

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



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан фізичного факультету  
*В.Ю. Лазур* /Лазур В.Ю./

**«29» червня 2023 року**

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

Рівень вищої освіти

**Перший (бакалаврський)  
рівень вищої освіти**

Галузь знань

**16 Хімічна та біоінженерія**

Спеціальність

**163 Біомедична інженерія**

Освітня програма

**Біомедична інженерія**

Статус дисципліни

**обов'язкова**

Мова навчання

**українська**

**Ужгород 2023 р.**

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізичний практикум**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **16 Хімічна та біоінженерія** спеціальності **163 Біомедична інженерія** освітньої програми **Біомедична інженерія**.

**Розробники:** Горват А.А., доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики напівпровідників;  
Жихарев В.М., доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики напівпровідників;  
Грицак Р.В., канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової електроніки.


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики напівпровідників протокол № 7 від «29» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Височанський Ю.М.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри квантової електроніки протокол № від « » червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Шафраньош І.І.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету протокол № 10 від «29» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М.І.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Фізичний практикум»

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС - 12	Рік підготовки:
Загальна кількість годин - 360	1-й, 2-й
Кількість модулів - 39	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 1-ий семестр - 3 2-ий семестр - 4 3-ій семестр - 4  самостійної роботи студента: 1-ий семестр - 3 2-ий семестр - 5 3-ій семестр - 4	1-й, 2-й, 3-ій
	Лекції
	Практичні, семінарські
	Лабораторні
	168
Вид підсумкового контролю: 1-ий семестр – залік; 2-ий семестр – залік; 3-ій семестр – залік.	Самостійна робота
	192

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

*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 в студентів таких експериментаторських навиків:

- 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 у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.	
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	ЗК1	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
	ЗК2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
	ЗК4	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
	ЗК5	Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
	ЗК6	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
	ЗК7	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
	ЗК8	Здатність приймати обґрунтовані рішення.
	ЗК10	Навички здійснення безпечної діяльності.
<b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b>	ФК1	Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.
	ФК3	Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.
	ФК5	Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.
	ФК8	Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.).

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами виконання лабораторних робіт навчальної дисципліни «**Фізичний практикум**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- Вища математика
- Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка
- Електрика і магнетизм, оптика
- Квантова фізика

### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

ПРН1	Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності
------	--

	матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.
ПРН5	Вміти використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем.
ПРН8	Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.

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

ПРН1	Вміння застосовувати знання основ математики і фізики та одержання навиків методики проведення експерименту, аналізу і обробки його результатів на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.
ПРН5	Вміння використовувати бази даних фізичних величин, одержання навиків використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки результатів експерименту та моделювання фізичних процесів у біотехнічних системах.
ПРН8	Розуміння на основі широкого і поглибленого знайомства та вивчення матеріальних засобів та методик вимірювань теоретичних та практичних підходів до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.

## **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 заліки у 1, 2 та 3 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 (я);
- 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 (змістовного модуля)					Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	100
20	20	20	20	20	

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

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

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи (змістовного модуля)					Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	100
20	20	20	20	20	

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

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

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи (змістовного модуля)								Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	100
11	11	13	13	13	13	13	13	

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

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

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи (змістовного модуля)							Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	100
16	14	14	14	14	14	14	

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

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

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи (змістовного модуля)							Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	100
10	10	10	10	20	20	20	

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

#### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 6)

Поточне оцінювання виконання лабораторної роботи (змістовного модуля)					Сума
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	100
20	20	20	20	20	

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

### 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 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.

*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 ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ ФІЗИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ УЖНУ з фізичного практикума**

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, лабораторні, контрольні, самостійне вивчення, колоквиуми, підсумковий екзамен) з курсу становить 100 бали

3. За кожен 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 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.

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:

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.**

Студенти можуть за бажанням вибрати погоджуючи з керівником занять інші змістовні модулі (теми лабораторних робіт), які наявні в лабораторних фізичних практикумах. Перелік всіх лабораторних 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.

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

**4. Лабораторна робота № 3.** Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою математичного маятника.

**5. Лабораторна робота № 4.** Визначення модуля Юнга за розтягом дротини та прогину стержня

**6. Лабораторна робота № 5.** Визначення швидкості звуку акустичним методом.

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

**1. Лабораторна робота № 1.** Вивчення методів вимірювання температури та перевірка термометрів

**2. Лабораторна робота № 2.** Визначення термічного коефіцієнту тиску газу.

**3. Лабораторна робота № 3.** Визначення параметрів вологого повітря.

**4. Лабораторна робота № 4.** Визначення енергії активації з температурної залежності в'язкості рідини.

**5. Лабораторна робота № 5.** Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини

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

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

**1. Вступне заняття.** Особливості фізичного практикуму до курсу «Електрика і магнетизм, оптика». Проходження інструктажу з техніки безпеки при виконанні завдань в практикумі з електрики і магнетизму, оптики.

**2. Лабораторна робота № 1.** Методи засоби вимірювань. Аналогові електровимірювальні ні прилади

**3. Лабораторна робота № 2** Цифрові вимірювальні прилади. Похибки приладів.

**4. Лабораторна робота № 3.** Дослідження характеристик електростатичного поля.

**5. Лабораторна робота № 4.** Градування амперметра і вольтметра

**6. Лабораторна робота № 5.** Дослідження температурної залежності опору металів та напівпровідників

**7. Лабораторна робота № 6.** Вивчення процесів зарядки та розрядки конденсатора

**8. Лабораторна робота № 7.** Дослідження петлі феромагнітного гістерезису

**9. Лабораторна робота № 8.** Вимірювання ємності конденсатора, індуктивності котушки та потужності у колі змінного струму

#### **Модуль 4. Електромагнітні коливання і хвилі. Оптика**

**1. Лабораторна робота № 1.** Вивчення згасаючих коливань у LC контурі.

2. **Лабораторна робота № 2.** Дослідження поширення електромагнітних хвиль у двопровідній лінії.
3. **Лабораторна робота № 3.** Визначення сили світла лампи розжарення та її питомої потужності. Вивчення світлового поля джерела світла за допомогою фотометра
4. **Лабораторна робота № 4.** Вивчення мікроскопа та визначення його збільшення. Дослідження недоліків оптичних систем.
5. **Лабораторна робота № 5.** Визначення довжини світлової хвилі за допомогою біпризми Френеля та дифракційної ґратки.
6. **Лабораторна робота № 6.** Вивчення поглинання світла. Фотометр.
7. **Лабораторна робота № 7.** Вивчення поляризації світла: 1.Визначення кута Брюстера. 2.Дослідження характеру поляризованого світла за допомогою стопи Столетова. 3.Перевірка закону Малюса. Сахариметр.
8. **Заключне заняття.** захист і відробка завдань лабораторних робіт.

#### **Модуль 5. Квантова фізика. Будова атома і спектри випромінювання атомів.**

1. **Лабораторна робота № 1.** Визначення питомого заряду електрона методом фокусування поздовжнім магнітним полем.
2. **Лабораторна робота № 2.** Визначення відношення  $\frac{m}{e}$  для іонів мас-спектрометричним методом.
3. **Лабораторна робота № 3.** Визначення постійної Планка.
4. **Лабораторна робота № 4.** Визначення роботи виходу електрона з металу.
5. **Лабораторна робота № 5.** Вимірювання потенціалів збудження атомів по досліді Франка-Герца.
6. **Лабораторна робота № 6.** Вивчення спектра атома водню і визначення постійної Рідберга.
7. **Лабораторна робота № 7.** Вивчення спектральних закономірностей у спектрі випускання лужного металу.

#### **Модуль 6. Будова молекули і молекулярні спектри. Фізика ядра.**

1. **Лабораторна робота № 1.** Рівні енергії і спектри атомів інертних газів і ртуті.
2. **Лабораторна робота № 2.** Вивчення електронно-коливальних спектрів двоатомних молекул.
3. **Лабораторна робота № 3.** Визначення енергії дисоціації молекули йоду спектроскопічним методом.
4. **Лабораторна робота № 4.** Вивчення фотолюмінісценції напівпровідників.
5. **Лабораторна робота № 5.** Робота з дозиметром ДРГЗ-04.
6. **Заключне заняття.** захист і відробка завдань лабораторних робіт.

#### **6.2. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	у тому числі					
	Усього	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 Обробка результатів вимірювань	10			4		6
Л. р. №2 Вимірювання лінійних розмірів та визначення об'єму твердих тіл	9			4		5
Л. р. №3 Визначення прискорення сили земного тяжіння за допомогою математичного маятника.	9			4		5
Л. р. №4 Визначення модуля Юнга за розтягом дротини та прогину стержня.	9			4		5
Л. р. №5 Визначення швидкості звуку акустичним методом.	9			4		5
Разом за модуль	48			22		26
<b>Модуль 2. Молекулярна фізика і термодинаміка</b>						
Л. р. №1 Вивчення методів вимірювання температури та перевірка термометрів	4			4		4
Л. р. №2 Визначення термічного коефіцієнту тиску газу.	4			4		4
Л. р. №3 Визначення параметрів вологого повітря	4			4		4
Л. р. №4 Визначення енергії активації з температурної залежності в'язкості рідини	4			4		4
Л. р. №5 Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини	4			4		4
Заключне заняття	2			2		
Разом за модуль	22			22		20
Разом за 1 семестр	44			44		46
<b>2-ий семестр</b>						
<b>Модуль 3. Електрика і магнетизм</b>						
Вступне заняття	2			2		
Л.р.№1 Методи засоби електричних вимірювань	11			4		7
Л.р.№2 Аналогові і цифрові вимірні прилади	11			4		7
Л.р.№3 Дослідження характеристик електростатичного поля.	9			4		5
Л.р.№4 Градування амперметра і вольтметра	9			4		5
Л.р.№5 Дослідження температурної залежності опору металів та напівпровідників	9			4		5
Л.р.№6 Вивчення процесів зарядки та розрядки конденсатора.	9			4		5
Л.р.№7 Дослідження петлі феромагнітного гістерезису	4			4		5
Л.р.№8 Вимірювання ємності конденсатора, індуктивності котушки та потужності у колі змінного струму.	9			4		5
Разом за модуль	78			34		44
<b>Модуль 4. Електромагнітні коливання і хвилі. Оптика</b>						
Л.р.№1 Вивчення згасаючих коливань у LC контурі.	10			4		6

Л.р.№2 . Поширення електромагнітних хвиль у двопровідній лінії	10			4		6
Л.р.№3 Визначення сили світла лампи розжарення та її питомої потужності. Вивчення світлового поля джерела світла за допомогою фотометра	10			4		6
Л.р.№4 Вивчення мікроскопа та визначення його збільшення. Дослідження недоліків оптичних систем	10			4		6
Л.р.№5 Визначення довжини світлової хвилі за допомогою біпризми Френеля та дифракційної ґратки.	10			4		6
Л.р.№6. Вивчення поглинання світла. Фотометр.	10			4		6
Л.р.№7 Вивчення поляризації світла: 1.Визначення кута Брюстера. 2.Дослідження характеру поляризованого світла за допомогою стопи Столетова. 3.Перевірка закону Малюса. Сахариметр.	10			4		6
Заключне заняття	2			2		
Разом за модуль	72			30		42
Разом за 2 семестр	150			64		86
<b>3-ий семестр</b>						
<b>Модуль 5. Квантова фізика. Будова атома і спектри випромінювання атомів.</b>						
Вступне заняття	2			2		
Л.р.№1. Визначення питомого заряду електрона методом фокусування поздовжнім магнітним полем.	10			4		6
Л.р.№2. Визначення відношення $q/M$ для іонів мас-спектрометричним методом.	8			4		4
Л.р.№3. Визначення постійної Планка.	8			4		4
Л.р.№4. Визначення роботи виходу електрона з метала.	8			4		4
Л.р.№5. Вимірювання потенціалів збудження атомів по досліду Франка-Герца.	8			4		4
Л.р.№6. Вивчення спектра атома водню і визначення постійної Рідберга.	8			4		4
Л.р.№7. Вивчення спектральних закономірностей у спектрі випускання лужного металу.	8			4		4
Разом за модуль	60			30		30
<b>Модуль 6. Будова молекули і молекулярні спектри. Фізика ядра.</b>						
Л.р.№1. Рівні енергії і спектри атомів інертних газів і ртуті.	8			4		4
Л.р.№2. Вивчення електронно-коливальних спектрів двоатомних молекул.	18			8		10
Л.р.№3. Визначення енергії дисоціації молекули йоду спектроскопічним методом.	16			8		8

Л.р.№4. Вивчення фотолюмінісценції напівпровідників.	8			4		4
Л.р.№5. Робота з дозиметром ДРГЗ-04.	8			4		4
Заключне заняття	2			2		
Разом за модуль	60			30		30
Разом за 3 семестр	120			60		60
Разом за курс	360			168		192

### 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, персональний комп'ютер, 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 ніхромового 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

### 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,
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.

### 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
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. Суцільні 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. Саморобні лабораторні макети

#### Модуль 4:

1. Двопровідна лінія Лехера ГШ-1
2. Осцилограф С1-76
3. Малогабаритна голографічна установка УГМ-1
4. Колориметр фотоелектричний КФК-2МП
5. Гоніометр Г-5
6. Монохроматор УМ-2
7. Фотоелектрична лава ФС-1
8. Рефрактометр ИРФ-454Б
9. Газові лазери ЛГ-70, ЛГ-75, ЛГ-78
10. Сахариметр СУ-4
11. Оптичний пірометр «Промінь»
12. Мікроскопи «Біолам», МБС-9,
13. Вольтметр цифровий В7-21

#### 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 та блок живлення фотоелемента.
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.

#### Модуль 6:

1. Джерела збудження спектрів і блоки їх живлення.
2. Спектральний прилад (монохроматор ЗМР-3).
3. Фотоелектрична система реєстрації випромінювання (ФЕП-79 разом з підсилювачем постійного струму УІ-2).
4. Самопишучий прилад КСП-4.
5. Блок живлення фотопомножувача.
6. Спектрограф ИСП-30 з набором касет з фотопластинками.
7. Дугове джерело світла з вугільними електродами.
8. Ртутна лампа з блоком живлення.

14. Люксметр Ю-116
15. Ваги електронні лабораторні CAS MWP -300
16. Коліматор
17. Оптичні лави, тримачі, юстировочні столики
18. Освітлювачі з блоками живлення
19. Автотрансформатор ЛАТР
20. Оптичні елементи: набори, лінз, дзеркал, оптичних світлофільтрів, дифракційних решіток, призм, біпризм, щілин і т.п.
21. Саморобні лабораторні макети

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 разом з підсилювачем постійного струму УІ-2).
19. Блок живлення фотопомножувача.
20. Самопишучий прилад КСП-4.
21. Конденсор.

9. Лінза.
10. Інтерферометр або вимірювач відстаней типу ИР-2.
11. Устаткування для проявлення фотопластинок.
12. Спеціальна кювета з електричним підігрівом для отримання парів йоду.
13. Джерело суцільного спектру з блоком живлення.
14. Світлофільтр.
15. Блок живлення фотопомножувача типу ВС-22.
16. Дозиметр ДРГЗ-04.

## 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. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 2. Електрика і магнетизм: Навч. посіб. – К.: Вища школа, 2003. – 278 с.
3. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. Навчальний посібник. — К.: Вища школа, 2003. — 311 с.
4. Горват А. А., Жихарев В. М., Хархаліс Л. Ю. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 1, 2. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навчальний посібник. Ужгород: 2021р.,– 142 с.
5. Горват А.А., Грабар О.О. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 3. Електрика і магнетизм. Навчальний посібник. – Ужгород:, 2022р. – 158 с.
6. Горват А.А., Грабар О.О. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 4. Електромагнітні коливання і хвилі. Класична оптика. Навчальний посібник. – Ужгород: 2022 р. – 122 с.
7. 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.
8. Горват А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel. Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 182 с
9. Горват А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Обробка, візуалізація та аналіз експериментальних даних з використанням пакету Origin. Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2020. – 64 с.
10. Кучерук І.М. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 520 с.
11. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальна фізика. Електрика і магнетизм. – К.: Вища школа, 1995. – 431 с.
12. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1999. – 464 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 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. Білий М.У. Атомна фізика. – К.:Вища школа, 1973. – 396 с.
19. Загальна фізика. Лабораторний практикум. За заг. ред. Горбачука І.Т. – К.:Вища школа, 1992. – 510 с.

### Додаткова

1. Lea Susan, Burke John. Physics: the nature of things. West Publishing Company.USA, 1997. 1199р.
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)

<https://sites.google.com/a/uzhnu.edu.ua/andrew-horvat/home/3-navcalno-metodicna-robota> (Робоча програма навчальної дисципліни «Електрика і магнетизм, оптика» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 163 Біомедична інженерія / Розр. Горват А. А. – Ужгород, 2021 – 17с.)

[https://www.studmed.ru/cholpan-pp-fzika-pdruchnik\\_205e71e7ff9.html](https://www.studmed.ru/cholpan-pp-fzika-pdruchnik_205e71e7ff9.html) (Чолпан П.П. Фізика: Підручник Київ, Вища школа, 2003. — 567 с.

**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 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: 1. Визначення кута Брюстера. 2. Дослідження характеру поляризованого світла за допомогою стопи Столетова. 3. 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  $\frac{m}{e}$  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.

### **Будова молекули і молекулярні спектри. Фізика ядра.**

1. Рівні енергії і спектри атомів інертних газів і ртуті.
2. Вивчення електронно-коливальних спектрів двоатомних молекул.
3. Визначення енергії дисоціації молекули йоду спектроскопічним методом.
4. Вивчення фотолюмінесценції напівпровідників.
5. Робота з дозиметром ДРГЗ-04.

## 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)