

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра квантової електроніки**



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан фізичного факультету

проф. Володимир ЛАЗУР

«                    »                      2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**АТОМНА ФІЗИКА**

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

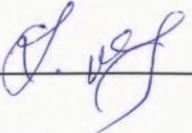
**Ужгород 2024**

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

**Розробники:** Маргітич Микола Олексійович, доцент кафедри квантової електроніки, канд. фіз.-мат. наук.

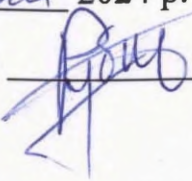
Шуаїбов Олександр Камілович, професор кафедри квантової електроніки, доктор фіз.-мат. наук

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри квантової електроніки, протокол № 10 від «22» 06 2024 р.

Завідувач кафедри  Іван ШАФРАНЬОШ

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 8 від «28» серпня 2024 р.

Голова науково-методичної комісії  Василь РУБИШ

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Рік підготовки: 3-й	
Загальна кількість годин – 180	180	-
Кількість модулів – 2 Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5  самостійної роботи студента – 5	Семестр:	
	5-й	-
	Лекції:	
	26	-
	Практичні (семінарські):	
	20	-
Вид підсумкового контролю: іспит	Лабораторні:	
	44	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	90	-

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фундаментальність підготовки спеціалістів у будь-якій із галузей природничих чи технічних наук полягає у знанні основних законів природи та вмінні їх використовувати під час розв'язку конкретних практичних завдань дослідницької роботи та сфери матеріального виробництва.

**Атомна фізика** є одним з основних розділів курсу загальної фізики.

**Метою** курсу є, з одного боку, висвітлення ідей, що привели до розуміння непридатності класичної фізики для дослідження мікросвіту, а з іншого - формування квантових уявлень про природу атомів і молекул, їх будову, властивості і взаємодії.

**Особливістю** курсу є те, що основні поняття, які вводяться в курсі, принципово відрізняються від звичних понять класичної фізики і не мають в ній аналогів (наприклад, корпускулярно-хвильовий дуалізм, співвідношення невизначеностей та ін.). Крім того, в межах відведених годин даний курс не може охопити всього спектру проблем сучасної квантової фізики і обмежений в демонстраціях із-за їх складності. Все це вимагає підвищеної уваги при засвоєнні матеріалу на лекціях і лабораторних заняттях та інтенсивної самостійної роботи студента.

Під час навчання застосовуються:

- метод проблемно-орієнтованого навчання;
- стратегія активного навчання, за якою зв'язок педагога зі студентами здійснюється за допомогою опитувань, самостійних, контрольних робіт, тестів тощо.

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни і засвоєння матеріалу використовується електронна пошта, платформа дистанційного навчання e-learn uzhnu на основі системи Moodle, сервіс для проведення онлайн-нарад Google Meet, за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та оцінювання студентів.

– Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у студентів таких **компетентностей**:

ІК. Здатність розв'язувати спеціалізовані практичні завдання в освітній галузі, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, предметних знань, психології, теорії та методики навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК4. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.

ФК1. Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмету.

ФК4. Здатність формувати і розвивати в учнів ключові та предметні компетентності засобами навчального предмету та інтегрованого навчання; формувати в них ціннісне ставлення, розвивати критичне мислення.

ПК1. Здатність використовувати комплекс наукових знань з фізики та астрономії у поєднанні із необхідним математичним апаратом для пояснення явищ природи, розуміння сучасної природничо-наукової картини світу.

ПК2. Здатність організовувати та здійснювати дослідницьку діяльність та формулювати доказові висновки на основі отриманої інформації.

ПК3. Здатність виокремлювати істотні ознаки основних одиниць навчального змісту курсу фізики: фізичного явища, величини, закону, фізичної теорії, фундаментального фізичного експерименту, фізичного приладу, технічного пристрою та моделі; обґрунтовано обирати та застосовувати методи й засоби навчання, відповідний дидактичний матеріал для їх пояснення.

ПК4. Здатність здійснювати усі види фізичного експерименту, у тому числі і навчального, відповідно до методики і техніки проведення.

ПК5. Здатність розв'язувати задачі з фізики й астрономії та навчати учнів їх розв'язуванню.

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Атомна фізика» є опанування таких навчальних дисциплін:

- ОК 5 – Математичний аналіз;
- ОК 6 – Аналітична геометрія і вища алгебра;
- ОК 13 – Фізичні основи механіки;
- ОК 14 – Молекулярна фізика;
- ОК 15 – Електрика і магнетизм;
- ОК 16 – Оптика.

### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Демонструє знання основ фундаментальних і прикладних наук (відповідно до предметної спеціальності), оперує базовими категоріями та поняттями предметної області спеціальності.	РН7
Демонструє володіння сучасними технологіями пошуку наукової інформації для самоосвіти та застосування її у професійній діяльності.	РН10
Класифікує і пояснює основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики, астрономії та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.	ПРН1
Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.	ПРН2
Здійснює експериментальну діяльність з фізики, організовує та проводить фізичний експеримент в освітньому процесі.	ПРН3
Демонструє вміння розв'язувати типові задачі з різних розділів фізики та астрономії, чітко й раціонально пояснює їх розв'язки.	ПРН4

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Атомна фізика»:

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Володіє і оперує базовими категоріями та поняттями фізики та астрономії, вміє аналізувати фізичні явища на основі фундаментальних законів і застосовувати ці знання для розв'язання практичних задач в атомній фізиці.	РН7
Володіє сучасними технологіями, методами та інструментами для пошуку наукової інформації в галузі атомної фізики з метою самоосвіти та застосування у професійній діяльності вчителя.	РН10
Здобувач здатний класифікувати та пояснювати основні поняття, принципи і теорії атомної фізики, включаючи моделі атомів і природу електронних оболонок, розуміє роль атомної фізики в сучасному науково-технічному прогресі.	ПРН1
Аналізує атомні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, використовуючи математичні методи для їх моделювання.	ПРН2
Вміє застосовувати комп'ютерно-інформаційні технології у віртуальному фізичному експерименті з атомної фізики.	ПРН3
Вміє розв'язувати стандартні задачі з атомної фізики, чітко й раціонально пояснювати їх розв'язки учням.	ПРН4

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

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

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

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

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування на початку занять;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит. До іспиту допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

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

<b>Поточне оцінювання та самостійна робота</b>					<b>Модульна контрольна робота</b>	<b>Сума</b>
T1	T2	T3	T4	T5		
10	10	10	10	10	50	100

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

<b>Поточне оцінювання та самостійна робота</b>					<b>Модульна контрольна робота</b>	<b>Сума</b>
T6	T7	T8	T9	T10		
10	10	10	10	10	50	100

## Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	2	20	2	20
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	4	30	5	30
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
<b>Разом</b>	<b>7</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

При оцінюванні знань враховується в першу чергу повнота, правильність і вичерпність відповідей на поставлені в модульних контрольних роботах запитання. Підсумкова оцінка за модуль виставляється за 100-бальною шкалою та національною 5-бальною шкалою. Відомість результатів оформлюється за системою ECTS.

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо під час проведення контролю було виявлено:

1. Наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту.
2. Вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту.
3. Глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії.
4. Високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Відмінно виконана робота демонструє наявність у студента творчих здібностей.

Оцінка «добре» виставляється, коли студент письмово відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму курсу. У відповідях, які оцінені на «добре», можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей. Студент спроможний з допомогою літератури ліквідувати всі недоліки у відповідях.

Оцінка «задовільно» виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми курсу. У відповідях, які оцінені на «задовільно», можуть зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

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

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

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Атомна фізика» здійснюється у формі іспиту.

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за 5-ти бальною шкалою: “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”.

Оцінка “відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли студент бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння суті програмового матеріалу, вільно володів фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, кваліфіковано використовував набуті знання для розв’язання конкретних практичних задач.

Оцінка “добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли студент виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка “задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли студент в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв’язання конкретних практичних задач.

Оцінка “незадовільно” (FX, F; 0-59) виставляється тоді, коли студент не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, не може застосовувати набуті знання для розв’язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 5-ти бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

#### **Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит та диференційований залік	Залік
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	Зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	

За бажанням студента результуюча підсумкова екзаменаційна оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наведеною вище шкалою оцінювання.

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незадовільно» (0-34 балів, F), зобов’язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни і скласти іспит.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до екзаменаційної відомості.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

Тема 1. Вступ. Історія розвитку даного розділу фізики. Масштаби явищ мікросвіту. Фундаментальні взаємодії. Місце фізики атомна і ядра в природничих науках.

Тема 2. Корпускулярні властивості частинок. Основи квантової теорії. Світлові кванти. Фотоефект. Ефект Комптона. Проходження заряджених частинок через речовину.

Тема 3. Хвильові властивості частинок. Гіпотеза де Бройля та її експериментальне підтвердження. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.

Тема 4. Основи квантової механіки. Рівняння Шредінгера і фізичний зміст його розв'язку. Власні функції та власні значення.

Тема 5. Класична модель атома. Досліди Резерфорда. Формула Резерфорда. Постулати Бора. Теорія Бора для атома водню, кругові орбіти.

#### Модуль 2.

Тема 6. Рівняння Шредінгера для атома водню. Фізичний зміст квантових чисел.

Тема 7. Елементи теорії збурень в квантовій механіці. Атом гелію. Векторна модель атома.

Тема 8. Принцип Паулі і заповнення електронних оболонок атомів. Фізична основа періодичної системи Д.І. Менделєєва і її методичне значення.

Тема 9. Спектри лужних металів. Формули енергетичних станів. Дублетне розщеплення рівнів енергії. Імовірність переходу та правила відбору. Коефіцієнти Ейнштейна.

Тема 10. Атом у зовнішньому магнітному полі. Магнетон Бора. Енергія атома в магнітному полі.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі:				
лекції		практичні (семінарськ	лабораторні	індивідуаль на робота	самостійна робота	
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Вступ. Історія розвитку даного розділу фізики. Масштаби явищ мікросвіту. Фундаментальні взаємодії. Місце фізики атомна і ядра в природничих науках.	9	2	1	2		4
Тема 2. Корпускулярні властивості частинок. Основи квантової теорії. Світлові кванти. Фотоефект. Ефект Комптона. Проходження заряджених частинок через речовину.	16	2	2	4		8
Тема 3. Хвильові властивості частинок. Гіпотеза де Бройля та її експериментальне підтвердження. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.	20	4	2	4		10
Тема 4. Основи квантової механіки. Рівняння Шредінгера і фізичний зміст його розв'язку. Власні функції та власні значення.	24	4	2	6		12
Тема 5. Класична модель атома. Досліди Резерфорда. Формула Резерфорда. Постулати Бора. Теорія Бора для атома водню, кругові орбіти.	20	2	2	6		10
Модульна контрольна робота	1		1			
Разом за модуль	90	14	10	22		44
<b>Модуль 2</b>						
Тема 6. Рівняння Шредінгера для атома водню. Фізичний зміст квантових чисел.	16	2	2	4		8
Тема 7. Елементи теорії збурень в квантовій механіці. Атом гелію. Векторна	16	2	2	4		8

модель атома.						
Тема 8. Принцип Паулі і заповнення електронних оболонок атомів. Фізична основа періодичної системи Д.І. Менделєєва і її методичне значення.	20	2	2	6		10
Тема 9. Спектри лужних металів. Формули енергетичних станів. Дублетне розщеплення рівнів енергії. Імовірність переходу та правила відбору. Коефіцієнти Ейнштейна.	20	4	2	4		10
Тема 10. Атом у зовнішньому магнітному полі. Магнетон Бора. Енергія атома в магнітному полі.	17	2	1	4		10
Модульна контрольна робота	1		1			
Разом за модуль	90	12	10	22		46
<b>Разом за семестр</b>	<b>180</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>44</b>		<b>90</b>

### 6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Корпускулярні властивості випромінювання.	2
2.	Квантова природа електромагнітного випромінювання. Теплове випромінювання.	2
3.	Модель атома Резерфорда-Бора.	2
4.	Воднеподібні атоми.	2
5.	Хвильові властивості частинок.	2
6.	Рівняння Шредингера. Проходження частинки через бар'єр.	2
7.	Найпростіші задачі квантової механіки	2
8.	Векторна модель багатоелектронних атомів.	1
9.	Спектри лужних металів.	1
10.	Будова і спектри молекул.	2
11.	Модульна контрольна робота	2
<b>Разом</b>		<b>20</b>

#### 6.4. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
1.	Вступне заняття. Ознайомлення з роботами та правилами техніки безпеки при їх виконанні.	2
2.	Визначення сталої Планка	5
3.	Визначення відношення $m/e$ для іонів мас-спектрометричним методом	5
4.	Визначення потенціалу збудження атомів за дослідом Франка-Герца.	5
5.	Вивчення спектрів атома гідрогену і визначення сталої Рідберга	5
6.	Вивчення спектрів атомів лужних металів.	5
7.	Електронно-коливальні спектри двоатомних молекул	7
8.	Визначення енергії дисоціації молекули йоду	5
9.	Вивчення фотолюмінісценції напівпровідників.	5
<b>Разом</b>		<b>44</b>

#### 6.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Випромінювання абсолютного чорного тіла.	5
2.	Маса та імпульс фотона. Досліди Боте та Вавилова.	5
3.	Тиск світла. Досліди Лебедева.	5
4.	Корпускулярні властивості частинок. Основи квантової теорії. Світлові кванти.	5
5.	Природа та одержання рентгенівського випромінювання. Гальмівне та характеристичне рентгенівське випромінювання та його спектри.	6
6.	Поглинання та розсіяння рентгенівського випромінювання. Застосування рентгенівського випромінювання	6
7.	Теплове випромінювання та його характеристики. Закон Кірхгофа.	5
8.	Закон Стефана-Больцмана. Закон Віна. Формула	6

	Релея-Джінса.	
9.	Формула Планка.	5
10.	Хвильові властивості частинок. Гіпотеза де Бройля та її експериментальне підтвердження. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.	5
11.	Принцип Паулі і заповнення електронних оболонок атомів.	5
12.	Спектри лужних металів. Формули енергетичних станів. Дублетне розщеплення рівнів енергії.	5
13.	Імовірність переходу та правила відбору. Коефіцієнти Ейнштейна.	6
14.	Атом у зовнішньому магнітному полі. Магнетон Бора. Енергія атома в магнітному полі.	6
15.	Будова і спектри молекул. Види рухів в молекулі та типи молекулярних спектрів.	5
16.	Класифікація електронних станів молекул. Принцип Франка-Кондона.	5
17.	Оптичні квантові підсилювачі і генератори.	5
<b>Разом</b>		<b>90</b>

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Технічні засоби: Мультимедійний проектор, інтерактивна дошка.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети, веб-камери, лабораторне обладнання навчальної лабораторії з атомної фізики.

Програмне забезпечення: Microsoft Office.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет.

Конспекти аудиторних занять з дисципліни “Атомна фізика”, методичне забезпечення самостійної підготовки студентів, завдання та тематика контрольних робіт для студентів, методичні матеріали до самостійних занять та методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### *Основна література:*

1. 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.
2. Кобушкін, О. П. Атомна фізика [Електронний ресурс] : [підручник] / О. П. Кобушкін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 310 с.
3. Рачковський О. М., Оптасюк С. В., Чорна О. Г. Загальна фізика «Атомна і ядерна фізика» (теорія + практика + експеримент): навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету, спеціальності: 014 Середня освіта (Фізика) [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 150 с.
4. Карбованець М.І., Лазур В.Ю., Нодь Є.А. Практикум з квантової механіки: практикум. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2022. – 97 с.
5. Ільчук А., Кушнір О.С., Бовгира О.В., Кашуба А.І. / За ред. Лопатинського І. Є/ Атомна фізика: збірник задач: навч. посібн. – Львів: Левада, 2021. – 220 с.
6. Курляк В.Ю., Карплюк Л.Т., Тузьяк М.Р. Практикум з курсу «Атомна фізика». – Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 112 с.
7. Франів А.В., Бовгира О.В. Задачі з атомної фізики. – Львів: Вид. центр ЛНУ, 2011. – 210 с.
8. Ігнатенко В.М., Нефедченко В.Ф. Збірник задач з квантової та ядерної фізики. Навчальний посібник. – СумДУ, Суми. – 2018.

### *Допоміжна література:*

1. Вакарчук І.О. Квантова механіка. - Львів, ЛНУ ім. І.Франка, 2004, - 784с.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Оптика. Квантова фізика.т.3. -К.: Техніка. - 1999, -511 с.
3. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. Кн.3. - К.:Вища школа.- 2003.-311с..
4. Білий М. У., Охріменко Б. А. Атомна фізика: Підручник. – К. : Знання, 2009. – 559 с.
5. Шимон Л.Л., Скубенич В.В., Семенюк Я.М., Повч М.М. Фізичний практикум “Атомна фізика”. Ужгород: УжНУ, 2004, -99 с.

6. Овечко В. С. Атомна фізика. Фізичний практикум : навч. посіб. / В. С. Овечко, Н. П. Харченко. – 2-ге вид., випр. та доп. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2013. – 200 с.

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

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

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

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

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

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

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

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

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