

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра фізики напівпровідників  
Кафедра квантової електроніки**



ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан фізичного факультету  
\_\_\_\_\_/Лазур В.Ю./  
«30» червня 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА (СИЛАБУС)  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ»**

Рівень вищої освіти	<b>Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти</b>
Галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>
Спеціальність	<b>104 Фізика та астрономія</b>
Предметна спеціальність (Спеціалізація) (за наявності)	
Освітня програма	<b>Фізика та астрономія</b>
Статус дисципліни	<b>обов'язкова</b>
Мова навчання	<b>українська</b>

**Ужгород 2022 р.**

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізичний практикум**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **104 Фізика та астрономія** освітньої програми **Фізика та астрономія** .

**Розробники:** Жихарев В. М., доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики напівпровідників;  
Хархаліс Л. Ю., ст. наук.сп., доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри фізики напівпровідників;  
Горват А. А., доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики напівпровідників;  
Грабар О. О., професор, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри фізики напівпровідників;  
Маргітич М. М., доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової електроніки;


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики напівпровідників  
протокол № 9 від « 30 » травня 2022 р.

Завідувач кафедри  Височанський Ю.М.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри квантової електроніки  
протокол № 10 від « 23 » червня 2022 р.

Завідувач кафедри  Шафраньош І.І.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету  
протокол № 10 від « 30 » червня 2022 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М.І.

© Горват А. А. 2022 р.  
© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2022 р.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 18,5	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 555	1-й, 2-й, 3-й
Кількість модулів - 5	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 1-ий семестр – 4 2-ий семестр - 4 3-ій семестр - 4 4-ий семестр - 3 5-ий семестр - 2  самостійної роботи студента: 1-ий семестр - 4 2-ий семестр - 4 3-ій семестр - 4 4-ий семестр - 3 5-ий семестр - 2	1, 2, 3, 4, 5
	Лекції
	Практичні, семінарські
	Лабораторні: 274 год.
	Самостійна робота: 281 год.
Вид підсумкового контролю: Залік у кожному семестрі	
Форма підсумкового контролю: усна.	

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «**Фізичний практикум**» належить до обов'язкової компоненти циклу професійної підготовки освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності «Фізика та астрономія».

*Метою проведення лабораторних занять «Фізичного практикуму» 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:

- а) *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;
- б) *підготовка експерименту*, тобто обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розташовувати прилади, досягаючи безпечного проведення досліду;
- в) *визначення мети й об'єкту спостереження*, встановлення характерних ознак перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;
- г) *уміння вимірювати фізичні величини*, користуючись різними вимірювальними приладами та мірками, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу;
- г) *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;
- д) *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, виконання фізичного практикуму сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

<b>Інтегральна компетентність</b>	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. K05. Здатність приймати обгрунтовані рішення. K06. Навички міжособистісної взаємодії. K07. Навички здійснення безпечної діяльності. K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. K09. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків..
<b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b>	K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів. K19. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень. K20. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем. K21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси. K23. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи. K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації. K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Фізичний практикум**» є володіння базовими знаннями з математики, фізики та хімії згідно програм загальноосвітньої середньої школи, а також послідовне опанування таких навчальних дисциплін освітньої програми:

ОК 5 Механіка з елементами теорії відносності  
ОК 6 Термодинаміка і молекулярна фізика  
ОК 7 Електрика і магнетизм  
ОК 8 Оптика

ОК 9 Атомна фізика  
ОК 12 Математичний аналіз  
ОК 13 Аналітична геометрія і вища алгебра  
ОК 14 Диференціальні та інтегральні рівняння

#### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

<p>ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.</p> <p>ПР09. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.</p> <p>ПР10. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.</p> <p>ПР11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.</p> <p>ПР14. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.</p> <p>ПР15. Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних і астрономічних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини.</p>
--

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Фізичний практикум**»:

Здобувач має вміти аналізувати і пояснювати одержані при виконанні лабораторних робіт фізичного практикуму експериментальні результати на основі існуючих фізичних теорій. Вміти оцінювати похибки вимірювань і на їх основі тлумачити відхилення одержаних величин фізичних констант від загальноприйнятих значень.	ПР03
Здобувач має отримати базові навички проведення експериментальних наукових досліджень з окремих розділів фізики, а саме механіки, молекулярної фізики і термодинаміки, електрики і магнетизму, оптики, атомної фізики, які виконуються самостійно та у складі групи з 2 – 3 студентів.	ПР09
Здобувач має отримати навички планування роботи перед виконанням експериментальних завдань лабораторної роботи, а саме вміти вибирати необхідні прилади та обладнання, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання маленьких наукових завдань та вдосконалення запропонованих методів виконання завдань.	ПР10
Здобувач має вміти оформляти результати експериментальних досліджень у вигляді протоколів лабораторних робіт, при цьому робити обґрунтовані висновки, правильно тлумачити та узагальнювати одержані результати при захисті роботи.	ПР11
Здобувач має ознайомитися з основними вимогами техніки безпеки, зокрема знати і розуміти структуру інструкцій з техніки безпеки, оцінювати небезпечні фактори при проведенні експериментальних досліджень, виконувати вимоги правил роботи фізичним обладнанням та речовинами, використовувати засоби захисту від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.	ПР14
Здобувач повинен знати фактори впливу техніки і технологій на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини, аналізувати, прогнозувати і оцінювати можливий фізичний вплив на природні процеси, а також знати основні екологічні аспекти загальної промислово-технологічної діяльності людства.	ПР15

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Підсумковим засобом оцінювання результатів навчання з дисципліни «Фізичний практикум» є залік у 1, 2, 3, 4 та 5 семестрах.

Методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- 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;
- презентація результатів виконання навчально-дослідницької роботи студента;
- виступ на науковій конференції студентів фізичного факультету.

### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- перевірка підготовки до виконання лабораторної роботи у робочому зошиті;
- усне опитування та виконання тестових завдань при допуску до виконання завдань;
- перевірка і захист звіту за виконану роботу.

Форма модульного контролю: складається з поточного контролю з накопичувальною системою набору балів.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи														Сума	
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	Л13	Л14	Л15	100
6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	

Л1, Л2 ... – лабораторні роботи (змістовні модулі)

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи														Сума	
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	Л13	Л14	Л15	100
6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	

Л1, Л2 ... – лабораторні роботи (змістовні модулі)

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи														Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	Л13	Л14	100
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	

Л1, Л2 ... – лабораторні роботи (змістовні модулі)

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 4)

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи												Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	100
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	

Л1, Л2 ... – лабораторні роботи

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 5)

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи							Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	100
14	14	14	14	14	15	15	

Л1, Л2 ... – лабораторні роботи

## Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

За кожен 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. 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.

*II. Середній 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.

*III. Достатній 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.

*IV. 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.

*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. 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.

*II. Середній 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).

*III. Достатній 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 неґрубі 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.

*IV. 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.

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

Залік з фізичного практикуму виставляється студенту, який 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.

## **РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ ФІЗИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ УжНУ**

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 з курсу становить 100 балів

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 вище вимог у пункті «Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни».

4. Викладачі можуть встановлювати заохочувальні бали за активну участь в обговоренні теоретичного матеріалу та 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.

6. Таким чином, рейтинг - це сума набраних студентом балів за різнобічну діяльність в опануванні "Фізичного практикуму", яка виступає чисельним показником якості його роботи в порівнянні з максимально можливою кількістю балів та результатами однокурсників.

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

Шкала ЄКТС	Диференційована шкала	Недиференційована шкала	Мін.бал-макс.бал
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре		82-89
C			74-81
D			64-73
E	Задовільно		60-63
Fx	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F			0-34

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни.

Студенти можуть за бажанням вибирати, погоджуючи з керівником, заняття інші теми лабораторних робіт, які наявні в лабораторних фізичних практикумах (повний перелік робіт наведений у Додатку 1)

#### Модуль 1. Механіка

**1. Вступне заняття. Мета дисципліни. Предмет і завдання фізичного практикуму.** Вимоги до підготовки, виконання та оформлення лабораторних робіт. Проходження інструктажу з техніки безпеки при виконанні завдань в практикумі з механіки і молекулярної фізики.

**2. Лабораторна робота № 1.** Похибки вимірювань. Вимірювання лінійних розмірів та визначення об'єму твердих тіл.

**3. Лабораторна робота № 2.** Експериментальне визначення функцій розподілу випадкових величин.

**4. Лабораторна робота № 3.** Вивчення систематичних і випадкових похибок на прикладі вимірювання питомого опору ніхромової дротини.

**5. Лабораторна робота № 4.** Вивчення законів прямолінійного руху на машині Атвуда.

**6. Лабораторна робота № 5.** Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою математичного маятника.

**7. Лабораторна робота № 6.** Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою оборотного маятника.

**8. Лабораторна робота № 7.** Визначення модуля Юнга за розтягом дротини та прогином стержня.

**9. Лабораторна робота № 8.** Визначення коефіцієнта сили сухого тертя (тертя кочення).

**10. Лабораторна робота № 9.** Вивчення законів обертового руху за допомогою маятника Обербека.

**11. Лабораторна робота № 10.** Визначення еліпсоїда інерції твердих тіл за допомогою крутильних коливань.

**12. Лабораторна робота № 11.** Визначення моменту інерції металевих кілець за допомогою маятника Максвелла.

**13. Лабораторна робота № 12.** Визначення моментів інерції циліндрів та перевірка теореми Гюйгенса-Штейнера методом крутильних коливань.

**14. Лабораторна робота № 13.** Визначення швидкості куль за допомогою балістичного крутильного маятника.

**15. Лабораторна робота № 14.** Вивчення законів збереження за допомогою зіткнення тіл.

**16. Лабораторна робота № 15.** Вивчення прецесії вільного гіроскопа.

**17. Заключне заняття.** Захист і відробка завдань лабораторних робіт.

## **Модуль 2. Молекулярна фізика і термодинаміка**

- 1. Вступне заняття.** Особливості виконання завдань лабораторних робіт з молекулярної фізики і термодинаміки. Проходження інструктажу з техніки безпеки при виконанні завдань в практикумі з механіки і молекулярної фізики. Ознайомлення з переліком лабораторних робіт.
- 2. Лабораторна робота № 1.** Вивчення методів вимірювання температури та перевірка термометрів
- 3. Лабораторна робота № 2.** Вивчення статистичних закономірностей на дошці Гальтона.
- 4. Лабораторна робота № 3.** Визначення термічного коефіцієнту тиску газу.
- 5. Лабораторна робота № 4.** Визначення коефіцієнта в'язкості повітря та розрахунок ефективного перерізу і довжини вільного пробігу молекул повітря.
- 6. Лабораторна робота № 5.** Визначення параметрів вологого повітря.
- 7. Лабораторна робота № 6.** Визначення сталої Больцмана.
- 8. Лабораторна робота № 7.** Визначення відношення  $C_p/C_v$  акустичним методом.
- 9. Лабораторна робота № 8.** Визначення відношення  $C_p/C_v$  методом Клемана-Дезорма.
- 10. Лабораторна робота № 9.** Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.
- 11. Лабораторна робота № 10.** Визначення енергії активації з температурної залежності в'язкості рідини.
- 12. Лабораторна робота № 11.** Вивчення температурної залежності теплоємності металів.
- 13. Лабораторна робота № 12.** Визначення термічного коефіцієнту лінійного розширення металів.
- 14. Лабораторна робота № 13.** Вивчення температурної залежності теплопровідності твердих тіл.
- 15. Лабораторна робота № 14.** Визначення питомої теплоти і температури плавлення кристалічних твердих тіл та розрахунок зміни ентропії.
- 16. Лабораторна робота № 15.** Визначення концентрації розчину шляхом вимірювання його електропровідності.
- 17. Заключне заняття.** Захист і відробки завдань лабораторних робіт.

## **Модуль 3. Електрика і магнетизм**

- 1. Вступне заняття.** Особливості фізичного практикуму до курсу «Електрика і магнетизм». Проходження інструктажу з техніки безпеки при виконанні завдань в практикумі з електрики і магнетизму. Класифікація і характеристики засобів вимірювань
- 2. Лабораторна робота № 1.** Електромеханічні вимірні прилади. Градування амперметра і вольтметра.
- 3. Лабораторна робота № 2** Вивчення принципу електричних компенсаційних вимірювань.
- 4. Лабораторна робота № 3.** Дослідження характеристик електростатичного поля.
- 5. Лабораторна робота № 4.** Вивчення температурної залежності поляризації та діелектричної проникності сегнетоелектриків.
- 6. Лабораторна робота № 5.** Вимірювання опору металів методом амперметра-вольтметра та за допомогою містка постійного струму.
- 7. Лабораторна робота № 6.** Вивчення процесів зарядки та розрядки конденсатора
- 8. Лабораторна робота № 7.** Дослідження температурної залежності опору металів та напівпровідників
- 9. Лабораторна робота № 8.** Вивчення роботи напівпровідникового діода
- 10. Лабораторна робота № 9.** Визначення електрохімічного еквівалента речовини, числа Фарадея і заряду електрона
- 11. Лабораторна робота №10.** Вивчення руху заряджених частинок в електричних і магнітних полях та будови і використання електронного осцилографа.
- 12. Лабораторна робота №11.** Дослідження петлі феромагнітного гістерезису

13. **Лабораторна робота №12.** Вимірювання ємності конденсатора, індуктивності котушки та перевірка закону Ома для кола змінного струму.
14. **Лабораторна робота №13.** Вимірювання потужності у колі змінного струму.
15. **Лабораторна робота №14.** Вивчення згасаючих коливань у коливальному контурі.
16. **Заключне заняття.** Захист і відробки завдань лабораторних робіт.

#### **Модуль 4. Оптика**

1. **Вступне заняття.** Особливості фізичного практикуму до курсу «Оптика». Проходження інструктажу з техніки безпеки при виконанні завдань в практикумі з оптики.
2. **Лабораторна робота № 1.** Визначення фокусних відстаней лінз різними способами.
3. **Лабораторна робота № 2.** Дослідження недоліків оптичних систем.
4. **Лабораторна робота № 3.** Вивчення зорової труби і мікроскопа та визначення їх збільшення.
5. **Лабораторна робота № 4.** Визначення показника заломлення плоскопаралельної пластинки за допомогою мікроскопа та рідин за допомогою рефрактометра.
6. **Лабораторна робота № 5.** Визначення довжини світлової хвилі за допомогою біпризми Френеля.
7. **Лабораторна робота № 6.** Визначення сили світла лампи розжарення та її питомої потужності. Вивчення світлового поля джерела світла за допомогою фотометра..
8. **Лабораторна робота № 7.** Визначення радіуса кривизни лінзи і довжини світлової хвилі за допомогою кілець Ньютона.
9. **Лабораторна робота № 8.** Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракції на прямокутній щілині.
10. **Лабораторна робота № 9.** Градування монохроматора. Вивчення спектрів випромінювання газів та їх якісний аналіз за допомогою спектроскопа..
11. **Лабораторна робота № 10.** Вивчення поляризації світла: 1. Визначення кута Брюстера. 2. Дослідження характеру поляризованого світла за допомогою стопи Столетова. 3. Перевірка закону Малюса.
12. **Лабораторна робота № 11.** Вивчення явища обертання площини поляризації світла напівтіньовим методом. Вивчення явища магнітного обертання площини поляризації.
13. **Лабораторна робота № 12.** Вивчення явища поглинання світла за допомогою фотоколориметра.
14. **Заключне заняття.** Захист і відробки завдань лабораторних робіт.

#### **Модуль 5. Атомна фізика.**

1. **Вступне заняття.** Особливості фізичного практикуму до курсу «Атомна фізика». Проходження інструктажу з техніки безпеки при виконанні завдань в практикумі з атомної фізики.
2. **Лабораторна робота № 1.** Визначення відношення  $e/m$  для іонів мас-спектрометричним методом.
3. **Лабораторна робота № 2.** Визначення постійної Планка
4. **Лабораторна робота № 3.** Вимірювання потенціалів збудження атомів по досліді Франка-Герца..
5. **Лабораторна робота № 4.** Вивчення спектра атома водню і визначення постійної Рідберга.
6. **Лабораторна робота № 5.** Вивчення спектральних закономірностей у спектрі випускання лужного металу.
7. **Лабораторна робота № 6.** Рівні енергії і спектри атомів інертних газів і ртуті.
8. **Лабораторна робота № 7.** Вивчення електронно-коливальних спектрів двохатомних молекул.

## 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>1-ий семестр</b>						
<b>Модуль 1. Механіка</b>						
Вступне заняття.	2			2		
Л. р. №1. Похибки вимірювань. вимірювання лінійних розмірів та визначення об'єму твердих тіл.	9			4		5
Л. р. №2. Експериментальне визначення функцій розподілу випадкових величин.	9			4		5
Л. р. №3. Вивчення систематичних і випадкових похибок на прикладі вимірювання питомого опору ніхромової дротини.	9			4		5
Л. р. №4. Вивчення законів прямолінійного руху на машині Атвуда.	9			4		5
Л. р. №5. Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою математичного маятника.	9			4		5
Л. р. №6. Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою оборотного маятника.	9			4		5
Л. р. №7. Визначення модуля Юнга за розтягом дротини та прогином стержня.	9			4		5
Л. р. №8. Визначення коефіцієнта сили сухого тертя (тертя кочення).	9			4		5
Л. р. №9. . Вивчення законів обертового руху за допомогою маятника Обербека.	9			4		5
Л. р. №10. Визначення еліпсоїда інерції твердих тіл за допомогою крутильних коливань.	9			4		4
Л. р. №11. Визначення моменту інерції металевих кілець за допомогою маятника Максвелла.	9			4		4
Л. р. №12 Визначення моментів інерції циліндрів та перевірка теореми Гюйгенса-Штейнера методом крутильних коливань.	8			4		4
Л. р. №13. Визначення швидкості куль за допомогою балістичного крутильного маятника.	8			4		4
Л. р. №14. Вивчення законів збереження за допомогою зіткнення тіл.	8			4		4

Л. р. №15. Вивчення прецесії вільного гіроскопа.	8			4		4
Заключне заняття.	2			4		
Разом за модуль	135			66		69
<b>2-ий семестр</b>						
<b>Модуль 2. Молекулярна фізика і термодинаміка</b>						
Вступне заняття.	2			2		
Л. р. №1 Вивчення методів вимірювання температури та перевірка термометрів.	9			4		5
Л. р. №2 Вивчення статистичних закономірностей на дошці Гальтона.	9			4		5
Л. р. №3 Визначення термічного коефіцієнту тиску газу.	9			4		5
Л. р. №4 Визначення коефіцієнта в'язкості повітря та розрахунок ефективного перерізу і довжини вільного пробігу молекул повітря.	9			4		5
Л. р. №5 Визначення параметрів вологого повітря.	9			4		5
Л. р. №6. Визначення сталої Больцмана.	9			4		5
Л. р. №7. Визначення відношення $C_p/C_v$ акустичним методом.	9			4		5
Л. р. №8. Визначення відношення $C_p/C_v$ методом Клемана-Дезорма.	9			4		5
Л. р. №9. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.	9			4		5
Л. р. №10. Визначення енергії активації з температурної залежності в'язкості рідини.	9			4		5
Л. р. №11. Вивчення температурної залежності теплоємності металів.	9			4		5
Л. р. №12. Визначення термічного коефіцієнту лінійного розширення металів.	8			4		4
Л. р. №13. Вивчення температурної залежності теплопровідності твердих тіл.	8			4		4
Л. р. №14. Визначення питомої теплоти і температури плавлення кристалічних твердих тіл та розрахунок зміни ентропії.	8			4		4
Л. р. №15. Визначення концентрації розчину шляхом вимірювання його електропровідності.	8			4		4
Заклучне заняття.	2			2		
Разом за модуль	135			64		71
<b>3-ий семестр</b>						
<b>Модуль 3. Електрика і магнетизм</b>						
Вступне заняття. Класифікація і характеристики засобів вимірювань.	4			2		2
Л.р.№1. Електромеханічні вимірні прилади. Градування амперметра і вольтметра.	8			4		4
Л.р.№2. Вивчення принципу електричних компенсаційних вимірювань.	8			4		4

Л.р.№3. Вивчення електростатичного поля.	8			4		4
Л.р.№4. Вивчення температурної залежності поляризації та діелектричної проникності сегнетоелектриків.	8			4		4
Л.р.№5. Вимірювання опору металів методом амперметра-вольтметра та за допомогою містка постійного струму.	8			4		4
Л.р.№6. Дослідження процесів зарядки та розрядки конденсатора.	8			4		4
Л.р.№7. Дослідження температурної залежності опору металів та напівпровідників.	8			4		4
Л.р.№8. Вивчення роботи напівпровідникового діода.	8			4		4
Л.р.№9. Визначення електрохімічного еквівалента речовини, числа Фарадея і заряду електрона.	8			4		4
Л.р.№10. Вивчення руху заряджених частинок в електричних і магнітних полях та будови і використання електронного осцилографа.	8			4		4
Л.р.№11. Дослідження петлі феромагнітного гістерезису.	8			4		4
Л.р.№12. Вимірювання ємності конденсатора, індуктивності котушки та перевірка закону Ома для кола змінного струму.	8			4		4
Л.р.№13.. Вимірювання потужності у колі змінного струму.	8			4		4
Л.р.№14. Вивчення згасаючих коливань у коливальному контурі.	8			4		4
Заключне заняття	4			2		2
Разом за модуль	120			60		60
<b>4-ий семестр</b>						
<b>Модуль 4. Оптика</b>						
Вступне заняття. Геометрична оптика.	4			2		2
Л.р.№1. Визначення фокусних відстаней лінз різними способами.	8			4		4
Л.р.№2. Дослідження недоліків оптичних систем.	8			4		4
Л.р.№3. Вивчення зорової труби і мікроскопа та визначення їх збільшення.	8			4		4
Л.р.№4. Визначення показника заломлення плоскопаралельної пластинки за допомогою мікроскопа та рідин за допомогою рефрактометра.	8			4		4
Л.р.№ 5. Визначення довжини світлової хвилі за допомогою біпризми Френеля.	8			4		4

Л.р.№6. Визначення сили світла лампи розжарення та її питомої потужності. Вивчення світлового поля джерела світла за допомогою фотометра.	8			4		4
Л.р.№7. Визначення радіуса кривизни лінзи і довжини світлової хвилі за допомогою кілець Ньютона.	8			4		4
Л.р.№8. Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракції на прямокутній щілині.	8			4		4
Л.р.№9. Градування монохроматора. Вивчення спектрів випромінювання газів та їх якісний аналіз за допомогою спектроскопа.	8			4		4
Л.р.№10. Вивчення поляризації світла: 1.Визначення кута Брюстера. 2. Дослідження характеру поляризованого світла за допомогою стопи Столетова. 3.Перевірка закону Малюса.	8			4		4
Л.р.№11. Вивчення явища обертання площини поляризації світла напівтінковим методом. Вивчення явища магнітного обертання площини поляризації.	8			4		4
Л.р.№12. Вивчення явища поглинання світла за допомогою фотоколориметра	8			4		4
Заключне заняття.	5			4		1
Разом за модуль	105			54		51
<b>5-ий семестр</b>						
<b>Модуль 5. Атомна фізика.</b>						
Вступне заняття	4			2		2
Л.р.№1. Визначення відношення $e/m$ для іонів мас-спектрометричним методом.	8			4		4
Л.р.№2. Визначення постійної Планка.	8			4		4
Л.р.№3 Вимірювання потенціалів збудження атомів по досліду Франка-Герца.	8			4		4
Л.р.№4. Вивчення спектра атома водню і визначення постійної Рідберга	8			4		4
Л.р.№5. Вивчення спектральних закономірностей у спектрі випускання лужного металу.	8			4		4
Л.р.№1. Рівні енергії і спектри атомів інертних газів і ртуті.	8			4		4
Л.р.№7. Вивчення електронно-коливальних спектрів двоатомних молекул.	8			4		4
Разом за модуль	60			30		30
<b>Разом за курс</b>						
	555			274		281

### 6.3. Самостійна робота

#### Організація самостійної і індивідуальної роботи студентів

Самостійна робота є невід'ємною складовою частиною вивчення дисципліни. «**Фізичний практикум**» і обов'язковою для кожного змістовного модулю дисципліни. Вона організовується згідно наперед узгодженого графіка виконання лабораторних роботи студентів, де вказується зміст самостійної роботи, форма контролю.

Для самостійної роботи з дисципліни «**Фізичний практикум**» 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 у Змісті навчальної дисципліни.

### 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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.

Модуль 1:

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

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

#### Модуль 2:

1. Осцилограф С1-76
2. Генератор звуковий ГЗ-109
3. Частотомір електронний цифровий ЧЗ-32
4. Дошка Гальтона
5. Вимірювач теплоємності ИТС-400
6. Вимірювач теплопровідності ИТЛ-400
7. Термостат
8. Аспіраційний психрометр Ассмана, психрометр Августа, конденсаційний психрометр,

#### Модуль 3:

1. Джерела живлення постійного струму ВИП-009, ВИП-010, ЛИПС-35, Б5-44, Б5-50, АГАТ, нормальні елементи Э-303
2. Джерела живлення змінного струму: Автотрансформатори ЛАТР з додатковими трансформаторами Блоки живлення до лабораторних столів К505
3. Аналогові вольтамперметри постійного струму (магнітоелектричні) М2024, М2017, М1020, М244, М75, гальванометри М20521, М906
4. Вольтметри, амперметри для постійного і змінного струму (електромагнітні) Э-59, АСТ, ватметри (електродинамічні) Д-509
5. Мультиметри цифрові М830В, DT838, Mastech MY64
6. Зразкові міри опору Р321 – Р331, Р403, Р4071 – Р4078
7. Магазины опорів Р33, Р32, МСР-60М
8. Магазин ємностей Р544

#### Модуль 4:

1. Малогабаритна голографічна установка УГМ-1
2. Фотоелектрична лава ФС-1
3. Монохроматор УМ-2
4. Колориметр фотоелектричний КФК-2МП
5. Гоніометр Г-5
6. Рефрактометр ИРФ-454Б
7. Сахариметр СУ-4
8. Оптичний пірометр «Промінь»
9. Газові лазери ЛГ-70, ЛГ-75, ЛГ-78
10. Мікроскопи «Біолам», МБС-9,
11. Вольтметр цифровий В7-21
12. Люксметр Ю-116
13. Ваги електронні CAS MWP -300
14. Інтерферометр Фабри-Перо

9. Мілівольтметр електронний В7 - 35
11. Мікроамперметр Ф-195
12. Лабораторні автотрансформатори ЛАТР
13. Лабораторні електроплитки з магнітними мішалками
14. Набори рідинних термометрів, термопар
15. Набори хімічної посуду: колб, мензурок, мірних циліндрів
16. Електронні ваги, аналітичні ваги, набори гирьок.

9. Магазин індуктивностей Р567
10. Реостати РСП від 20 Ом до 2000 Ом
11. Генератор звуковий Ф578
12. Вольтметр електронний ВК7-15
13. Вольтметр цифровий В7-21
14. Міст змінного струму Р598
15. Ваги електронні лабораторні CAS MWP -300
16. Вимірювач ємності цифровий Е8-4
17. Осцилографи С1-1, С1-74, С1-110, С1-67, С1-72, С1-76, С1-70
18. Сушильні шафи
19. Саморобні лабораторні макети
20. Зразки терморезисторів, кристалів напівпровідників та сегнетоелектриків, розчинів електролітів елементів електричних схем (резисторів, конденсаторів, котушок індуктивності) і т.п.
21. Двопровідна лінія Лехера ГШ-1

15. Фотоприймачі – фотоелементи , фотодіоди, фоторезистори
16. Коліматор
17. Оптичні лави, тримачі, юстировочні столики
18. Освітлювачі з блоками живлення: ОИ-
- 19, для тіньової проєкції, лампа ртутна дугова РДГ
19. Автотрансформатор ЛАТР
20. Оптичні елементи: набори, лінз, дзеркал, оптичних світлофільтрів, дифракційних решіток, призм, біпризм, щілин і т.п.
21. Осцилограф С1-76
22. Саморобні лабораторні макети

Модуль 5:

1. Електронно-променева трубка і блок живлення до неї.
2. Соленоїд .
3. Амперметр.
4. Течішукач гелієвий типу ПТИ-7 з системою відкачки і напуску газу.
5. Призмий монохроматор УМ-2.
6. Фотоелемент з блоком живлення
7. Підсилювач постійного струму.
8. Електрична лампа розжарювання.
9. Електронна лампа з оксидним катодом прямого розжарення.
10. Електронна лампа – тиратрон.
11. Іонізаційна манометрична лампа типу ПМИ-2, заповнена парами ртуті.
12. Вимірювальні прилади (вольтметр, мікроамперметр).
13. Потенціометр.
14. Спеціальна розрядна трубка, наповнена воднем.
15. Ртутна лампа ПРК-4.
16. Джерела живлення розрядної трубки і ртутної лампи.
17. Газорозрядна трубка, наповнена парою лужного металу (натрію).
18. Фотоелектрична система реєстрації випромінювання (ФЕП-79 з підсилювачем постійного струму УІ-2).
19. Блок живлення фотопомножувача.
20. Самопишучий прилад КСП-4.
21. Конденсор.

**Перелік  
наявних лабораторних робіт у фізичних практикумах**

**Механіка**

1. Експериментальне визначення функцій розподілу випадкових величин.
2. Вивчення систематичних і випадкових похибок на прикладі вимірювання питомого опору ніхромової дротини.
3. Вимірювання лінійних розмірів та визначення об'єму твердих тіл.
4. Вивчення законів прямолінійного руху на машині Атвуда.
5. Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою математичного маятника.
6. Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою оборотного маятника.
7. Визначення модуля Юнга за розтягом дротини та прогином стержня.
8. Визначення коефіцієнта сили сухого тертя (тертя кочення).
9. Вивчення законів обертового руху за допомогою маятника Обербека.
10. Визначення еліпсоїда інерції твердих тіл за допомогою крутильних коливань.
11. Визначення моменту інерції металевих кілець за допомогою маятника Максвелла.
12. Визначення моментів інерції циліндрів та перевірка теореми Гюйгенса-Штейнера методом крутильних коливань.
13. Визначення швидкості куль за допомогою балістичного крутильного маятника.
14. Вивчення законів збереження за допомогою зіткнення тіл.
15. Вивчення коливань зв'язаних систем.
16. Рух тіл при наявності аеродинамічних сил опору.
17. Вивчення прецесії вільного гіроскопа.
18. Визначення швидкості звуку акустичним методом.

**Молекулярна фізика**

1. Вивчення методів вимірювання температури та градуювання термометрів.
2. Визначення відношення  $C_p/C_v$  методом Клемана-Дезорма.
3. Визначення коефіцієнта в'язкості повітря та розрахунок ефективного перерізу і довжини вільного пробігу молекул повітря.
4. Вивчення температурної залежності теплопровідності твердих тіл.
5. Визначення відношення  $C_p/C_v$  акустичним методом.
6. Визначення термічного коефіцієнту тиску газу.
7. Визначення енергії активації з температурної залежності в'язкості рідини.
8. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.
9. Визначення термічного коефіцієнту лінійного розширення металів.
10. Вивчення температурної залежності теплоємності металів.
11. Визначення питомої теплоти і температури плавлення кристалічних твердих тіл та розрахунок зміни ентропії.
12. Визначення питомої (прихованої) теплоти пароутворення рідкого азоту.
13. Визначення параметрів вологого повітря.
14. Визначення концентрації розчину шляхом вимірювання його електропровідності.
15. Комп'ютерне моделювання броунівського руху на ПК
16. Вивчення закономірностей на дошці
17. Визначення сталої Больцмана
18. Визначення коефіцієнта теплопровідності повітря методом нагрітої нитки.
19. Вивчення методів вимірювання теплоємності твердих тіл.

**Електрика і магнетизм**

1. Вивчення електростатичного поля.
2. Вивчення температурної залежності спонтанної поляризації та діелектричної проникності сегнетоелектриків.

3. Градування амперметра і вольтметра.
4. Вивчення принципу електричних компенсаційних вимірювань.
5. Вимірювання опору металів методом амперметра-вольтметра та за допомогою містка постійного струму.
6. Дослідження процесів зарядки та розрядки конденсатора
7. Вивчення температурної залежності опору металів і напівпровідників.
8. Вивчення роботи напівпровідникового діода.
9. Визначення електрохімічного еквівалента речовини, числа Фарадея і заряду електрона.
10. Дослідження петлі магнітного гістерезису
11. Визначення індуктивності котушки, ємності конденсатора і перевірка закону Ома для кола змінного струму.
12. Вимірювання потужності змінного струму та зсуву фаз між струмом і напругою.
13. Вивчення будови та використання електронного осцилографа.
14. Вивчення згасаючих коливань у коливальному контурі.
15. Дослідження розповсюдження електромагнітні хвилі в двопровідній лінії.

### **Оптика**

1. Визначення сили світла лампи розжарення та її питомої потужності. Вивчення світлового поля джерела світла за допомогою фотометра.
2. Визначення фокусних відстаней лінз різними способами.
3. Дослідження недоліків оптичних систем.
4. Вивчення зорової труби і мікроскопа та визначення їх збільшення.
5. Визначення показника заломлення плоскопаралельної пластинки за допомогою мікроскопа та рідин за допомогою рефрактометра.
6. Визначення довжини світлової хвилі за допомогою біпризми Френеля.
7. Визначення радіуса кривизни лінзи і довжини світлової хвилі за допомогою кілець Ньютона.
8. Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракції на прямокутній щілині.
9. Градування монохроматора. Вивчення спектрів випромінювання газів та їх якісний аналіз за допомогою спектроскопа.
10. Вивчення поляризації світла: а) Визначення кута Брюстера. б) Дослідження характеру поляризованого світла за допомогою стопи Столетова, с) Перевірка закону Малюса.
11. Вивчення явища обертання площини поляризації світла напівтіньовим методом. Вивчення явища магнітного обертання площини поляризації.
12. Вивчення явища поглинання світла за допомогою фотокolorиметра.
13. Визначення випромінювальної здатності вольфраму. Вимірювання температури полум'я методом обертання спектральних ліній.
14. Вивчення роботи газового лазера.
15. Ознайомлення з роботою інтерференційного спектроскопа Фабрі-Перо.
16. Вивчення спектральних характеристик оптичних фільтрів.

### **Квантова фізика. Будова атома і спектри випромінювання атомів.**

1. Визначення питомого заряду електрона методом фокусування поздовжнім магнітним полем.
2. Визначення відношення  $e/m$  для іонів мас-спектрометричним методом.
3. Визначення постійної Планка.
4. Визначення роботи виходу електрона з метала.
5. Вимірювання потенціалів збудження атомів по досліду Франка-Герца.
6. Вивчення спектра атома водню і визначення постійної Рідберга.
7. Вивчення спектральних закономірностей у спектрі випускання лужного металу.
8. Рівні енергії і спектри атомів інертних газів і ртуті.
9. Вивчення електронно-коливальних спектрів двохатомних молекул.
10. Визначення енергії дисоціації молекули йоду спектроскопічним методом.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. 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.
2. Горват А. А., Грабар О. О. «ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 3. Електрика і магнетизм». Навчальний посібник. - Ужгород. Вид. УжНУ «Говерла», 2022. - 160 с.
3. Горват А. А., Грабар О. О. «ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 4. Коливання і хвилі. Оптика». Навчальний посібник. - Ужгород. Вид. УжНУ «Говерла», 2022. - 120 с.
4. Маргітич М. О., Грицак Р. В., Шафраньош І. І. Квантова фізика, фізичний практикум. Навчальний посібник.– Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла», 2021 р. – 154 с.
5. Горват А. А., Молнар О. О., Мінькович В. В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ «Говерла», 2019. – 64 с.
6. 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.
7. Кучерук І. М. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 520 с.
8. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Електрика і магнетизм. – К.: Вища школа, 1995. – 431 с.
9. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1999. – 464 с.
10. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Кн.1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 2002. – 336 с.
11. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Кн. 2. Електрика і магнетизм: Навч. посіб. – К.: Вища школа, 2003. – 278 с.
12. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. Навчальний посібник. — К.: Вища школа, 2003. — 311 с.
13. Горват А. А., Жихарев В. М. Молекулярна фізика і термодинаміка (Лабораторний практикум): Навчальний посібник. – Ужгород: вид-во УжНУ “Говерла”, 2011. – 224 с.
14. Жихарев В. М., Хархаліс Л. Ю., Ковач Є. Т., Берча Д. М. Фізичний практикум з механіки / Методичний посібник.- Ужгород, 2009. – с. 206.
15. Блецкан Д. І., Горват А. А., Кабацій В. М. Електричні вимірювання. –Ужгород.: Вид-во «Закарпаття», 2008. - 409 с.
16. 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.
17. Студеняк І.П., Бенца В.М., Коперльос Б.М. Фізичний практикум. Оптика.– Ужгород, 2000.- 108 с.
18. Загальна фізика. Лабораторний практикум. За заг. ред. Горбачука І. Т. – К.: Вища школа, 1992. – 510 с.

### Додаткова література

1. Lea Susan, Burke John. Physics: the nature of things. –West Publ. Company. USA, 1997. 1199 p.
2. Блецкан Д.І., Горват А.А., Електричні вимірювання і електровимірні прилади. - Ужгород, 1999.-124 с.
3. Блецкан Д.І., Горват А.А., Фізичний практикум (Електрика і магнетизм). Ужгород, 1999.-176 с.

4. Різак В.М., Жихарев В.М., Ковач Є.Т., Семак Д.Г. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка. Фізичний практикум: Навчальний посібник. - Ужгород, УжДУ, 1998. –124 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)

<http://4uth.gov.ua/> (Державна бібліотека України для юнацтва)

<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)

<http://web.kpi.kharkov.ua/tef/wp-content/uploads/sites/114/2020/11/cp2011.pdf> (Комп'ютерний

## 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)