійснюється дослід чи спостереження, перебіг і результати дослідження чи спостереження;
- закони: формулювання та математичний вираз закону; досліди, що підтверджують його справедливості, приклади врахування і застосування його на практиці, межі застосування;
- фізичні теорії: дослідне обґрунтування теорії, основні положення, закони і принципи цієї теорії, основні наслідки; практичні застосування, межі застосування цієї теорії;
- фізичні величини: властивості, що характеризуються цим поняттям (величиною), зв'язок з іншими величинами (формула), означення величини, одиниці фізичної величини, способи її вимірювання;

Оцінка відповіді на теоретичні питання контрольної роботи здійснюється за такими критеріями:

*I. Високий рівень (оцінка A за шкалою ECTS):* студент має глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями; здатний використовувати знання як у стандартних, так і в нестандартних ситуаціях.

*II. Середній рівень (оцінка B, C за шкалою ECTS):* студент знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язки між ними, самостійно застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє аналізувати, робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь студента повна, логічна, обґрунтована; розуміння пов'язане з одиничними образами, але не узагальнене.

*III. Задовільний рівень (оцінка D за шкалою ECTS):* знання неповні, поверхові, студент відтворює основний навчальний матеріал, але недостатньо осмислено, має проблеми з аналізуванням та формулюванням висновків; здатний виконувати завдання за зразком.

*IV. Початковий рівень (оцінка E за шкалою ECTS):* відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища.

Визначальним показником для оцінювання вміння розв'язувати задачі є їх складність, яка залежить від:

- усвідомлення умови задачі, запис її у скороченому вигляді, виявлення даних, яких не вистачає в умові задачі та знаходження їх у таблицях чи довідниках, вираження всіх необхідних для розв'язку величини в одиницях СІ;
- побудова правильних, послідовних, логічних кроків та операцій, такими кроками можна вважати вміння (здатність): зробити схему або малюнок (за потреби), вивід (у простих випадках

обрання) формул для знаходження шуканої величини; виконання математичні дії й операції, здійснення обчислення числових значень невідомих величин, аналіз і будова графіків, використання методу розмірностей для перевірки правильності розв'язку задачі, оцінка одержаного результату та його реальність.

- раціональність обраного способу розв'язування.

Оцінка відповіді на практичні завдання (задачі) контрольної роботи здійснюється за такими критеріями:

*I. Високий рівень (оцінка A за шкалою ECTS):* студент самостійно розв'язує комбіновані типові задачі стандартним або оригінальним способом, розв'язує нестандартні задачі.

*II. Середній рівень (оцінка B, C за шкалою ECTS):* студент самостійно розв'язує типові задачі й виконує зазначені вище логічні кроки, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язку.

*III. Задовільний рівень (оцінка D за шкалою ECTS):* студент розв'язує типові прості задачі (за зразком), виявляє здатність обґрунтувати деякі логічні кроки.

*IV. Початковий рівень (оцінка E за шкалою ECTS):* студент уміє розрізняти фізичні величини, одиниці вимірювання з певної теми, розв'язувати задачі лише на відтворення основних формул; здійснює найпростіші математичні дії.

Оцінка «незадовільно» виставляється за роботу, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу, а у наявних його письмових відповідях є як принципи, так і грубі помилки. Студенти, які не представили письмові відповіді на модульних контрольних роботах, вважаються такими, що одержали оцінку «незадовільно».

### **Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю**

Оцінки “відмінно” (A) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії.

Оцінки “дуже добре” (B) заслуговує студент, що виявив повне знання програмового матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення, але під час відповіді допустив незначні неточності.

Оцінки “добре” (C) заслуговує студент, що виявив повне знання програмового матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення, але під час відповіді допустив неточності і помилки.

Оцінки “задовільно” (D) заслуговує студент, що виявив знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “задовільно” виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення.

Оцінки “достатньо” (E) заслуговує студент, що виявив знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “достатньо” виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

Оцінка “незадовільно” (FX) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань. Студенти, які не з'явилися на екзамен без поважних причин, вважаються такими, що одержали незадовільну оцінку.

Оцінка “неприйнятно” (F) виставляється студенту, не виконав повністю план навчальної дисципліни, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив

принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не виявив знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією.

Фізичний практикум вважається виконаним студентом, якщо він повністю виконав всі завдання, оформив протоколи, виправивши при цьому можливі зауваження керівника заняття і захистив всі передбачені індивідуальним навчальним планом лабораторні роботи.

За результатами рейтингового контролю знань студентів, дозволяється виставлення залікової відмітки “зараховано” або екзаменаційної оцінки (без складання заліку чи екзамену) із відповідною оцінкою за системою ECTS у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці E з кожного модуля. При цьому підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем і кількісно дорівнює сумі балів отриманих за кожен модуль з ваговим коефіцієнтом 0,4 та врахування оцінки НДРС (макс.10 б.) та реферату за шкільний курс з механіки (макс.10 б.). Студент має право підвищити оцінку за системою ECTS, складаючи залік або екзамен.

### **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ РЕЙТИНГОВОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ ФІЗИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУУЖНУ**

1. Рейтинг - це комплексний показник успішності студента, рівня його обізнаності в предметі, що вивчається. Цей показник характеризує якість знань, систематичність в роботі студента, його творчість, активність і самостійність.

2. Максимальна сума балів за всі види робіт (практичні, контрольні, самостійне вивчення, колоквиуми, підсумковий екзамен) з курсу становить 100 бали

3. За кожну виконану і захищену лабораторну роботу виставляється максимальна кількість балів, визначена для кожної лабораторної роботи. При цьому враховується результати допуску до виконання завдань, якість одержаних результатів та оформлення роботи, розуміння фізичної суті досліджуваних явищ, вміння користуватись фізичними приладами та захист роботи згідно наведених вимог у пункті «Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни» для фізичного практикуму.

4. Викладачі можуть встановлювати заохочувальні бали за активну участь в обговоренні теоретичного матеріалу та в розв'язку задач, творче виконання завдань, за додаткову індивідуальну роботу, яка сприяє поглибленому вивченню курсу (підготовка рефератів, участь в студентських олімпіадах, наукових конференціях, конкурсах наукових робіт, активна робота в наукових гуртках, публікація статей), однак зальна сума балів курсу та відповідного фізичного практикуму не може перевищувати максимальну суму балів, визначену в п.2 та п.3.

5. Таким чином, рейтинг - це сума набраних студентом балів в першому семестрі 2-го курсу за різнобічну діяльність в опануванні курсом і відповідним фізичним практикумом, яка виступає чисельним показником якості його роботи в порівнянні з максимально можливою кількістю балів та результатами однокурсників.

6. Для переведу кількості набраних балів в оцінку ECTS (Європейська система трансферу кредитів) використовують наступну систему:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ECTS	Характеристика	Еквівалент оцінки	
			за п'ятибальною шкалою (екзамени)	Заліки
90-100	A	Відмінно	Відмінно - 5	Зараховано
82 - 89	B	Дуже добре	Добре - 4	Зараховано
74 - 81	C	Добре	Добре - 4	Зараховано
64- 73	D	Задовільно	Задовільно - 3	Зараховано
60 - 63	E	Достатньо	Задовільно - 3	Зараховано
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю перескладання	Незадовільно - 2	Незараховано
0 - 34	F	Недостатньо з обов'язковим повторним навчанням	Незадовільно - 1	Незараховано

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Тематичний план лекцій.

№ теми	Тема
<b>Модуль 1</b>	
<b>Змістовий модуль 1. Кінематика матеріальної точки і твердого тіла (теми 1-4). Динаміка матеріальної точки (тема 5). Неінерціальні системи відліку (тема 6)</b>	
1.	<u>Вступ.</u> Предмет фізики. Місце фізики в системі природничих наук. Концепція фізичної картини світу. Фізичні величини та їх вимірювання. Система одиниць. Правило розмірностей. Абстракції та обмеженість моделей.
2.	<u>Системи координат.</u> Простір і геометрія. Геометрії Евкліда, Рімана, Лобачевського. Геометрія і дослід. Векторні та координатні методи опису. Перетворення координат і проєкцій векторів.
3.	<u>Перетворення Галілея.</u> Геометричні та фізичні перетворення координат. Інерціальні системи відліку та принцип відносності. Перетворення Галілея. Інваріанти перетворень. Абсолютний характер поняття одночасності. Додавання швидкостей. Перший закон Ньютона.
4.	<u>Кінематика матеріальної точки та твердого тіла.</u> Методи опису руху матеріальної точки. Опис переміщення, швидкості та прискорення матеріальної точки у векторній та координатній формах. Обертний рух та його кутові характеристики. Поняття миттєвої швидкості і миттєвого прискорення. Модель твердого тіла. Ступені вільності твердого тіла. Розклад руху твердого тіла на складові рухи. Кути Ейлера. Поступальний рух. Плоский рух. Вектори кутової швидкості, кутового прискорення. Миттєва вісь обертання.
5.	<u>Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок.</u> Сили та взаємодії. Другий закон Ньютона. Маса як міра інертності. Інтерпретація третього закону Ньютона при електромагнітній взаємодії рухомих зарядів. Момент сили. Момент імпульсу. Рівняння моментів. Система матеріальних точок. Рівняння руху системи матеріальних точок. Центр мас.
6.	<u>Неінерціальні системи відліку.</u> Час і простір у неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Неінерціальні системи відліку, що рухаються поступально. Невагомість. Принцип еквівалентності. <u>Неінерціальні системи відліку, які обертаються.</u> Відцентрове прискорення. Коріолісове прискорення. Неінерціальна система, пов'язана з поверхнею Землі. Маятник Фуко.
<b>Змістовий модуль 2. Робота, енергія, закони збереження, зіткнення (теми 7-9). Елементи теорії відносності (теми 10-11).</b>	
7.	<u>Робота сил, енергія.</u> Визначення роботи в механіці. Потенціальна енергія та її нормування. Енергія пружних деформацій. Енергія взаємодії. Кінетична енергія. Енергія зв'язку.
8.	<u>Закони збереження в механіці.</u> Математична суть механічних законів збереження. Ізольована система. Закон збереження імпульсу для ізольованої системи. Закони збереження для окремих проєкцій імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Закон збереження енергії та симетрія простору і часу. Загальні ідеї обґрунтування законів збереження однорідністю простору та часу, ізотропністю простору. Закони збереження в неінерціальних системах відліку.
9.	<u>Зіткнення.</u> Визначення поняття зіткнення. Пружні та непружні зіткнення. Зображення процесів зіткнення за допомогою діаграм. Система центра мас. Сповільнення нейтронів

	як приклад пружного зіткнення. Фізичні приклади непружних зіткнень. Зіткнення між елементарними частинками.
10.	<u>Елементи теорії відносності.</u> Експерименти з визначення швидкості світла та доведення постійності швидкості світла. Постулати спеціальної теорії відносності. Поняття часу. Синхронізація годинників. <u>Перетворення Лоренца.</u> Перетворення Галілея як граничний випадок перетворень Лоренца. Сучасні погляди на простір і час. Червоне зміщення. Моделі Всесвіту.
11.	<u>Кінематичні наслідки з перетворень Лоренца.</u> Відносність одночасності та причинність. Формула скорочення довжини рухомого тіла. Власний час. Сповільнення ходу рухомого годинника. Релятивістська формула додавання швидкостей. <u>Інваріанти спеціальної теорії відносності.</u> Релятивістське рівняння руху. Експериментальне підтвердження сповільнення часу. Енергія і маса та енергія зв'язку. Повна енергія та енергія спокою. Експериментальна перевірка співвідношення між масою та енергією. Досліди по залежності маси від швидкості. Інваріантність інтервалу.
<b>Модуль 2</b>	
<b>Змістовий модуль 3. Рух у зовнішніх полях (теми 1,2). Динаміка тіл змінної маси і твердого тіла (теми 3-5)</b>	
1.	<u>Рух у полі тяжіння.</u> Закон тяжіння Ньютона. Гравітаційна енергія кулеподібного тіла. Гравітаційний радіус. Основні закони руху планет і комет. Задача двох тіл, приведена маса. Рух штучних супутників Землі. Перша, друга, третя космічні швидкості. Вплив форми Землі та атмосферного гальмування на траєкторію штучних супутників. Труднощі класичної теорії тяжіння при поясненні руху Меркурія і відхилення променів світла в полі тяжіння Сонця.
2	<u>Рух в електромагнітних полях.</u> Сила Лоренца. Потенціал електричного поля. Рівняння руху заряду в електромагнітному полі. Особливості руху в стаціонарних, однорідних електричному і магнітному полях. Визначення відношення $e/m$ . Дрейф заряджених частинок. Магнітні дзеркала. Радіаційні пояси Землі.
3	<u>Динаміка тіл змінної маси.</u> Релятивістський рух. Формула Цюлковського. Ступінчасті ракети. Характеристична швидкість. Основні відомості про релятивістський випадок руху тіл змінної маси. Загальна характеристика можливостей реактивних двигунів для космічних польотів.
4	<u>Динаміка твердого тіла.</u> Система рівнянь руху твердого тіла та її замкненість. Момент інерції. Поняття про тензор інерції. Головні осі тензора інерції, головні моменти інерції та їх фізичний зміст. Обчислення моменту інерції відносно осі. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кінетична енергія руху твердого тіла. Кінетична енергія обертання.
5с	<u>Плоский рух твердого тіла.</u> Скочування тіл із похилої площини. Маятник Максвелла. Рух твердого тіла, закріпленого в точці. Вільні осі. Гіроскопи, прецесія та нутація. Гіроскопічний маятник. Невільний гіроскоп, гіроскопічні сили. (сам.)
<b>Змістовий модуль 4. Коливання та хвилі (теми 6-10)</b>	
6	<u>Коливний рух.</u> Гармонічні коливання. Додавання гармонічних коливань. Биття. Енергія коливань. Затухання коливань, логарифмічний декремент затухання. Випадок великого затухання. <u>Вимушені коливання.</u> Перехідний режим. Амплітудно-частотна характеристика. Добротність. Фазочастотна характеристика.
7с	Представлення гармонічних коливань у комплексній формі. Плоскі коливання. Якісний опис дії на систему періодичної, але не гармонічної сили. Випадок дії неперіодичної сили. Автоколивання. Параметричні коливання. Релаксаційні коливання. Система з багатьма ступенями вільності. Зв'язані системи. Нормальні коливання. (сам.)
8	<u>Хвилі в суцільному середовищі та елементи акустики.</u> Поздовжні та поперечні хвилі. Амплітуда, фаза, швидкість розповсюдження хвилі. Хвильове рівняння. Розподіл зміщень і деформацій у біжучій хвилі. Течія енергії. Вектор густини потоку енергії.

9	<u>Відбивання звукової хвилі, яка розповсюджується вздовж труби.</u> Інтерференція, дифракція хвиль. Стоячі хвилі. Локальний рух енергії в стоячих хвилях, взаємоперетворення кінетичної та потенціальної енергій.
10	<u>Природа звуку.</u> Об'єктивні та суб'єктивні параметри звуку. Звуковий тиск. Енергія звукової хвилі. Швидкість звуку та її вимірювання. Джерела звуку. Хвилі великої амплітуди, поняття про нелінійну акустику. Ультразвук. Звукові коливання в зімкнутих об'ємах. Резонатори. Ефект Доплера.
<b>Змістовий модуль 5. Механіка рідин і газів (теми 11,12). Деформація і напруга у твердих тілах (теми 13,14)</b>	
11	<u>Механіка рідин і газів.</u> Властивості рідин і газів. Закони гідростатики. Стаціонарна течія рідини (газу). Трубка течії. Рівняння нерозривності. Повна енергія потоку. Закон Бернуллі. Динамічний тиск.
12	<u>Течія рідини по горизонтальних трубах.</u> В'язкість рідини і газу. Ламінарна і турбулентна течії. Закон Пуазейля. Число Рейнольдса. Обтікання тіл рідиною та газом. Пограничний шар. Відрив потоку і створення вихрів. Лобовий опір і підймальна сила крила літака. Обтікання тіл, які рухаються з надзвуковою швидкістю.
13с	<u>Рух при наявності тертя.</u> Сухе та рідке тертя. Гранична швидкість при рідкому терті. Тертя кочення. Роль тертя при русі саморухомих засобів транспорту. (сам.)
14	<u>Деформація і напруга в твердих тілах.</u> Поняття суцільного середовища. Однорідна та неоднорідна деформації. Одновісний розтяг і стиск. Зсув, згин і кручення. Пружна і пластична деформація. Кількісна характеристика деформації, закон Гука, модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона. Залежність деформації від механічної напруги, межа пружності, межа міцності.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
Лекції		Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота студента	Самостійна робота студента	
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Кінематика матеріальної точки і твердого тіла (теми 1-4). Динаміка матеріальної точки (тема 5). Неінерціальні системи відліку (тема 6)</b>						
Теми 1-2. Предмет фізики та механіки. Концепція фізичної картини світу та її пізнання. Абстракції та моделі. Система одиниць (СІ). Системи координат. Перетворення координат.	44	4	2	16		22
Тема 3-4. Перетворення Галілея. Перший закон Ньютона. Кінематика матеріальної точки і твердого тіла.	24	4	4	4		12
Тема 5. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок. Рівняння руху.	20	2	4	4		10
Тема 6. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції. Закони Ньютона в НСВ.	6	2	1			3
Контрольна робота за змістовним модулем	2		1			1

<b>Змістовий модуль 2. Робота, енергія, закони збереження, зіткнення (теми 7-9). Елементи теорії відносності (теми 10-11).</b>						
Тема 7. Робота сил. Енергія. Енергія зв'язку.	8	2	2			4
Тема 8. Закони збереження в механіці, їх зв'язок з простором і часом. Закони збереження в неінерціальних системах відліку.	20	3	3	4		10
Тема 9. Зіткнення. Центр мас системи матеріальних точок та твердого тіла.	28	3	3	8		14
Тема 10. Елементи теорії відносності. Перетворення Лоренца.	4	2				2
Тема 11. Кінематичні наслідки з перетворень Лоренца. Інваріанти СТВ	6	2	1			3
Контрольна робота за змістовним модулем	2		1			1
<b>Разом за модуль 1</b>	<b>164</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>36</b>		<b>82</b>
<b>Модуль 2</b>						
<b>Змістовий модуль 3. Рух у зовнішніх полях (теми 1, 2). Динаміка тіл змінної маси і твердого тіла (теми 3-5)</b>						
Тема 1. Рух у полі тяжіння.	16	2	2	4		8
Тема 2. Рух у стаціонарних електричному і магнітному полях.	8	2	2			4
Тема 3. Динаміка тіл змінної маси.	6	2	1			3
Тема 4. Динаміка твердого тіла.	14	2	1	4		7
Тема 5. Плоский рух твердого тіла. Гіроскопи.	8	0	0	4		4
Контрольна робота за змістовним модулем	2		1			1
<b>Змістовий модуль 4. Коливання та хвилі (теми 6-10)</b>						
Тема 6. Коливний рух. Власні та вимушені гармонічні коливання. Затухаючі коливання.	16	2	2	4		8
Тема 7. Система з багатьма ступенями вільності. Зв'язані системи.	10	0	0	4		6
Тема 8. Хвилі в суцільному середовищі. Енергія.	10	2	3			5
Тема 9. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі.	6	2	1			3
Тема 10. Звукові хвилі. Ефект Доплера.	8	2	2			4
<b>Змістовий модуль 5. Механіка рідин і газів (теми 11,12). Деформація і напруга у твердих тілах (теми 13,14)</b>						
Тема 11. Механіка рідин і газів. Закон Бернуллі.	16	2	2	4		8
Тема 12. В'язкість рідин і газів, обтікання тіл, лобовий опір, підймальна сила.	6	2	1			3
Тема 13. Рух за наявності тертя (сухе, в'язке, кочення).	10		1	4		5
Тема 14. Деформація та напруга в твердих тілах.	22	2	1	8		11
Контрольна робота за змістовними модулями 4,5	4		2			2
Заключне заняття	4			2		2
<b>Разом за модуль 2</b>	<b>166</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>38</b>		<b>84</b>
<b>Разом за курс</b>	<b>330</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	<b>74</b>		<b>166</b>

### 6.3. Теми практичних занять

№ п/п лекц	Тема практичного заняття	К-сть годин
1.	Системи одиниць. Системи координат. Перетворення координат. Повторення шкільного матеріалу. ( <i>“Нульова” контрольна робота</i> ).	2
2.	Кінематика матеріальної точки.	2
3.	Кінематика твердого тіла.	2
4.	Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок	4
5.	Неінерціальні системи відліку	1
	<i>Контрольна робота.</i>	1
6.	Механічна робота. Механічна енергія.	2
7.	Закони збереження в механіці: енергії, імпульсу, моментів імпульсу і сили.	3
8.	Зіткнення. Центр мас системи матеріальних точок.	3
9.	Елементи теорії відносності. Кінематичні наслідки з перетворень Лоренца.	1
	<i>Контрольна робота</i>	1
10.	Рух в полі тяжіння.	2
11.	Рух у стаціонарному електричному і магнітному полі.	2
12.	Динаміка тіл змінної маси. Динаміка твердого тіла.	2
	<i>Контрольна робота.</i>	1
13.	Коливний рух: власні, згасаючі, вимушені коливання.	2
14.	Хвилі в суцільному середовищі: рівняння хвилі, енергія хвилі.	3
15.	Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі.	1
16.	Звукові хвилі. Ефект Доплера.	2
17.	Механіка рідин і газів: рівняння Бернуллі та наслідки з нього.	2
18.	Види тертя. В'язкість рідин і газів. Формула Пуазейля. Підймальна сила.	2
19,20	Деформація і напруженість твердих тіл: закон Гука, модулі деформації.	1
	<i>Контрольна робота</i>	2
	<b>Всього аудиторних годин</b>	<b>44</b>

### 6.4. Теми лабораторних робіт фізичного практикума

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1.	<b>Вступне заняття. Мета дисципліни. Предмет і завдання фізичного практикуму.</b> Вимоги до підготовки, виконання та оформлення лабораторних робіт. Проходження інструктажу з техніки безпеки при виконанні завдань в практикумі з механіки і молекулярної фізики.	4
2.	Лабораторна робота № 1. Похибки вимірювань. Вимірювання лінійних розмірів та визначення об'єму твердих тіл.	4
3.	Лабораторна робота № 2. Експериментальне визначення функцій розподілу випадкових величин.	6
4.	Лабораторна робота № 3. Вивчення систематичних і випадкових похибок на прикладі вимірювання питомого опору ніхромової дротини.	6
5.	Лабораторна робота № 4. Вивчення законів прямолінійного руху на машині Атвуда.	4
6.	Лабораторна робота № 5. Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою математичного маятника.	4

7.	Лабораторна робота № 6. Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою оборотного маятника.	4
8.	Лабораторна робота № 7. Визначення модуля Юнга за розтягом дротини та прогином стержня.	4
9.	Лабораторна робота № 8. Визначення коефіцієнта сили сухого тертя (тертя кочення).	4
10.	Лабораторна робота № 9. Вивчення законів обертового руху за допомогою маятника Обербека.	4
11.	Лабораторна робота №10. Визначення еліпсоїда інерції твердих тіл за допомогою крутильних коливань.	4
12.	Лабораторна робота №11. Визначення моменту інерції металевих кілець за допомогою маятника Максвелла	4
13.	Лабораторна робота №12. Визначення моментів інерції циліндрів та перевірка теореми Гюйгенса-Штейнера методом крутильних коливань.	4
14.	Лабораторна робота №13. Визначення швидкості куль за допомогою балістичного крутильного маятника.	4
15.	Лабораторна робота №14. Вивчення законів збереження за допомогою зіткнення тіл.	4
16.	Лабораторна робота №15. Вивчення прецесії вільного гіроскопа.	4
17.	Лабораторна робота №15. Вивчення коливань зв'язаних систем	4
18.	Захист і відробка завдань лабораторних робіт.	2
	Разом	<b>74</b>

### 6.5 Самостійна робота студента

№ теми	Тема	К-сть годин
1.	Сучасна фізична картина світу. Різні системи координат точки та перетворення їх координат із одної в іншу. Вектори та дії з векторами. Кінематика матеріальної точки та твердого тіла. Лінійні та кутові параметри руху. Вивід формули доцентрового прискорення. Напрацювання розв'язку задач кінематики.	16
2.	Система матеріальних точок. Диференціальне рівняння руху системи матеріальних точок. Центр мас. Замкнена система матеріальних точок. Динаміка точки та системи матеріальних точок. Напрацювання розв'язку задач: центр мас, динаміка.	10
3.	Неінерціальні системи відліку. Вивід формули для сили Коріоліса.	4
	Підготовка до модульної контрольної роботи-1	2
4.	Консервативна система. Робота та енергія. Вивід формул для потенціальної і кінетичної енергії. Вивід закону збереження механічної енергії та імпульсу у замкненій системі тіл. Вивід теореми про рух центра мас. Зображення процесів зіткнення за допомогою діаграм. Релятивістська робота і енергія. Енергія зв'язку і дефект мас. Закон збереження енергії в релятивістському випадку.	14
5.	Теорія відносності. Експерименти по визначенню швидкості світла. Вивід формул перетворення Лоренца. Експериментальне підтвердження сповільнення часу та зростання маси. 4-вимірний простір Мінковського: представлення і пояснення релятивістських ефектів. Енергетичний і просторовий інваріанти. Розв'язок задач.	14
	Підготовка до модульної контрольної роботи-2	2

6.	Доведення 3-х законів Кеплера. Виведення формули для гравітаційного радіуса, 1-ї, 2-ї і 3-ї космічної швидкості. Чорні діри. Причина відхилення від законів Кеплера. Задачі: обчислення космічних швидкостей для планет.	6
7.	Рух заряджених частинок в електричному і магнітному полі. Мас-спектроскопія і інші методи дослідження питомого заряду. Магнітне фокусування. Дрейф заряджених частинок. Магнітні дзеркала. Радіаційні пояси Землі. Ракети і міжзоряні відстані.	6
8.	Динаміка твердого тіла та тіла змінної маси. Обчислення моменту інерції тіл правильної форми відносно осі обертання. Розв'язок задач за теоремою Гюйгенса-Штейнера. Кінетична енергія тіла, що обертається навколо осі.	5
9.	Плоский рух твердого тіла. Динаміка твердого тіла закріпленого в тоці. Поняття про тензор інерції. Гіроскоп. Прецесія та нутація гіроскопу. Типи гіроскопів та їх використання гіроскопа.	5
	Підготовка до модульної контрольної роботи-3	2
10.	Вивід формули періоду коливань фізичного маятника. Додавання гармонічних коливань: фігури Ліссажу та биття. Резонанс, його характеристики та відповідні формули.	16
11.	Хвилі, хвильове рівняння. Енергія хвилі. Потік енергії. Розподіл деформацій у біжучій хвилі. Стояча хвиля. Звукові хвилі. Звуковий тиск. Визначення швидкості звуку. Характеристики хвиль великої амплітуди (ударних хвиль). Вивід формул ефекту Допплера. Допплерівське червоне зміщення. Моделі Всесвіту.	14
	Підготовка до модульної контрольної роботи-4	2
12.	Механіка рідин і газів. Вивід рівняння Бернуллі і формули Пуазейля. Формула Ньютона для сили в'язкості. Обтікання тіл потоком. В'язке тертя і лобовий опір. Ефект Магнуса. Підймальна сила крила літака. Принцип подібності.	18
13.	Рух при наявності тертя. Сухе та рідке тертя. Гранична швидкість при рідкому терті. Тертя кочення. Роль тертя при русі саморухомих засобів транспорту.	16
14.	Якісна і кількісна характеристика деформації. Коефіцієнт Пуассона. Тензор деформації. Взаємозв'язок між модулями деформації. Задачі на закон Гука.	12
	Підготовка до модульної контрольної роботи-5	2
	<b>Всього:</b>	<b>166</b>

### Організація самостійної і індивідуальної роботи студентів

Самостійна робота є складовою частиною вивчення дисципліни. Вона організовується згідно графіка самостійної роботи студентів, де вказується зміст самостійної роботи, форма контролю.

Самостійна робота студентів по вивченню дисципліни організовується на лекціях та практичних заняттях. Для самостійної роботи можуть використовуватись години самопідготовки в лабораторному практикумі, де наявне повне методичне забезпечення даного курсу. Для контролю за самостійною роботою з лекційного курсу передбачено колоквиуми, де перевіряється здатність студентів творчо мислити, усно формулювати фізичні положення і твердження.

При самостійній роботі над лекційним курсом рекомендується використати записи лекцій і навчальні посібники, що приводяться в списку літератури. Для зручності використання навчальних посібників студенти повністю забезпечуються розширеною програмою з вказаними розділами і параграфами.

Для стимулювання самостійної роботи на лекціях пропонуються невеликі домашні завдання, в основному у вигляді вправ, часткових випадків, виводів простих формул, рефератів. Теми рефератів можуть бути загальними або індивідуальними.

При підготовці до практичних занять рекомендується самостійно проробити теоретичний матеріал по темі заняття, попередньо повідомленій студентам, виписати основні формули, проаналізувати наслідки із них; виявити спільне, що об'єднує тему, з якої буде проводитися практичне заняття, з попередніми темами. Підготовка до практичних занять передбачає розв'язок задач, заданих на самостійну роботу. Розв'язок задач відіграє важливу роль в процесі вивчення, так як стимулює розвиток логічного і творчого мислення, виробляє навички практичного застосування одержаних знань.

Розв'язок задач потрібно починати з якісного аналізу, з в'яснення суті явища, розглядуваного в задачі і проведення аналізу умов, в яких це явище відбувається. Важливим моментом в розв'язку задачі є набір наближення, абстракції, моделі, а також вибір методу розв'язку, що полягає в установленні, якими законами і формулами необхідно користуватися при розв'язку задач.

Розв'язок задач приносить найбільшу користь, якщо він виконаний самостійно. Однак на першому етапі можна користуватися підказкою викладача. Слід мати на увазі, що розв'язок не завжди закінчується успіхом з першого разу, тому приступати до розв'язування задач потрібно завчасно. Потрібно перевіряти правильність розв'язку в загальному вигляді, використовуючи правило розмірностей.

Велике значення має аналіз одержаного розв'язку, так як він дозволить зафіксувати в пам'яті нові прийоми, які використовуються для розв'язку задач даного типу і одержані у результаті перебору різних варіантів, виявити частковість або спільність даного розв'язку, установити правдоподібність результату, межі його застосування, а також встановити, як можна ускладнити задачу і намітити шляхи її розв'язку.

При розв'язку задач рекомендується користуватися такими правилами, що впливають із вищевказаного.

1. Записати умову задачі (повністю або скорочено).

2.Зробити аналіз задачі:

- що є об'єктом вивчення;
- які об'єкти і теми може охоплювати задача у процесі розв'язку;
- які величини визначають його;
- який напрямок фізичного процесу;
- яка послідовність визначення необхідних для кінцевого розв'язку величин;
- записати необхідні початкові формули фізичних законів.

3. При можливості зробити рисунок.

4. Розв'язати задачу у загальному випадку.

5.Перевірити розв'язок задачі за одиницями розмірності фізичних величин, що входять у формулу.

6.Виразити значення фізичних величин, даних в умові задачі, в одній системі одиниць.

7.Обчислити значення шуканої величини й оцінити його реальність.

8.Аналіз розв'язку.

Усні відповіді, результати самостійних і контрольних робіт оцінюються за звичайною бальною системою, яка потім додається і перетворюється в рейтингову.

Для самостійної роботи можуть використовуватись години самопідготовки в лабораторних практикумах де наявне повне методичне забезпечення курсу, а також студенти мають можливість попередньо ознайомити з лабораторними стендами, приладами та устаткуванням, які використовуються при виконанні роботи. Контроль за самостійною роботою ведеться на кожному занятті при допуску і захисті лабораторної роботи, де перевіряється здатність студентів творчо мислити, усно формулювати фізичні положення і твердження. Співбесіди студента і викладача є перманентними, проводяться щодня протягом семестру, студент, який не у повній мірі зрозумів (підготовлений) до виконання завдань лабораторної роботи одержує консультацію викладача.

Підготовка до лабораторних занять, їх виконання, оформлення звітів передбачає значну самостійну роботу як поза практикумами, так і при роботі в лабораторії. При самостійній роботі

рекомендується використати записи лекцій і навчальні посібники, що приводяться в списку літератури. При цьому рекомендується самостійно проробити теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи, попередньо повідомленій студентам, ознайомитись із методикою експерименту, завданнями і ходом їх виконання, скласти план проведення дослідів.

Перш ніж приступити до виконання лабораторної роботи, студент повинен самостійно вивчити теоретичні питання, які стосуються даної лабораторної роботи за рекомендованою літературою, розуміти суть завдань, підготувати в робочому зошиті необхідні короткі теоретичні відомості, схеми проведення експерименту і таблиці, знати хід роботи, робочі формули для проведення розрахунків, вміти оцінити похибки вимірювань. Після допуску викладачем до виконання роботи студент повинен чітко вести записи в робочому зошиті і на протязі заняття не тільки виконати вимірювання по лабораторній роботі, але і провести пробні обчислення вимірюваної величини і оцінити похибки вимірювань. У години самопідготовки або в домашніх умовах студент оформляє звіт про виконану роботу з використанням програм Excel, Origin для обробки і представлення результатів і знайомиться з методичними матеріалами до наступної лабораторної роботи. У ході виконання лабораторної роботи студенти можуть пропонувати і одержувати від викладача **індивідуальні завдання**, які поглиблюють і розширюють знання про досліджувані явища і процеси, або виконувати додаткові лабораторні роботи, які наявні у лабораторних практикумах, але не включенні до списку завдань .

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

### ***До лекцій і практичних занять:***

Лекційні демонстраційні досліди (біля 40 )

Технічні засоби навчання; мультимедійний проектор, персональний комп'ютер

Плакати (біля 50)

Дистанційна платформа Moodle

### ***До виконання завдань лабораторних робіт фізичного практикума:***

Технічні засоби навчання; мультимедійний проектор, (типу Epson EB-S6) персональний комп'ютер (Intel Pentium 3,2 GHz/1Gb/160Gb, Монітор 15'' TFT), програми Excel, Origin.

Комплект лабораторних робіт з механіки виробництва з-ду «ЭЛЬВРО» (Польща)у кількості 12 шт. у тому числі:

1. Прилад для вимірювання питомого опору ніхрому FPM-01
2. Машина Атвуда FPM-02
3. Маятник Максвелла FPM-03
4. Універсальний маятник FPM-04
5. Крутильний маятник FPM-05
6. Маятник Обербека FPM-06
7. Нахилений маятник FPM-07
8. Прилад для вивчення законів збереження (зіткнення кульок) FPM-08
9. Балістичний крутильний маятник FPM-09
10. Гіроскоп FPM-10
11. Установка для вивчення руху тіл при наявності лобового опору FPM-11
12. Прилад для вивчення коливання зв'язаних систем FPM-12

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Кн.1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 2002. – 336 с.
2. Кучерук І.М. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 520 с.
3. Жихарев В.М., Ковач Є.Т. Механіка (конспект лекцій з курсу загальної фізики). Навчальний посібник. – Ужгород, вид-во "ФОП Бреза А.Е", 2012. – 195 с.
4. Жихарев В.М., Ковач Є.Т., Різак В.М., Різак І.М. Механіка у прикладах і задачах. – Ужгород: вид-во "Мистецька лінія", 2004. – 270 с.
5. Горват А.А., Жихарев В.М., Хархаліс Л.Ю. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 1, 2. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навчальний посібник. - Ужгород. Вид. УжНУ «Говерла», 2021. - 142 с.
6. Горват А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ "Говерла", 2019. – 182 с.
7. Горват А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Обробка, візуалізація та аналіз експериментальних даних з використанням пакету Origin. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ «Говерла», 2020. – 64 с.

### Допоміжна література

8. Lea S., Burke J. Physics: the nature of things. –West Publishing Company. USA, 1997. 1199 p.
9. Жихарев В.М., Хархаліс Л.Ю., Ковач Є.Т., Берча Д.М. Фізичний практикум з механіки / Методичний посібник / Ужгород, 2009. – 206 с.
10. Загальна фізика. Збірник задач. За ред. Горбачука І.Т. –К.: Вища школа, 1993. –359 с.
11. Різак В.М., Жихарев В.М., Ковач Є.Т., Семак Д.Г., Горват А.А. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка. Фізичний практикум. Навчальний посібник. – Ужгород, УжНУ, 2002. – 136 с.

### Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

- <http://www.nbuv.gov.ua> (Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського)
- <http://www.lib.uzhnu.edu.ua> (Наукова бібліотека УжНУ)
- <https://ddpu.edu.ua/fizmatzbirnyk/slovniky/sl11.pdf> (М.О. Вакуленко, О.В. Вакуленко. Фізичний тлумачний словник)
- <https://www.unian.ua/science> (Новини науки і технологій)
- [https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Cholpan\\_2004\\_567.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Cholpan_2004_567.pdf) (Чолпан П.П. Фізика: Підручник Київ, Вища школа, 2003. — 567 с.
- [https://exp.phys.knu.ua/ua/Study/Lib/Navch\\_posibnyku/P%20-%20Mehanika%20-%20Slobodyanuk%20-%202016.pdf](https://exp.phys.knu.ua/ua/Study/Lib/Navch_posibnyku/P%20-%20Mehanika%20-%20Slobodyanuk%20-%202016.pdf) (Слободянюк О.В. Механіка.- Підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – 478 с.

## ДОДАТОК 1

### ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПИТАНЬ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ З КУРСУ "ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕХАНІКИ" для студентів 1 курсу спеціальності „Середня освіта. Фізика та астрономія”

1. Предмет фізики. Основні методи дослідження у фізиці.
2. Значення фізики для формування наукового світогляду. Сучасна фізична картина світу.
3. Найбільш важливі етапи сучасного розвитку фізики. Розвиток фізики в нашій країні.
4. Зв'язок фізики з математикою і іншими науками та з виробництвом і технікою.

5. Фізична величина. Вимірювання фізичної величини. Основні та похідні одиниці фізичних величин. Система одиниць СІ. Розмірність фізичної величини. Сформулювати і пояснити правило розмірностей.
6. Предмет і завдання механіки, її основні розділи.
7. Основні поняття механіки. Абстракції та моделі, їх обмеженість. Дати визначення та пояснити, що таке матеріальна точка. Тверде тіло, як система матеріальних точок.
8. Система відліку та система координат. Приклади. Перетворення координат.
9. Прилади в механіці. Синхронізація годинників.
10. Матеріальна точка як макроскопічний об'єкт. Опис переміщення у векторній та координатній формах.
11. Рівняння руху матеріальної точки та її траєкторії.
12. Рух матеріальної точки по колу. Нормальне та тангенціальне прискорення.
13. Швидкість та прискорення при криволінійному русі. Напрямок вектора швидкості. Годограф швидкості.
14. Кривизна траєкторії криволінійного руху. Радіус-вектор кривизни.
15. Дати визначення та пояснити, що таке ступені вільності. Число ступенів вільності при різних видах руху твердого тіла.
16. Миттєва вісь обертання. Рух тіла, закріпленого в точці. Визначення положення тіла за допомогою кутів Ейлера.
17. Кутова швидкість як вектор. Зв'язок векторів кутової та лінійної швидкості.
18. Складний рух. "Абсолютний", переносний та відносний рухи. Швидкість та прискорення при складному русі.
19. Принцип відносності Галілея. Різні формулювання, їх еквівалентність. Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона.
20. Перетворення Галілея. Доказ незмінності в інерціальних системах відліку другого та третього законів Ньютона.
21. Принцип відносності та постулат постійності швидкості світла.
22. Вивести і пояснити перетворення Лоренца.
23. Перетворення Галілея як граничний випадок перетворень Лоренца.
24. Вивести та пояснити з перетворень Лоренца відносність одночасності.
25. Вивести та пояснити з перетворень Лоренца скорочення довжини рухомого тіла.
26. Вивести та пояснити з перетворень Лоренца сповільнення ходу рухомого годинника.
27. Вивести та пояснити з перетворень Лоренца закон складання швидкостей.
28. Що таке інваріант? Коротко охарактеризувати деякі інваріанти спеціальної теорії відносності. Поняття про інтервал.
29. Фізичний зміст другого закону Ньютона. Диференціальне рівняння руху у векторній формі. Практичне використання другого закону Ньютона.
30. Другий закон Ньютона для випадку великих швидкостей. Досліди по визначенню залежності маси від швидкості. Тангенціальна та нормальна складові сили та їх роль при криволінійному русі.
31. Сформулювати і пояснити третій закон Ньютона. Його практичне використання.
32. Поняття центра мас і визначення його координат.
33. Поняття замкнутої системи. Вивід закону збереження імпульсу для замкнутої системи.
34. Порівняльна характеристика гравітаційної та електромагнітної взаємодії. Яку роль в природі відіграють сильні та слабкі взаємодії? Де вони проявляються?
35. Дати визначення моменту сили та моменту імпульсу. Основний закон динаміки твердого тіла. Сформулювати і пояснити його.
36. Вивести і пояснити закон збереження руху центра інерції твердого тіла. Незастосовність поняття центра мас в релятивістському випадку.
37. Залежність імпульсу твердого тіла від величини діючих на нього зовнішніх сил.
38. Вивести рівняння Мещерського.
39. Вивести формулу Ціолковського.

40. Загальна характеристика реактивних двигунів та їх видів, перспективи їх використання.
41. Закон всесвітнього тяжіння і його перевірка Ньютоном.
42. Експериментальна перевірка закону всесвітнього тяжіння Кавендішем і визначення гравітаційної сталої.
43. Вивести і пояснити формулу для потенціальної енергії тяжіння двох тіл.
44. Вивести і пояснити фізичний зміст гравітаційного радіуса.
45. Сформулювати і пояснити закони руху планет (закони Кеплера).
46. Поняття першої, другої та третьої космічної швидкостей. Вивід і пояснення формул.
47. Сила Лоренца, вплив її на швидкість зарядженої частинки.
48. Рух зарядженої частинки в стаціонарних однорідних електричних і магнітних полях. Рівняння руху і траєкторії.
49. Методи визначення  $e/m$ . Поняття про мас-спектрометрію.
50. Дрейф заряджених частинок. Магнітні дзеркала. Радіаційні пояси Землі.
51. Основні поняття про прискорювачі заряджених частинок.
52. Загальний вираз для роботи сили та аналіз його для різних випадків. Обчислення роботи сил тяжіння при русі тіл по похилій площині.
53. Поняття потенціальної і кінетичної енергії. Вивести і пояснити формулу кінетичної енергії.
54. Вивести і пояснити закон збереження і перетворення енергії в механіці.
55. Поняття потенціальних сил і полів, консервативних систем. Умови рівноваги в них.
56. В чому відміна закону збереження маси в класичній фізиці і в теорії відносності?
57. Абсолютно непружне зіткнення двох тіл. Вивести і проаналізувати основні формули.. Практичне використання непружних зіткнень.
58. Пружні зіткнення двох тіл. Сповільнення нейтронів – приклад практичного використання пружних зіткнень.
59. Шість рівнянь руху твердого тіла.
60. Рівняння руху твердого тіла навколо закріпленої осі. Момент інерції.
61. Поняття про тензор інерції. Головні осі і головні моменти інерції та їх фізичний зміст.
62. Обчислення моментів інерції тіл різної форми відносно осей симетрії.
63. Кінетична енергія твердого тіла, яке обертається навколо закріпленої осі.
64. Кінетична енергія твердого тіла при плоскому русі.
65. Довести теорему Гюйгенса-Штейнера.
66. Вивести рівняння моментів для плоского руху і проаналізувати його.
67. Гіроскоп. Прецесія і нутація гіроскопа.
68. Рух твердого тіла закріпленого в точці. Рівняння Ейлера. Вільні осі.
69. Гіроскопічні сили. Застосування гіроскопів.
70. Проаналізувати фізичну картину виникнення різних сил тертя: сухого, рідкого, спокою.
71. Поняття про тертя кочення. Рух при наявності сил тертя кочення.
72. Гармонічні коливання. Рівняння руху коливань осцилятора, математичного маятника. Вивести формулу для частоти коливання.
73. Вивести формулу для частоти коливань фізичного маятника.
74. Складання гармонічних коливань. Метод векторних діаграм і комплексних чисел. Биття.
75. Повна енергія гармонічних коливань.
76. Рівняння руху затухаючих коливань. Формула для частоти затухаючих коливань. Логарифмічний декремент затухання. Випадок великого затухання..
77. Вимушені коливання. Записати рівняння руху. Проаналізувати формулу для амплітуди. Амплітудна і фазова резонансні криві.
78. Параметричні коливання. Електричні коливання, як частковий випадок коливного руху. Поняття про автоколивання, релаксаційні коливання. Поняття нелінійних коливних систем.
79. Коливання з багатьма ступенями вільності. Фігури Ліссажу. Нормальні коливання. Коливання зв'язаних систем.
80. Хвилі в суцільному середовищі. Формула хвилі. Періодичність хвильового процесу в просторі і часі.

81. Рівняння плоскої хвилі. Загальне хвильове рівняння.
82. Енергія хвилі. Вектор густини потоку енергії.
83. Відбивання звукової хвилі. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі.
84. Природа звуку. Висота звуку, звуковий тиск та його зв'язок з енергією хвилі.
85. Швидкість звуку. Методи вимірювання. Джерела звуку. Хвилі великої амплітуди. Поняття про нелінійну акустику. Ударні хвилі.
86. Звукові коливання в замкнутих об'ємах. Резонатори.
87. Ефект Доплера.
88. Неінерціальні системи відліку. Рівняння руху в них. Сили інерції.
89. Неінерціальні системи, які рухаються поступально. Невагомість.
90. Неінерціальні системи, які обертаються. Відцентрова сила інерції.
91. Вивести формулу для коріолісового прискорення. Коріолісова сила інерції.
92. Закони Ньютона та закони збереження в неінерціальних системах відліку.
93. Гравітаційна та інерційна маси. Експериментальні докази їх рівності. Принцип еквівалентності. Простір і час в неінерціальних системах.
94. Гравітаційне і доплерівське червоне зміщення. Загальні уявлення загальної теорії відносності. Моделі Всесвіту.
95. Властивості рідин і газів. Закони гідростатики. Стаціонарна течія рідини. Трубки течії. Рівняння нерозривності.
96. Повна енергія потоку. Вивести рівняння Бернуллі. Динамічний тиск. Формула Торрічеллі.
97. Течія рідини по трубах. В'язкість рідини або газу. Закон Пуазейля.
98. Ламінарна і турбулентна течії. Число Рейнольдса. Принцип подібності.
99. Пограничний шар. Лобовий опір і підймальна сила. Роботи Жуковського. Ефект Магнуса.
100. Різні види деформацій, їх характеристика. Модуль Юнга та закон Гука. Коефіцієнт Пуассона. Межа міцності.

## Результати перегляду

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)