

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри**



(Протокол 1 від «29» серпня 2019 року)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПП 2.13.01 СПЕЦІАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь 01 Освіта/Педагогіка
(шифр галузі і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
(код і назва спеціальності)

предметна спеціальність 014.15 Середня освіта (Природничі науки)
(шифр і назва спеціальності (предметної спеціальності))

освітня програма Середня освіта (Природничі науки)
(назва освітньої програми)

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(назва рівня вищої освіти)

факультет природничо-географічний
(назва інституту, факультету, відділення)

форма навчання денна
(денна, заочна)

2019–2020 навчальний рік

Робоча програма Спеціальний фізичний практикум для студентів

(назва навчальної дисципліни)

для студентів спеціальності 014 «Середня освіта (Природничі науки)» освітня програма «Середня освіта (Природничі науки)» на другому (магістерському) рівні вищої освіти

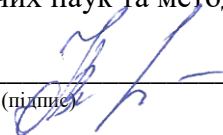
Розробник: Подопригора Наталія Володимирівна, завідувач кафедри природничих наук та методик їхнього навчання, доктор педагогічних наук, доцент

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри природничих наук та методик їхнього навчання

Протокол № 1 від 29 серпня 2019 року

Завідувач кафедри природничих наук та методики їхнього навчання

 / Подопригора Н.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів (ECTS) – 5	Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка	Вибіркова
Модулів – 1	Спеціальність 014 «Середня освіта (Природничі науки)	Рік підготовки:
Змістових модулів – 5		2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 150 52/98 (аудиторна/самостійна)		3-й
		Лекції
Кількість навчальних тижнів – 17	Другий (магістерський) рівень вищої освіти	0 год.
		Практичні, семінарські
		0 год.
		Лабораторних
Тижневих годин для денної форми навчання:		52 год.
аудиторних – 3,5;		Самостійна робота
самостійної роботи студента – 5,5		98 год.
	Індивідуальні завдання:	
	0 год.	
	Вид контролю: 3-й семестр – залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 35% / 65%

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна «Спеціальний фізичний практикум» покликана забезпечити формування експериментаторських компетентностей студентів під час опанування деякими експериментальними методами дослідження фізичних систем з погляду модельних уявлень електронної теорії речовини. Спеціальний фізичний практикум є одним із складників експериментаторської підготовки студентів з фізики та виконує інтегративну функцію на завершальному етапі

підготовки майбутнього вчителя фізики та природничих наук, сприяючи формуванню та розвитку уявлень про методи вимірювання фізичних величин, уміння працювати із складними фізичними приладами, з якими вони не зустрічались в лабораторіях курсу загальної фізики. Незважаючи на досить детальні поради і рекомендації, зазначених в описах відповідних приладів, для виконання лабораторних робіт, потрібна попередня підготовка в лабораторії під наглядом викладача/завідувача лабораторією, обов'язковий інструктаж з техніки безпеки, у тому числі отримання допуску до виконання лабораторної роботи студентом після опанування ним теоретичних відомостей та вивчення ходу виконання роботи. При цьому важливою умовою вивчення цієї дисципліни є покладання на інваріантне ядро змісту курсів загальної і теоретичної фізики.

Мета викладання дисципліни: сформувати теоретичні уявлення про спеціальні методи експериментальної фізики з дослідження фізичних властивостей систем з погляду теоретичних схем електронної теорії речовини та експериментаторські уміння працювати із спеціальним обладнанням лабораторних робіт спеціального фізичного практикуму, сприяти формуванню експериментаторської компетентності засобами навчально-дослідного експериментування, опанування принципів будови, дії і використання новітньої техніки та підвищення наукового рівня виконання робіт дослідницького характеру. Зміцнити теоретичні знання та поліпшити експериментаторські уміння і навички студентів на основі єдності теоретичного та емпіричного складників вивчення фізики; сприяти розвитку логічного мислення, формуванню наукового світогляду, самостійної експериментаторської компетентності – здатності до цілепокладання, планування та проектування дослідницької діяльності з фізики, вибору ефективних шляхів розв'язання завдань, рефлексії тощо.

Структурні складники експериментаторської компетентності:

а) *уміння планувати експеримент*, тобто формулювати його мету, 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) *уміння підготувати експеримент*, тобто обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розташовувати прилади, досягаючи безпечного проведення досліду;

в) *уміння спостерігати*, визначати мету й об'єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки 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.

Головними **завданнями** курсу є виконання експериментальних досліджень з ряду сучасних питань фізики, що забезпечують перспективи їхнього прикладного застосування, сприяючи розвиткові науки і техніки. Розширене і більш загальне тлумачення та аналіз фізичних понять та законів, що розглядались у курсах загальної та теоретичної фізики і передбачає ознайомлення студентів із сучасними методами наукових досліджень та тими засобами їх реалізації, що відбивають останні наукові досягнення. Зокрема, у процесі вивчення радіоактивного розпаду та з'ясуванням статистичних закономірностей, вивчення феромагнетиків, сегнетоелектриків, а також поглиблене опанування спектральним аналізом, властивостей напівпровідників, перевірка закономірностей ефекту Столетова, Холла, фотоефекту тощо.

Курс передбачає виконання студентами восьми лабораторних робіт, самостійне вивчення теоретичного матеріалу та підсумкового контролю у вигляді складання заліку.

Метою виконання **лабораторних робіт** є:

- поглиблення теоретичних знань студентів, формування розуміння ролі експерименту в фізиці як 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 в роботі;
- залучення студентів до самостійної дослідницької експериментальної діяльності.

У результаті виконання лабораторних робіт передбачається:

1. Набуття студентами знань про:

- 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 та шкільному фізичному кабінеті;
- освітні і виховні завдання лабораторних робіт і фізичних практикумів за програмами з фізики закладів загальної середньої освіти;

2. Оволодіння уміннями і здатностями:

- виконувати оцінки та враховувати умови проведення фізичного експерименту згідно з інструкцією до лабораторної роботи;
- застосовувати фізичне обладнання та устаткування, ураховуючи його технічні характеристики, до виконання експериментальних завдань;
- здійснювати вимірювання та аналізувати результати лабораторної роботи, інтерпретувати результати засобами математичного моделювання;
- виконувати розрахунок похибок результатів експерименту;
- графічно подати результати експерименту;
- скласти звіт про виконану лабораторну роботу;
- користуватися довідковою літературою.

Результати навчання з дисципліни:

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми після вивчення навчального курсу за вибором «Спеціальний фізичний практикум» студенти повинні

знати:

- завдання і методи сучасних питань фізики, роль експерименту в фізиці; завдання і методи новітніх розділів фізики;
- основні фізичні структури та матеріали;
- володіти математичними методами аналізу та опису явищ і процесів, які відбуваються в фізичних системах з погляду електронної теорії речовини;
- розуміти місце фізики в структурі природничих наук та її зв'язок із іншими науками, роль у прискоренні темпів науково-технічного прогресу;
- історію визначних винаходів в області техніки, пов'язаних з використанням законів природи;
- вплив теоретичних знань в області природничих наук на зміни в технології виробництва і перебудові виробничих циклів;

уміти:

- застосовувати припущення, гіпотези, теорії та концепції на рівні, необхідному для вирішення науково-дослідних завдань та проблем фізики відповідно до змісту програми курсу;
- виявляти навички критичного мислення, демонструє культуру, толерантність при веденні наукових дискусій, розуміє відповідальність за результати дослідження;
- виявляти здатність обирати, використовувати раціональні алгоритми, методи, прийоми та способи розв'язування експериментальних завдань з фізики;
- виконувати експериментальні завдання за допомогою прикладних методик аналізу основних теоретичних моделей фізики за відповідними темами курсу;
- застосовувати пропоновані методики виконання експериментальних завдань за відповідними темами курсу.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Напівпровідники

Тема 1. Дослідження напівпровідникових термоопорі (термісторів) – Лр. №1 [1].

Тема 2. Визначення роботи виходу електрона – Лр. №2 [1].

Тема 3. Ефект Холла в напівпровідниках – Лр. №3 [1].

Тема 4. Вивчення фотопровідності напівпровідників і визначення релаксаційного часу життя носіїв заряду – Лр. №6 [1].

Змістовий модуль 2. Феромагнетики і сегнетоелектрики

Тема 5. Дослідження феромагнетиків – Лр. №5 [1].

Тема 6. Дослідження сегнетоелектриків – Лр. №7 [1].

Змістовий модуль 3. Оптика

Тема 7. Фотометрування спектрограми за допомогою мікрофотометра – Лр. №10 [2].

Тема 8. Визначення показника заломлення рідин та концентрації незабарвлених розчинів за допомогою інтерферометра ІТР-1 – Лр. №12 [2].

Змістовий модуль 4. Квантова фізика

Тема 9. Одержання спектрограм та вивчення спектру водню і гелію – Лр. №8 [2].

Тема 10. Візуальне дослідження спектрограм, визначення довжин спектральних ліній та деяких атомних констант – Лр. №9 [2].

Тема 11. Експериментальна перевірка рівняння Ейнштейна для фотоэффекта, визначення сталої Планка і роботи виходу електрона – Лр. №11 [2].

Змістовий модуль 5. Статистичні закономірності

Тема 12. Вивчення статистичних закономірностей, визначення активності радіоактивного препарату та його періоду піврозпаду – Лр. №4 [1].

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)				
	Усього	у тому числі			
		Лекції	Пр.	Лб.	Ср.
Модуль 1. Спеціальний фізичний практикум					
Вступ. Інструктаж з техніки безпеки	2			2	
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. НАПІВПРОВІДНИКИ					
Тема 1. Дослідження напівпровідникових термоопорі (термісторів)	12	-	-	4	8
Тема 2. Визначення роботи виходу електрона	12	-	-	4	8
Тема 3. Ефект Холла в напівпровідниках	12	-	-	4	8
Тема 4. Вивчення фотопровідності напівпровідників і визначення релаксаційного часу життя носіїв заряду	12	-	-	4	8
<i>Усього за змістовим модулем I</i>	48	-	-	16	32

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)				
	Усього	у тому числі			
		Лекції	Пр.	Лб.	Ср.
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. ФЕРОМАГНЕТИКИ І СЕГНЕТОЕЛЕКТРИКИ					
Тема 5. Дослідження феромагнетиків	12	-	-	4	8
Тема 6. Дослідження сегнетоелектриків	12	-	-	4	8
<i>Усього за змістовим модулем 2</i>	24	-	-	8	16
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3. ОПТИКА					
Тема 7. Фотометрування спектрограми за допомогою мікрофотометра	12	-	-	4	8
Тема 8. Визначення показника заломлення рідин та концентрації незабарвлених розчинів за допомогою інтерферометра ІТР-1	12	-	-	4	8
<i>Усього за змістовим модулем 3</i>	24	-	-	8	16
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4. КВАНТОВА ФІЗИКА					
Тема 9. Одержання спектрограм та вивчення спектру водню і гелію	12	-	-	4	8
Тема 10. Візуальне дослідження спектрограм, визначення довжин спектральних ліній та деяких атомних констант	12	-	-	4	8
Тема 11. Експериментальна перевірка рівняння Ейнштейна для фотоефекта, визначення сталої Планка і роботи виходу електрона	12	-	-	4	8
<i>Усього за змістовим модулем 4</i>	36	-	-	12	24
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 5. СТАТИСТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ					
Тема 12. Вивчення статистичних закономірностей, визначення активності радіоактивного препарату та його періоду піврозпаду	12	-	-	4	8
<i>Усього за змістовим модулем 5</i>	12	-	-	4	8
<i>Перевірка самостійно вивченого теоретичного матеріалу</i>	4	-	-	2	2
Усього годин	150	-	-	52	98

5. Теми семінарських занять
(не передбачено)

6. Теми практичних занять
(не передбачено)

7. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
0.	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки	2
1.	Дослідження напівпровідникових термоопорів (термісторів)	4
2.	Визначення роботи виходу електрона	4
3.	Ефект Холла в напівпровідниках	4
4.	Вивчення статистичних закономірностей, визначення активності радіоактивного препарату та його періоду напіврозпаду	4
5.	Дослідження феромагнетиків	4
6.	Вивчення фотопровідності напівпровідників і визначення релаксаційного часу життя носіїв заряду	4
7.	Дослідження сегнетоелектриків	4
8.	Одержання спектрограм та вивчення спектрів водню і гелію	4
9.	Візуальне дослідження спектрограм, визначення довжини спектральних ліній та деяких атомних констант	4
10.	Фотометрування спектрограми за допомогою мікрофотометра	4
11.	Експериментальна перевірка рівняння Ейнштейна для фотоефекту, визначення сталої Планка та роботи виходу електрона з металу	4
12.	Визначення показника заломлення рідини та концентрації незабарвлених розчинів за допомогою інтерферометра ІТР-1	4
<i>Перевірка самостійно вивченого теоретичного матеріалу</i>		2
Усього годин		52

7.1. Теоретичні питання для самоконтролю для отримання допуску до лабораторної роботи

Лабораторна робота № 1. Дослідження напівпровідникових термоопорів (термісторів)

1. Що таке напівпровідники? Який механізм їх електропровідності?
2. Як залежить опір напівпровідників від температури? Який механізм цієї залежності? Які інші фактори крім температури, впливають на опір напівпровідників?
3. Яких властивостей набуває напівпровідник при температурах, близьких до 0 K ?
4. Що таке термістори? З яких матеріалів їх виготовляють?
5. Порівняйте характер температурної залежності опору термісторів і металів та їх температурні коефіцієнти опору.
6. Назвіть умову рівноваги моста Уїтстона.
7. З якою метою у неробочому положенні моста МО-62 рекомендується встановлювати ручку опору порівняння проти показника « ∞ »?
8. Наведіть приклади технічного застосування термісторів.

Лабораторна робота № 2. Визначення роботи виходу електрона

1. Якими методами можна виміряти роботу виходу електрона з металу?
2. Які причини приводять до виконання роботи виходу?

3. Яким чином можна підвищувати точність вимірювання роботи виходу в даній задачі?
4. Чому при ввімкненні опору R_5 (ключем K_1) можливе нове зрівноваження моста?

Лабораторна робота № 3. Ефект Холла в напівпровідниках

1. Чому в напівпровіднику, що має мішану провідність, стала Холла менша, ніж у напівпровіднику з одним типом провідності?
2. Пояснити, чому стала Холла в металах на кілька порядків нижча ніж в напівпровідниках.
3. Чи можливі в принципі напівпровідники, для яких $R_H = 0$?
4. Де можна використати явище Холла?
5. Чи можливе подібне явище в електроліті, в плазмі?
6. Як зв'язано явище Холла і робота МГД-генератора?

Лабораторна робота № 4. Вивчення статистичних закономірностей, визначення активності радіоактивного препарату та його періоду піврозпаду

1. Що називається константою розпаду і періодом піврозпаду?
2. Чим характерні динамічні і статистичні закономірності, чим вони відрізняються між собою?
3. Що таке активність радіоактивного препарату? Якими величинами вона вимірюється?
4. Пояснити принцип роботи сцинтиляційного лічильника.
5. Фізичні основи роботи фотоелектричного помножувача.
6. В чому заключається фізичний зміст закону радіоактивного розпаду?
7. Чому постійна радіоактивного розпаду не залежить від зовнішніх факторів (температури, тиску, напруженості полів і т.д.)?

Лабораторна робота № 5. Дослідження феромагнетиків

1. В чому полягають характерні властивості феромагнетиків?
2. Чому виникає феромагнітний стан речовини?
3. Який стан називається антиферомагнітним?
4. Чим балістичний гальванометр відрізняється від звичайного гальванометра?
5. Як відбувається процес намагнічування феромагнетика?
6. За рахунок яких процесів відбувається ріст намагнічування феромагнетика?
7. Як феромагнітний стан залежить від температури?
8. Який фізичний зміст величини \vec{B} , \vec{H} і якими одиницями вони вимірюються?

Лабораторна робота № 6. Вивчення фотопровідності напівпровідників і визначення релаксаційного часу життя носіїв заряду

1. Які носії заряду називають рівноважними і нерівноважними?
2. Пояснить можливі переходи електронів при поглинанні квантів світла і рекомбінації. Що таке прямі і непрямі переходи електронів?
3. Що таке час життя нерівноважних носіїв заряду?
4. Якими виразами виражається червона межа фотопровідності для власних і домішкових напівпровідників?
5. Пояснить процеси релаксації фотопровідності при освітленні прямокутними імпульсами світла.
6. Пояснить фізичний зміст постійного часу τ . Як експериментально визначається τ ?

Лабораторна робота № 7. Дослідження сегнетоелектриків

1. Які особливості сегнетоелектричного стану речовини?
2. Чим відрізняються сегнетоелектрики від звичайних діелектриків?
3. Чому виникає доменна структура сегнетоелектриків?
4. Як можна спостерігати домени?
5. Чи може бути сегнетоелектриком рідина чи газ?
6. Як відбувається процес поляризації сегнетоелектрика?
7. Перелічіть області застосування сегнетоелектриків.
8. Що називається коерлітовою силою? Залишковою поляризацією?

Лабораторна робота № 8. Одержання спектрограм та вивчення спектру водню і гелію

1. З яких основних частин складається спектрограф?
2. В чому полягає основне призначення цих частин?

3. Для чого використовується спеціальна освітлювальна система?
4. На якому фізичному явищі ґрунтується якісний та кількісний спектральний аналіз?
5. Що таке кутова і лінійна дисперсії спектрографа?
6. Які фізичні явища можна використати для контролювання спектрального приладу?
7. Як працюють безелектродні спектральні лампи?
8. Чому при проходженні світлового променя через товсту плоско паралельну пластинку спектру не спостерігають?
9. Які явища можна використати для одержання спектру?

Лабораторна робота № 9. Візуальне дослідження спектрограм, визначення довжин спектральних ліній та деяких атомних констант

1. На якому фізичному явищі ґрунтується якісний спектральний аналіз?
2. Чи можна спектрографічним методом провести кількісний аналіз суміші чи сплаву і яке явище лежить в основі кількісного спектрального аналізу?
3. Чи однакова постійна Ридберга для водню і однократно іонізованого гелію?
4. Обчислити значення сталої Ридберга для однократно іонізованого гелію.
5. Пояснити, чому виникає явище дисперсії світла.
6. Що таке лінійна інтерполяція?
7. В чому полягають недоліки теорії Бора?
8. Чому теорія Бора має лише історичне значення?

Лабораторна робота № 10. Фотометрування спектрограми за допомогою мікрофотометра

1. Для чого використовують спектральну фотометрію?
2. Що називають почорнінням фотопластинки? Як воно вимірюється?
3. Для чого вимірюють почорніння? Яким способом?
4. Розповісти про два способи порівняння інтенсивностей спектральних ліній.
5. Розповісти про принцип роботи мікрофотометра.
6. Як визначити відношення $\frac{E_{\lambda_1}}{E_{\lambda_2}}$?

Лабораторна робота № 11. Експериментальна перевірка рівняння Ейнштейна для фотоелектра, визначення постійної Планка і роботи виходу електрона

1. В чому полягає явище фотоелектру?
2. Як визначається робота виходу електрона з металу?
3. Чим пояснити явище фотоелектру на основі класичної електродинаміки?
4. Чому у вакуумних фотоелементах існує струм насичення? Чи можливий струм насичення в газонаповнених фотоелементах?
5. Пояснити, як працює електронний міст опорів.
6. Як визначити роботу виходу A , якщо відома затримуюча різниця потенціалів для різних частот?

Лабораторна робота № 12. Визначення показника заломлення рідин та концентрації забарвлених розчинів за допомогою інтерферометра ІТР-1

1. Чому інтерференційні максимуми, які спостерігаються в приладі ІТР-1, виявляються забарвленими? Свою відповідь обґрунтуйте відповідними формулами.
2. Чому в інтерферометрі ІТР-1 не користуються монохроматичним світлом, яке дуже легко дістати за допомогою світлофільтра?
3. Яке призначення компенсатора? Якими повинні бути його пластинки?
4. Які висновки можна зробити з таких приладів:
 - а) умовний нуль, визначений без кювети і при встановленні кювети з порожніми камерами, не зберігається?
 - б) умовний нуль, визначений при встановленні кювети з порожніми камерами і при заповненні обох камер дистильованою водою, виявляється різним?
5. Який фізичний зміст абсолютного показника заломлення середовища? відносного показника заломлення двох речовин? Як пов'язані між собою ці величини?

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження напівпровідникових термоопорі (термісторів)	8
2.	Визначення роботи виходу електрона	8
3.	Ефект Холла в напівпровідниках	8
4.	Вивчення статистичних закономірностей, визначення активності радіоактивного препарату та його періоду піврозпаду	8
5.	Дослідження феромагнетиків	8
6.	Вивчення фотопровідності напівпровідників і визначення релаксаційного часу життя носіїв заряду	8
7.	Дослідження сегнетоелектриків	8
8.	Одержання спектрограм та вивчення спектру водню і гелію	8
9.	Візуальне дослідження спектрограм, визначення довжин спектральних ліній та деяких атомних констант	8
10.	Фотометрування спектрограми за допомогою мікрофотометра	8
11.	Експериментальна перевірка рівняння Ейнштейна для фотоефекта, визначення постійної Планка і роботи виходу електрона	8
12.	Визначення показника заломлення рідин та концентрації незабарвлених розчинів за допомогою інтерферометра ІТР-1	8
13.	Перевірка самостійно вивченого теоретичного матеріалу	2
Усього годин		98

8.1. Питання для перевірки знань теоретичного матеріалу

1. Що називають фотоелектричним ефектом?
2. У чому полягає зовнішній фотоефект і які його закономірності?
3. Яка теорія фотоелектричного ефекту?
4. Запишіть рівняння Ейнштейна для фотоефекту та поясніть його.
5. Сформулюйте закони зовнішнього фотоелектричного ефекту, які впливають з рівняння Ейнштейна.
6. У чому полягає квантова теорія світла?
7. Що таке фотон і які його характеристики?
8. Назвіть застосування фотоелектричного ефекту в науці та техніці.
9. Розкажіть про будову та принцип дії фотоелемента.
10. Що таке інтегральна та спектральна чутливість фотоелемента?
11. Що таке робота виходу електрона та потенціал виходу?
12. Що таке гранична частота та червона межа фотоефекту?
13. Що таке затримувальний потенціал і від чого він залежить?
14. Від чого залежить червона межа фотоефекту фотокатода?
15. Від чого залежать енергія та швидкість електронів, які вилітають з фотокатода?
16. У чому полягає ефект Комптона?
17. Квантове пояснення ефекту Комптона?
18. Чому при поясненні ефекту Комптона електрони можна вважати вільними?
19. Запишіть закони збереження енергії та імпульсу під час зіткнення фотона з електроном при ефекті Комптона.
20. Що таке комптонівська довжина хвилі електрона?
21. Чому у спектрі розсіяного випромінювання ефекту Комптона поряд зі зміщеною

- спектральною лінією спостерігається і незміщена спектральна лінія?
22. Можливе чи ні поглинання фотона вільним електроном та чому?
 23. Пояснити термін «фіолетова» катастрофа.
 24. Пояснити з квантового погляду існування червоної межі фотоелектричного ефекту.
 25. Визначити характеристики фотона.
 26. Пояснити і довести формулу для визначення зміни довжини хвилі під час ефекту Комптона.
 27. Застосовувати закони теплового випромінювання, фотоелектричного ефекту, ефекту Комптона для розв'язування задач.
 28. Що таке теплове випромінювання?
 29. Назвіть енергетичні характеристики теплового випромінювання.
 30. Сформулюйте закон Кірхгофа для теплового випромінювання.
 31. Сформулюйте закони теплового випромінювання абсолютно чорного тіла.
 32. Яка теорія теплового випромінювання?
 33. У чому суть гіпотези Планка?
 34. У чому принципова відмінність квантової теорії світла від класичної хвильової теорії?
 35. Записати формулу Планка для теплового випромінювання.
 36. Накресліть графік функції $f(\lambda, T)$.
 37. Який хід кривої $f(\lambda, T)$ при збільшенні температури тіла?
 38. Які типи пірометрів ви знаєте? Розкажіть про принцип їхньої роботи.
 39. Намалюйте принципову схему яскравісного пірометра зі зникаючою ниткою.
 40. Що таке яскравісна температура T_j і який її зв'язок з дійсною температурою?
 41. У чому полягає метод експериментального визначення сталої Стефана-Больцмана? Яке її теоретичне значення?
 42. Як визначається енергія електрона?
 43. Що називається станом електрона?
 44. Як позначають стани електрона?
 45. Принцип Паулі.
 46. Що таке електронна оболонка атома?
 47. Як здійснюється спонтанне випромінювання?
 48. Як здійснюється вимушене випромінювання?
 49. Принцип дії лазера. Конструкція лазера.
 50. Особливості лазерного випромінювання та його застосування.
 51. Який спектр називається лінійчастим? Як він утворюється?
 52. Сформулювати постулати Бора.
 53. Намалювати борівську модель атома водню.
 54. Вивести формулу повної енергії електрона в атомі водню.
 55. Намалювати схему енергетичних рівнів атома водню.
 56. Назвати спектральні серії в спектрі випромінювання атома водню та пояснити, як вони утворюються.
 57. Які квантові числа ви знаєте і який їхній фізичний зміст?
 58. Від яких квантових чисел залежить енергія електрона в багатоелектронному атомі?
 59. Сформулювати правило добору для орбітального квантового числа.
 60. Намалювати хід променів у монохроматорі.
 61. Що називають градувальним графіком монохроматора? Як він будується? Як його використовують?
 62. Що таке головне квантове число?
 63. Що таке стала Рідберга?
 64. Що таке енергія іонізації атома?
 65. Що таке основний енергетичний стан електрона атома?
 66. Пояснити досліди Франка і Герца.
 67. Довести рівняння для визначення радіусів стаціонарних орбіт, енергії стаціонарних станів електрона в атомі, серіальну формулу Пальмера-Рітца.

68. Пояснити, користуючись теорією Бора, утворення серій у спектрі випромінювання атома водню.
69. Визначити дискретні значення фізичних величин, які характеризують стан електрона в атомі.
70. Охарактеризувати основний стан атома водню згідно з квантовою механікою.
71. Формулювати принцип Паулі і визначити кількість електронів, які мають однакові значення одного, двох, трьох і чотирьох квантових чисел.
72. Визначити кількість електронів, якими заповнено електронні оболонки L, M, N, O .
73. Записати і пояснити, що таке електронна конфігурація.
74. Сформулювати і пояснити просторове квантування.
75. Пояснити результати дослідів Штерна і Герлаха.
76. Пояснити будову періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва.
77. Пояснити сутність ефекту Зеємана.
78. Пояснити утворення жовтого дублета в спектрі випромінювання натрію.
79. Спираючись на закон Мозлі, визначити порядковий номер елемента в таблиці Менделєєва, якщо відома довжина хвилі характеристичного рентгенівського випромінювання цього елемента.
80. Пояснити принцип дії і будову лазера, його практичне застосування.
81. Пояснити утворення спектрів молекул.
82. Утворення енергетичних зон у кристалах.
83. Поняття про зонну теорію провідності провідників, напівпровідників і діелектриків.
84. Поняття про квантові статистики.
85. Застосування статистики Фермі-Дірака до електронів у металах.
86. Квантова теорія теплоємності.
87. Теплопровідність діелектричних кристалів. Фонони.
88. Теплоємність твердих тіл. Закон Дюлонга і Пті.
89. Квантові явища при низьких температурах. Надпровідність. Надтекучість.
90. Характерні ознаки напівпровідникового стану. Однорідні напівпровідники без домішок.
91. Власна провідність та її залежність від температури.
92. Домішкова провідність однорідних напівпровідників. Донорні та акцепторні домішки. Роль дефектів кристалічної решітки.
93. Рухливість вільних носіїв заряду в напівпровідниках, та її залежність від температури.
94. Температурна залежність концентрації носіїв заряду та питомої електропровідності напівпровідників.
95. Неоднорідні напівпровідники. Утворення $p-n$ -переходу (запінного шару) на межі областей кристала з різним типом провідності.
96. Фотопровідність напівпровідників. Елементарні збудження в напівпровідниках – екситони.
97. Вентельні властивості запінного шару. Вольт-амперна характеристика. Кристалічний діод та його використання за містковою схемою для двонапівпровідникового випрямлення змінного струму.
98. Кристалічний тріод та його використання в колі генератора незатухаючих електромагнітних коливань.
99. Характерні ознаки металічного стану. Електрони провідності в металах.
100. Енергетичний спектр електронів провідності в металах при 0 К. Рівень Фермі. Середня енергія електронів в металах при 0 К.
101. Вироджений та неvirоджений електронний газ.
102. Електропровідність металів та її залежність від температури.
103. Поверхня Фермі, радіус Фермі-сфери, Фермі-швидкість, Фермі-імпульс.
104. Робота виходу електронів з металу та контактна різниця потенціалу. Термоелектронна емісія. Формула Річардсона-Дешмана.

105. Тепловий рух у кристалі. Гармонічне Пружність. Нормальні коливання решітки. Поняття про квантування коливань решітки, квазічастинки – фонони. Енергетичний спектр фононів.
106. Коливання одновимірного кристалу (ланцюжка) з частинок одного сорту.
107. Коливання ланцюжка з частинок двох сортів (з базисом). Нормальні коливання кристалу, оптична та акустична вітки. Нульові коливання решітки.

9. Графік виконання та захисту лабораторних робіт

№ з/п	ПІБ / № заняття	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Балинська Наталя	<i>Вступ. Інструктаж з техніки безпеки</i>	1	2	Захист л/р	3	4	Захист л/р	5	6	Захист л/р	7	8	Захист л/р	<i>Підсумкове заняття</i>
2	Гусліста Аліна		2	3		4	5		6	7		8	9		
3	Зінь Євгенія		3	4		5	6		7	8		9	10		
4	Компанієць Зоя		4	5		6	7		8	9		10	11		
5	Кулеба Тетяна		5	6		7	8		9	10		11	12		
6	Ляшенко Микола		6	Захист л/р	7	8	Захист л/р	9	10	Захист л/р	11	12	Захист л/р	1	
7	Ляшенко Олена		7		8	9		10	11		12	1		2	
8	Царенко Анастасія		8		9	10		11	12		1	2		3	
9	Шапран Вікторія		9		10	11		12	1		2	3		4	
10	Якимович Володимир		10		11	12		1	2		3	4		5	
<i>К-ть годин</i>		2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2

10. Теми рефератів

(для підвищення рейтингу до 5 балів);

визначаються за вибором студента академічної групи

З темами рефератів студенти визначаються самостійно керуючись питаннями для самостійної роботи з теоретичного курсу, або з переліку запропонованого робочою програмою дисципліни. Обрання теми потрібно узгоджувати з викладачем.

10. Методи навчання

– *методи пізнання*: абстрагування, ідеалізація, узагальнення і систематизація знань, проблемно-пошуковий, моделювання фізичних явищ і процесів під час вивчення теоретичного матеріалу; індивідуальне обговорення складних для засвоєння студентами теоретичних питань та на консультаціях та під час захисту лабораторних робіт;

– *методи управління*: моніторинг рівнів сформованості (мотивації – професійної, навчально-пізнавальної, соціальної інтенсифікації, утилітарної; засвоєння – глибина, міцність, системність знань, успішність вивчення дисципліни; наукового світогляду – фундаментальності, інтегрованості і технологічності знань з дисципліни тощо) – діагностика, аналіз, коригування.

Форми організації навчальної діяльності студентів:

– аудиторна – індивідуальна у формі підготовки та виконання лабораторних занять (виконання і захист теоретичного матеріалу), консультацій);

– позааудиторна (самостійна), в межах якої виділяємо індивідуальну (підготовка теоретична з теоретичного матеріалу та практична в лабораторії з метою допуску студента до виконання лабораторної роботи, підготовка та написання звіту з лабораторної роботи, виконання експериментальних завдань, написання рефератів).

11. Форми контролю

Усне опитування та контроль знань під час допуску до виконання лабораторної роботи, перевірка і захист звітів з лабораторної роботи, обговорення теоретичних питань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами, рефератів), контроль за виконанням лабораторних робіт, дотриманням техніки безпеки тощо.

При оцінюванні **усної відповіді** оцінюються:

- знання фактів до визначених елементів теорії та їх узагальнення;
- знання принципів і постулатів;
- уміння логічно висвітлювати зміст питань курсу;
- уміння висловлювати власну точку зору стосовно аналізу елементів змісту експериментальних завдань;
- уміння застосувати знання в новій ситуації.

При оцінюванні відповідей студентів з курсу враховуються такі знання:

- про фізичні явища – ознаки явищ, за якими воно виявляється; умови, за яких воно відбувається; зв'язок його з іншими явищами; пояснення явища на основі наукової теорії; приклади врахування і використання явища на практиці;
- про фізичні поняття (фізичні величини) – явища або властивості, які характеризуються даним поняттям (величиною); означення поняття; формули, що пов'язують дану величину з іншою; одиниці її вимірювання; способи вимірювання величини;
- про фізичні закони – формулювання й математичний вираз закону; досліди, що підтверджують його справедливість; приклади врахування й застосування на практиці; умови його застосування;
- про фізичні теорії – дослідне обґрунтування теорії, її основні поняття, положення, закони, принципи; основні висновки; межі застосування;
- про фізичні досліди – мета; схема досліду; умови за яких він здійснюється; його хід і результати;
- про прилади й механізми – призначення, принцип дії та схема будови; застосування та правила використання.

Оцінювання вмінь студентів: застосування поняття, закони і теорії для пояснення явищ природи і техніки; розв'язувати експериментальні завдання на основі відомих законів і формул; самостійно працювати з літературою; користуватись довідковими таблицями фізичних величин.

Під час **оцінювання лабораторних робіт** враховується:

- знання теоретичного матеріалу, що є основою проведення даної роботи;
- уміння планувати проведення дослідження; вміння скласти установку за схемою;
- уміння користуватись вимірювальними приладами;
- уміння проводити спостереження, знімати покази вимірювальних приладів, скласти таблиці залежності величин, будувати графіки; вміння оцінювати і підраховувати похибки вимірювань;
- уміння скласти звіт і робити висновки з даної роботи.

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

Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

І. Початковий рівень (1-2 бали). Студент демонструє вміння виконувати частину лабораторної роботи і лише з допомогою викладача, порушує послідовність виконання роботи, представлену в інструкції, не робить самостійних спроб сформулювати висновки за отриманими результатами.

II. Середній рівень (3 бали). Студент виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою викладача, за результатами роботи студента спроможний зробити вірні висновки або їхню частку, під час виконання роботи допущені незначні помилки.

III. Достатній рівень (4 бали). 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 (5 балів). 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 захисту лабораторної роботи

I. Початковий рівень (1-2 бали). 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 (3 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислене; 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 (4 бали). 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 (5 балів). 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.

Для підвищення рейтингу передбачена можливість **виконання реферату** (або статті), що дозволяє підвищити підсумкову кількість балів студента з дисципліни на 5 балів.

Методичні рекомендації з індивідуальних завдань. Індивідуальне науково-дослідне завдання має висвітлити одну з обраних студентом фізичних проблем. Результатом виконання індивідуального науково-дослідного завдання має стати реферат, який подається на кафедру за тиждень до останнього лабораторного заняття з курсу. Захист результатів дослідження обов'язково супроводжується презентацією з використанням ІКТ. Можливим варіантом

висвітлення результатів індивідуального науково-дослідного завдання може стати стаття опублікована у збірнику наукових праць.

Реферат повинен містити: титульний аркуш; зміст; перелік умовних позначень (при необхідності); вступ; основну частину; висновки; додатки (при необхідності); список використаних джерел.

Вступ розкриває сутність і стан наукової проблеми (задачі) та її значущість, підстави і вихідні дані для розроблення теми, обґрунтування необхідності проведення дослідження.

У вступі мають бути виділені рубрики: актуальність теми; мета і завдання дослідження, об'єкт дослідження (це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію й обране для вивчення), предмет дослідження (міститься в межах об'єкта), методи дослідження, наукова новизна одержаних результатів або практичне значення одержаних результатів.

За наявності можуть бути наведені апробація результатів дослідження (вказується, на яких наукових з'їздах, конференціях, симпозиумах, нарадах оприлюднено результати досліджень) та публікації (вказують, у скількох статтях у наукових журналах, збірниках наукових праць, матеріалах і тезах конференцій опубліковані результати дослідження).

Основна частина реферату складається з розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів. Кожний розділ починають з нової сторінки. Основному тексту кожного розділу може передувати передмова з коротким описом обраного напрямку та обґрунтуванням застосованих методів досліджень. У кінці кожного розділу формулюють висновки із стислим викладенням наведених у розділі наукових і практичних результатів.

Висновки. Викладають найважливіші наукові та практичні результати, одержані в дослідженні, які повинні містити формулювання розв'язаної наукової проблеми (задачі), її значення для науки і практики. Далі формулюють висновки та рекомендації щодо наукового та практичного використання здобутих результатів.

До *додатків* за необхідності доцільно включати допоміжний матеріал: проміжні математичні доведення, формули та розрахунки; таблиці допоміжних цифрових даних; інструкції та методики, опис алгоритмів і програм вирішення задач на ПК, розроблених у дослідженні; допоміжні ілюстрації.

Список використаних джерел слід розміщувати в алфавітному порядку та оформляти за останніми вимогами для оформлення прикінцевих списків наукових публікацій.

Правила оформлення реферату:

- Матеріали подавати у друкованому вигляді (1 примірник) та на електронних носіях (презентації);
- Реферат повинен мати не менше 15 повних сторінок основної частини.
- Розмір аркуша – А-4 (21см×29,7см).
- Розміри полів: зверху і знизу – 20 мм, справа – 15 мм, зліва – 30мм.
- Міжстрочковий інтервал – 1.5
- Текст друкувати в редакторі Word for Windows шрифтом Times New Roman, розмір шрифту 14 у форматі rtf або doc, вирівнювати по ширині, отступ 1 см. Малюнки виконувати в Microsoft Word. Скановані малюнки виконувати з роздільною здатністю не менш ніж 300 dpi.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1. Спеціальний фізичний практикум

Поточне оцінювання та самостійна робота			Усього
Теоретичний	Практичний		100
Допуск і захист 8 л/р ×5	Виконання 8 л/р ×5	Оформлення результатів лабораторних робіт (звіти) 8 л/р ×2,5	
40	40	20	

Кінцевий результат обчислюється як сумарний бал за всі види роботи (діє система накопичення балів).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

Посібники, довідники, тлумачні словники, робоча програми дисципліни, методичні рекомендації до лабораторних робіт:

1. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з курсу спеціального фізичного практикуму. / Укл.: І.З. Ковальов, В.Ф. Гамалій, С.М. Бойко, П.В. Сірик. – Ч. 1. – Кіровоград: КДПІ, 1993. – 60 с.
2. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з курсу спеціального фізичного практикуму. / Укл.: І.З. Ковальов, В.Ф. Гамалій, О.В. Волчанський, П.В. Сірик. – Ч. 2. – Кіровоград: КДПІ, 1997. – 54 с.

14. Рекомендована література

Основна (а)

3. Загальна фізика. Лабораторний практикум: [навч. посібник] / за заг. ред. І.Т. Горбачука. – К.: Вища школа, 1992. – 509 с.
4. Клименко А.П. Методичні вказівки до лабораторних робіт. Фізичний практикум. Атомна фізика. Фізика твердого тіла / А.П. Клименко, А.О. Потапов, Б.М. Стаднік. – К.: КНУТД, 2004. – 110 с.
5. Клименко А.П. Стислий довідник з курсу «Спеціальні розділи фізики: Елементи квантової механіки, квантової статистики та фізики твердого тіла» / А.П. Клименко, О.Б. Брик. – К.: КНУТД, 2005. – 100 с.
6. Кучерук І.М. Загальний курс фізики: [навч. посіб. для студ. вищ. техн. і пед. закл. осв.]: у 3 т. / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук; за ред. І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999. – Т. 3: Оптика. Квантова фізика. – 520 с.
7. Лабораторний практикум по фізиці / Под ред. В.А. Базакуци. – Харьков: Изд. Харьковского университета, 1972. – Ч. 2.
8. Меньяйлов М.Є. Спеціальний фізичний практикум / Меньяйлов М.Є. – К.: Вища школа, 1971.
9. Подопрігора Н.В. [Фізика твердого тіла: Навчальний посібник](#) / Подопрігора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2014. – 413 с. – (Вчена рада КДПУ, протокол № 1 від 29.08.2014)
10. Потапов А.О. Спеціальний фізичний практикум. Фізичні основи напівпровідникових приладів: [метод. вказівки до лаб. роб.] / А.О. Потапов, Є.О. Страшкевич. – К.: КНУТД, 2002. – 40 с.

Додаткова (б)

11. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников / Ансельм А.И. – М.: Физматгиз, 1962.

12. Белоус М.В. Физика металлов : [Учеб. пособие для вузов по спец. «Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов»] / Белоус М.В., Браун М.П. – К.: Вища школа, 1986. – 343 с.
13. Бордовский Г.А. Общая физика: Курс лекций с компьютерной поддержкой: учеб. пособие [для студ. высш. учеб. завед.]: в 2 т. / Г.А. Бордовский, Э.В. Бурсиан. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001 – Т. 2. – 296 с.
14. Бушок Г.Ф. Курс фізики: [навч. посіб.] : у 2 кн. / Г.Ф. Бушок, Є.Ф. Венгер – К.: Либідь, 2001. – Кн. 2: Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 424 с.
15. Вакуленко М.О. Фізичний тлумачний словник / М.О. Вакуленко, О.В. Вакуленко. – Режим доступу: www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/.../cgiirbis_64.exe.
16. Детлаф А.А. Курс физики / А.А. Детлаф, В.М. Яворський. – М.: Высш. шк., 2000. – 718 с.
17. Меняйлов М.Є. Напівпровідники та їх застосування / Меняйлов М.Є. – К.: Радянська школа, 1961.
18. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика / Мухин К.Н. – И.: Атомиздат, 1986. – Ч. 1. Физика атомного ядра.
19. Назаров О.М. Наноструктури та нанотехнології: навч. посібник для студентів внз / Назаров О.М., Нищенко М.М. – К.: НАУ, 2012. – 452 с.
20. Наноматериалы и нанотехнологии : учеб. для студентов вузов / В. А. Богуслаев, А. Я. Качан, Н. Е. Калинина [и др.]. – Запорожье : Мотор Сич, 2014. – 207 с.
21. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии: Учебное пособие / Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю. А. Чаплыгина. – М. : Техносфера, 2005. – 446 с.
22. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. –К.: Наукова думка, 2008. – 423 с.
23. Савельев И.В. Курс общей физики: [учеб. пос.]: в 3 т. / Савельев И.В. – [3-е изд., испр.] – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 320 с.
24. Садовий М.І., Трифонова О.М. Окремі питання сучасної та традиційної фізики. Навчальний посібник для студентів педагогічних навчальних закладів освіти. – Кіровоград: Видавництво ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 138 с.
25. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика: [учеб. пос.]: в 2 ч. / Сивухин Д.В. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – Ч. 2. Ядерная физика. – 416 с.
26. Стилванс Л.С. Физика полупроводников / Стилванс Л.С. – М. Советское радио, 1967.
27. Физический энциклопедический словарь / [Гл. ред. А.М.Прохоров; ред. кол. Д.М.Алексеев, А.М.Бонч-Бруевич, А.С.Боровик-Романов и др.]. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – 944 с.
28. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система: Навч. посібник. – у 2 ч. – Ч. 2. / В.В. Куліш, А.М. Соловійов, О.Я. Кузнецова, В.М. Куліщенко. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 380 с.
29. Ч.Пул. Нанотехнологии / Ч.Пул, Ф. Оуэнс. –М.: Техносфера, 2004.
30. Holgate S. Understanding Solid State Physics. –New-York: Taylor & Francis2010. –370 p.
31. Marder M. Condensed Matter Physics. -New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. –984 p.
32. Martienssen W., H. Warlimont (Eds.)Springer Handbookof Condensed Matter and Materials Data. – Berlin: Springer, 2005. –1143 p.
33. Myers H. Introductory Solid State Physics. -New-York: Taylor & Francis2009. –590 p.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/index.html>
2. http://booksobzor.info/estestvoznanie_nauchnotekhnicheskaja_literatura
3. <http://newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/>
4. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/elementary.htm>
5. <http://www.alleng.ru/edu/phys9.htm>
6. <http://ufn.ru/ru/articles/1967/>