

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
Кафедра прикладної фізики та вищої математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії
та інформаційних технологій

Ігор ПАНАСЮК

“11” 06 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни	<u>Основи спектрального аналізу</u>
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Спеціальність	<u>Е6 Прикладна фізика та наноматеріали</u>
Освітня програма	<u>Нано- та мікротехнології у креативному проектуванні</u>
Факультет інженерії та інформаційних технологій	

Київ
2025 рік

РОЗРОБЛЕНО: Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Ковальчук О.В., д.ф-м.наук, професор, професор кафедри ПФВМ

Схвалено вченою радою факультету інженерії та інформаційних технологій

від «11» червня 2025 року, протокол № 2

Схвалено науково-методичною радою факультету інженерії та інформаційних технологій

від «11» червня 2025 року, протокол № 3

Обговорено та рекомендовано на засіданні кафедри прикладної фізики та вищої математики

Протокол від “29” травня 2025 року № 10

Завідувачка кафедри _____

(підпис)



Ірина ОЛЕЙНІКОВА

Погоджено:

Гарант ОП кафедри прикладної фізики
та вищої математики _____



Ірина ОЛЕЙНІКОВА

« 29 » 05 2025р.

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика дисципліни	
	денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Кількість годин/кредитів – 120/4	обов'язкова	
Змістові модулі – 1	Рік підготовки:	
Загальна кількість тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: лекцій – 2 (6-й семестр) лабораторних – 2 (6-й семестр) аудиторних – 4 (6-й семестр) самостійної роботи здобувача вищої освіти – 6 (6-й семестр)	3-й	__-__-й
	Семестр	
	6-й	- -й
	Лекції	
	24__год.	__-__год.
	Практичні, семінарські	
	__-__год.	__-__год.
	Лабораторні	
	24__год.	__-__год.
	Самостійна робота	
	72_год.	__-__год.
	Індивідуальне науково- дослідне завдання: __-__год.	
	Вид підсумкового контролю: екзамен (семестр 6).	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 48/72

2. АНОТАЦІЯ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма навчальної дисципліни складається з 1 змістового модуля:

Змістовий модуль. Основи спектрального аналізу та їх практичне використання

Мета курсу – оволодіння компетентностями: брати участь у плануванні і виконанні самих експериментів, здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів, методів отримання різноманітних спектрів фізичних величин під впливом електромагнітного випромінювання різних довжин хвиль, здатністю до проведення досліджень на відповідному рівні; здатністю брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів; здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем; здатність продемонструвати результати експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.

Результати навчання:

знати: основні закономірності взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною; принцип роботи низки спектральних приладів, основні умови підготовки зразків; метрологічні характеристики оптичних методів аналізу; знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

вміти: застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики; використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем; застосовувати та розвивати здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи; продемонструвати результати експериментальних досліджень;

здатен: виконувати теоретичні та експериментальні дослідження спектрів речовин на відповідному рівні; демонструвати знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

володіти навичками: вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики;

самостійно вирішувати: обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

Програмні результати навчання:

ІК	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми технічного і технологічного характеру у сфері екології, охорони довкілля, збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів технологій захисту навколишнього середовища, та характеризується комплексністю і невизначеністю умов
ЗК 2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
ЗК 6	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
ФК 2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
ФК 6	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ФК 9	Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
ФК 10	Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
ФК 11	Здатність продемонструвати результати експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.
ПРН 1	Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
ПРН 11	Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
ПРН 16	Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
ПРН 25	Вміти обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

Необхідні навчальні компоненти (пререквізити, кореквізити і постреквізити): фізика, вуглецеві наноструктури, концепції використання наноматеріалів в дизайні, елементи квантової механіки.

Види навчальних занять: лекція, лабораторне, консультація.

Методи навчання: словесний, пояснювально-демонстраційний, метод проблемного викладання, репродуктивний, дослідницький та ін.

Методи контролю: усний, письмовий, практичний, графічний, тестовий та ін.

Форми підсумкового контролю: екзамен (семестр б).

Засоби діагностики успішності навчання: індивідуальні завдання для розрахункових робіт, перелік питань для модульного, підсумкового контролю та захисту лабораторних робіт, комплекти тестових завдань для захисту лабораторних робіт, до модульного та підсумкового контролю.

Мова навчання: українська.

3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Тематичний план навчальної дисципліни

№ теми	Назва теми лекції, практичного, індивідуального заняття	Кількість годин за формами здобуття вищої освіти:	
		очна	заочна, дистанційна
Змістовий модуль 1. Основи спектрального аналізу та їх практичне використання			
1	Тема: Взаємодія світла з матеріалами та ефектами в них	20	-
	Лекція 1. Світло у фізиці. Світло і речовина	2	-
	Лабораторна робота 1. Градування шкали спектрометра по лінійчатому спектру неону і вивчення спектра атома водню	4	-
	Лекція 2. Закони випромінювання світла. Поглинання світла	2	-

	Самостійна робота. Світло. Взаємодія світла з матеріалами та ефектами в них. Елементи дизайну.	10	-
2	<i>Тема: Теоретичні основи спектрального аналізу. Загальні положення</i>	22	-
	Лекція 3. Основи спектрального аналізу. Загальні положення	2	-
	Лекція 4. Класифікація спектроскопії за типом електромагнітного випромінювання	2	-
	Лабораторна робота №2. Визначення сталої Стефана-Больцмана за допомогою оптичного пірометра	4	-
	Самостійна робота. Спектральний аналіз. Загальні положення. Класифікація спектроскопії за типом електромагнітного випромінювання	12	-
3	<i>Тема: Особливості оптичної електронної спектроскопії. Методики дослідження спектрів</i>	22	-
	Лекція 5. Абсорбційна спектроскопія речовин в конденсованому стані	2	-
	Лекція 6. Електронні спектри. Типи переходів електронів в молекулах	2	-
	Лабораторна робота №3. Вивчення молярної рефракції	4	-
	Самостійна робота. Особливості оптичної електронної спектроскопії речовин в конденсованому стані. Методика дослідження спектрів поглинання конденсованих речовин у видимій та УФ областях.	15	-
4	<i>Тема: Спектри люмінесценції речовин в конденсованому стані</i>	20	-
	Лекція 7. Інформація, яку можна отримати зі спектрів люмінесценції. Спектри збудження	2	-
	Лабораторна робота 4. Визначення концентрації розчину цукру за допомогою сахариметра	2	-
	Лекція 8. Спектри збудження. Екситони в наноструктурах. Види люмінесценції	2	-
	Лабораторна робота №5. Дослідження температурної залежності енергетичної світимості вольфраму	4	-
	Самостійна робота. Коливальна спектроскопія. Спектроскопія КРС і резонансна КР, ІЧ спектроскопія. Вплив концентрації гідроксилвмісних сполук на вигляд спектру.	10	-
5	<i>Тема: Походження молекулярних спектрів. Молекулярні спектри. Коливальна спектроскопія.</i>	14	-
	Лекція 9. Коливальна спектроскопія. Походження молекулярних спектрів	2	-
	Лекція 10. Спектроскопія КРС і резонансна КР, ІЧ спектроскопія	2	-
	Лабораторна робота №6. Дифракція світла на ультразвукових хвилях в рідинах. Вимірювання довжини і швидкості поширення ультразвукової хвилі в рідинах оптичним методом	4	-

	Самостійна робота. Спектроскопія КРС і резонансна КР, ІЧ спектроскопія. Вплив концентрації гідроксилвмісних сполук на вигляд спектру.	10	-
6	Тема: Спектральні прилади. Основні характеристики спектральних приладів.	22	-
	Лекція 11. Загальна характеристика і класифікація спектральних приладів	2	-
	Лекція 12. Основні характеристики спектральних приладів. Класифікація	2	-
	Лабораторна робота №7. Вивчення стилоскопа “Спектр”. Спектральний аналіз металу. Захист лабораторних робіт. Підсумок	4	—
	Самостійна робота. Спектральні прилади. Принципова схема спектральних приладів. Основні характеристики спектральних приладів	15	-
	Разом за семестр	120	-
	Разом за рік	120	-

4. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ/АСПІРАНТИ

Екзамен

Поточне оцінювання та самостійна робота								МК	Екзамен	Сума
T1	T2	T3	ПК	T4	T5	T6	ІЗ(презентація)			
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

Розподіл балів з дисципліни

Види робіт, що оцінюються в балах	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Усього
Виконання і захист лабораторних робіт	10	10	10	10	10	10	60
Індивідуальні завдання (задачі)	10						10
Поточний контроль (тестовий) (ПК)	10			-			10
Модульний контроль (МК)	10						10
Екзамен	10						10
Всього з дисципліни							100

Критерії оцінювання видів робіт

- Здача тем курсу (Т) складається із виконання і захисту лабораторних робіт (відповідно від №1 до №7) – 4 бали, оцінок розв’язку задач (розрахункових робіт) – 2 бали, оцінок знання теоретичних питань відповідної теми – 4 бали. В Т6 входить повторення теорії всіх лабораторних робіт курсу.
- Індивідуальні завдання складаються із підготовки реферату на вибрану тему об’ємом 10-20 стор., або виконання 5-ти розрахункових робіт. Оцінювання за десятибальною системою.
- Поточний контроль проводиться по опрацьованим темам (1-3) у вигляді контрольної роботи або тесту.

4. Модульний контроль (МК) проводиться у вигляді контрольної роботи по питанням всього курсу та питань СРС. Оцінювання за десятибальною системою.

Критерії оцінювання екзамену

Екзамен включає в себе теоретичні питання та розрахункові задачі: 5 питань по 2 бали за кожне. Мінімальна оцінка на екзамені не може бути меншою за 6 балів.

Критерії оцінювання розрахункових індивідуальних робіт

Кількість балів пропорційна кількості правильно виконаних задач. Максимально можлива оцінка вказана в таблиці розподілу балів.

Оцінка (%)	Критерії оцінювання виконання практичних та індивідуальних завдань
90-100	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних/розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі розрахункові/тестові завдання. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.
75-89	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість розрахункових/тестових завдань. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.
60-74	В цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Студент має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
0-59	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання. Безсистемне відділення випадкових ознак вивченого; невміння робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки.

Критерії оцінювання презентацій

Бали	Критерії оцінювання при виконанні презентації
------	---

9-10	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита повно, з авторським внеском; слайди легко читаються; ідея проекту є оригінальною і відповідає поставленій задачі, аргументовано і повно виконано всі завдання, продемонстровано глибокі, узагальнені знання і розуміння вивченого матеріалу.
7-8	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита повно; слайди легко читаються; ідея проекту є оригінальною, але частково використані відомі технології; аргументовано виконано всі завдання, продемонстровано узагальнені знання і розуміння вивченого матеріалу.
5-6	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита недостатньо повно; оригінальність проекту є лише частковою, більшість слайдів легко читаються; недостатньо послідовно виконано завдання, продемонстровано знання і розуміння вивченого матеріалу.
3-4	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита частково; деякі слайди складно читаються; авторський внесок складає менше 10%; недостатньо послідовно і з неточностями виконано завдання, має недостатні знання і засвоєння вивченого матеріалу.
1-2	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема неповно розкрита; робота не є оригінальною; ілюстрації загалом не відповідають темі презентації; завдання виконано непослідовно, не у повному обсязі і з грубими помилками..
0	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо він не виконує завдання роботи.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Оцінка за національною шкалою для екзамену, КП, КР /заліку/	Оцінка в балах	Оцінка за шкалою ECTS	Пояснення
Відмінно/зараховано	90-100	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
Добре/зараховано	82-89	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
	74-81	C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
Задовільно/зараховано	64-73	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
	60-63	E	Достатньо (виконання відповідає мінімальним критеріям)
Незадовільно/незараховано	35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
	0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

5. ПОЛІТИКА КУРСУ

5.1. Відвідування занять є обов'язковим, як важлива складова освітнього процесу.

5.2. Пропущені заняття (з поважних причин / без поважних причин) мають бути відпрацьованими в позааудиторний час.

5.3. За кожну виконану контрольну, індивідуальну роботу, поточний (теоретичний) контроль, тест і активність на занятті отримується кількість балів, відповідно до таблиці розподілу балів. Для отримання позитивної оцінки необхідно отримати не менше 60 відсотків від максимальної кількості балів для кожного виду робіт.

5.4. Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).

5.5. Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час виконання розрахунків практичних завдань.

5.6. При виявленні плагіату робота не оцінюється, а виконується повторно зі зміною завдань.

5.7. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконаними у встановлений термін. В разі несвоєчасного виконання роботи без поважних причин, бали будуть пониженими пропорційно часу запізнення.

5.8. Перенесення терміну здачі роботи/перездача з поважних причин (лікарняний, академічна мобільність тощо) не впливатиме на оцінку.

5.9. Незадовільні оцінки, отримані студентом протягом семестру мають бути перескладеними за тиждень до складання підсумкового контролю.

5.10. Студент має можливість зарахувати оцінку підсумкового контролю і не складати екзамен або підвищити підсумкові бали за семестр на екзамені.

5.11. За наукову роботу та участь в олімпіадах студенти отримують додаткові бали.

5.12. Допускається визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, при цьому рішення щодо кількості балів приймається колегіально за результатами засідання комісії, яка складається з трьох членів кафедри.

5.13. Обов'язковим є дотримання академічної доброчесності студентами, а саме:

- самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни «Основи спектрального аналізу»;
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

5.14. Будь-які конфліктні ситуації між студентом та викладачем (академічна недоброчесність, упереджене ставлення, сексуальне домагання, тощо) вирішуються на засіданні комісії, яка складається з викладача, завідувача кафедри, представника студентського самоврядування та куратора.

5.15. Оскарження оцінювання відбувається згідно з «Положенням про порядок і методику рейтингового оцінювання академічних досягнень студентів КНУТД» і таким чином: здобувач вищої освіти, який не погоджується з результатом підсумкового контролю, має право подати заяву на ім'я ректора за погодженням декана факультету / директора інституту в день проведення екзамену або не пізніше 15:00 наступного робочого дня. Для розгляду апеляції протягом трьох робочих днів після подачі заяви на факультеті / інституті наказом ректора створюється апеляційна комісія в такому складі: голова комісії (проректор, декан факультету / директор інституту, їх заступники або директор Навчально-методичного центру управління підготовкою фахівців), секретар та члени комісії (обов'язково має бути представник від студентського самоврядування). Апеляційна комісія оцінює письмові відповіді студента, який подав апеляцію, на кожне завдання окремо за критеріями, що визначені в робочій програмі навчальної дисципліни. Додаткове опитування студента під час розгляду його роботи не допускається. Апеляційна комісія після розгляду апеляції студента ухвалює одне з двох рішень: або виставлена оцінка з навчальної дисципліни відповідає рівню і якості виконаної

роботи та не змінюється, або виставлена оцінка з навчальної дисципліни не відповідає рівню і якості виконаної роботи та збільшується / зменшується на певну кількість балів (указується нова оцінка та бали відповідно до прийнятої системи оцінювання знань).

6. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. М.Т.Горбачук. Основи спектрального аналізу. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів всіх форм навчання.– К.: КНУТД. 2023. – 31 с.
2. І.В.Олейнікова, М.Т.Горбачук. Методичні вказівки до лабораторної роботи для студентів всіх форм навчання: Дифракція світла на ультразвукових хвилях в рідинах /– К.: КНУТД. 2023. – 6 с.
3. М.Т.Горбачук, А.О.Потапов, О.І.Щербіна. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу загальної фізики. Розд. "Електромагнетизм". Київ, КНУТД, 2011, 70с.
4. М.Т.Горбачук, А.П.Клименко. Фізичні основи прогресивних технологій (конспект лекцій). Київ, ДАЛПУ, 1999р., 39с.

7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Москаленко О. В., Циганков С. А., Янченко В. О., Циганков А. С. Спектральні методи аналізу. Ніжин: Видавництво НДУ імені Миколи Гоголя, 2022. 276 с.
2. Баркар Є.В. Методи біотехнологічних досліджень. Методичні рекомендації – Миколаїв, 2019, -29 с.
3. Мельничук Д.О. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики. За ред. акад. Д.О. Мельничука. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 289 с.
4. Куш, С. М., Прогонов Д. О., Смирнов В. П. Теорія сигналів. Частина II. Спектральний аналіз періодичних сигналів. Практикум Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 36 с.
5. Висоцький В.І. Квантова механіка та її використання у прикладній фізиці: підручник /В.І.Висоцький – К. Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008 – 367с.
6. Висоцький В.І., Максюта М.В., Ястремський І.О. Збірник задач з квантової механіки – К. 2019. – 287 с.

Додаткова

1. Nikolay Gorbachuk. Measuring Transducers and Sensors. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing. 120 High Road, East Finchley, London, N2 9ED, United Kingdom, 2024, 141p. ISBN: 978-620-7-47057-0.
2. N. Stefan, S. A. Mulenko, N. T. Gorbachuk. “Laser Synthesis of Nanometric Chromium Oxide Films with High Seebeck Coefficient and High Thermoelectric Figure of Merit: An Experimental Study”. Current Overview on Science and Technology Research Vol. 4, Chapter 1, 2022, p. 1-22. Print ISBN: 978-93-5547-861-0, eBook ISBN: 978-93-5547-862-7. DOI: 10.9734/bpi/costr/v4/6196F
3. S.A.Mulenko, N.T.Gorbachuk. Synthesis of nanometric iron oxide films by RPLD and LCVD for thermo–photo sensors. Applied Physics, 2011, B 105 (3), 517-523

I. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Модульне середовище: <http://msnp.knutd.edu.ua>

II. ПОСИЛАННЯ НА ЕЛЕКТРОННІ БІБЛІОТЕКИ

1. Non-interacting particles in a one-dimensional infinite square well [Електронний ресурс]. Віртуальна лабораторна робота. Режим доступу https://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/simulations_html5/sims/Particles-infwell/particles-infwell.html

2. Дослід Франка-Герца (віртуальна лабораторна робота) [Електронний ресурс].
https://www.Vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=atom_franckhertz&l=ua

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання кафедри від «__» _____ 202__ року № _____

Завідувач кафедри _____
підпис

Ірина Олейнікова
Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання кафедри від «__» _____ 202__ року № _____

Завідувач кафедри _____
підпис

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання кафедри від «__» _____ 202__ року № _____

Завідувач кафедри _____
підпис

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ