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 **Електротехнічні матеріали з наночастинками**
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність Е6 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма Нано- та мікротехнології у креативному проєктуванні
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; Горбачук О.В., к.ф-м.наук, доцент, доцент 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 _____ Ірина ОЛЕЙНІКОВА
(підпис)

Погоджено:

Гарант ОП кафедри прикладної фізики
та вищої математики _____ Ірина ОЛЕЙНІКОВА

«29» 05 2025р.

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td colspan="2">Характеристика дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма здобуття вищої освіти</td><td>заочна форма здобуття вищої освіти</td></tr>
<tr><td>Кількість годин/кредитів –120/ 4</td><td colspan="2" rowspan="2">обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Змістові модулі – 1</td></tr>
<tr><td rowspan="12">Загальна кількість тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти:
лекцій – 2 (5-й семестр)
практичних – 1 (5-й семестр)
лабораторних – 1 (5-й семестр)
аудиторних – 4 (5-й семестр)
самостійної роботи здобувача вищої освіти – 6 (5-й семестр)</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>3-й</td><td>__-__-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>5-й</td><td>__-__-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>24__ год.</td><td>__-__ год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>12_год.</td><td>__-__ год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>12_год.</td><td>__-__ год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>72__год.</td><td>__-__ год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання: _-__год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид підсумкового контролю:
екзамен (семестр 5).</td></tr>
</table>

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. Електротехнічні матеріали з наночастинками та їх основні властивості .

Мета курсу: набуття компетентності зрозуміти зв'язок абстрактних фізичних понять з

практично важливими властивостями матеріалів, а також з вирішенням прикладних задач, набуття здатності виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи; оволодіння здатністю брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження, аналізувати можливості застосування новітніх технологій на різних етапах створення прогресивних електротехнічних матеріалів та дизайн-об'єктів, оволодіння здатністю аналізувати можливості використання наноструктурних матеріалів для забезпечення функціональних властивостей об'єктів дизайну; розвинути та закріпити здатність застосувати знання у практичних ситуаціях; здатність до проведення досліджень на відповідному рівні; здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.

Результати навчання:

Знати: властивості електротехнічних матеріалів, вплив наночастинок на зміну цих властивостей.

Вміти: застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

Здатен: вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики, проводити дослідження на відповідному рівні, розвивати 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, застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Володіти навичками: аналізувати вплив включення нанооб'єктів до класичних матеріалів на принципово нові функціональні властивості цих матеріалів.

Самостійно вирішувати: задачі та питання теоретичних і експериментальних досліджень властивостей та характеристик матеріалів, оптимізації характеристик та вибору відповідних матеріалів для тих чи інших цілей електротехніки і елементів дизайну.

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 1	Здатність застосувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 6	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні
ФК 3	Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.
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.
ФК10	Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
ФК14	Здатність аналізувати можливості використання наноструктурних матеріалів для забезпечення функціональних властивостей об'єктів дизайну.
ФК17	Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.
ПРН 11	Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
ПРН 15	Демонструвати лабораторні та технічні навички, вміти планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.
ПРН 16	Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
ПРН 20	Аналізувати вплив включення нанооб'єктів до класичних матеріалів на принципово нові функціональні властивості цих матеріалів.

Необхідні навчальні компоненти (пререквізити, кореквізити і постреквізити): фізика, вуглецеві наноструктури, концепції використання наноматеріалів в дизайні, елементи квантової механіки.
Види навчальних занять: лекція, лабораторне, практичне, 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 5).
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. Електротехнічні матеріали з наночастинками та їх основні властивості			
1	***Тема:*** *Загальні відомості про електротехнічні матеріали.*	16	-
	Лекція 1. Визначення, класифікація і сучасний стан електроматеріалознавства. Перспективи розвитку.	2	-
	Практична робота 1. Будова атома. Основи атомної фізики	2	-
	Лекція 2. Класифікація електротехнічних матеріалів	2	-
	Лабораторна робота №1. Вимірювання питомого опору металевого дроту	2	-

	Самостійна робота. Моно- та полікристали. Анізотропія властивостей кристалів. Індекси Міллера	10	-
2	***Тема:*** *Провідники та їх електрофізичні властивості.*	26	-
	Лекція 3. Загальна характеристика провідників. Електрофізичні параметри	2	-
	Лекція 4. Основи зонної теорії твердих тіл	2	-
	Практична робота 2. Електричні, оптичні, теплові та механічні властивості металів	2	-
	Лабораторна робота №2. Дослідження температурної залежності електричного опору металу та напівпровідника	2	-
	Самостійна робота. Постулати Бора. Квантові числа, енергетичні рівні. Основи зонної теорії твердих тіл. Заповнення зон. Класифікація твердих тіл з точки зору зонної теорії	15	-
3	***Тема:*** *Напівпровідникові матеріали, кінетичні ефекти.*	26	-
	Лекція 5. Визначення та основні властивості напівпровідників.	2	-
	Практична робота 3. Розподіл Фермі та концентрація електронів в напівпровідниках р- та п-типу. Температурна залежність	2	-
	Лекція 6. Кінетичні явища в напівпровідниках	2	-
	Лабораторна робота №3. Градуювання напівпровідникового терморезистора	2	-
	Самостійна робота. Електро- та теплопровідність напівпровідників. Термоелектричні явища та їх застосування в техніці. Ефект Зеєбека. Ефект Пельтьє. Тензорезистивний ефект. Ефект Холла	15	-
4	***Тема:*** *Загальні відомості про діелектрики.*	20	-
	Лекція 7. Діелектрики, їх характеристики та основні властивості	2	-
	Практична робота 4. Полярні та неполярні діелектрики. Діелектрична проникність	2	-
	Лекція 8. Електропровідність діелектриків. Струм провідності	2	-
	Лабораторна робота №4. Вимірювання та дослідження питомої теплоємкості металів	2	-
	Самостійна робота. Струм провідності. Що представляє собою пробій діелектриків? Основні форми пробою діелектриків. їх відмінність та характерні особливості. Активні діелектрики. Діелектричний гістерезис.	12	-
5	***Тема:*** *Магнетизм, магнітні матеріали.*	16	-
	Лекція 9. Класифікація магнітних матеріалів	2	-
	Практична робота 5. Коерцитивна сила, домени. Магнітна анізотропія. Вуглецеві сталі.	2	-
	Лекція 10. Магнітом'які, магнітотверді матеріали	2	-
	Лабораторна робота №5. Термопара. Градуювання термопари та визначення коефіцієнта термо-ЕРС	2	-
	Самостійна робота. Феромагнетики. Магнітом'які матеріали. Магнітотверді матеріали. Коерцитивна сила, домени. Магнітна анізотропія. Дисперсна структура.	10	-

6	***Тема:*** *Розмірні ефекти, наноматеріали.*	16	-
	Лекція 11. Основи фізики розмірних ефектів	2	-
	Практична робота 6. Електрофізичні властивості тонких плівок. Вплив наночастинок на електрофізичні властивості матеріалів.	2	-
	Лекція 12. Досягнення та перспективи нанотехнологій	2	-
	Лабораторна робота. Захист лабораторних робіт. Підсумок	2	–
	Самостійна робота. Історія виникнення та розвитку науки про наноматеріали та наноструктури. Досягнення та перспективи нанотехнологій. Фулерени, нанотрубки	10	-
Разом за семестр		**120**	-
Разом за рік		**120**	-

-

4. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ/АСПІРАНТИ

Екзамен

Поточне оцінювання та самостійна робота								МК	Екзамен	Сума
Т1	Т2	Т3	ПК	Т4	Т5	Т6	ІЗ(презентація)			
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

Розподіл балів з дисципліни

Види робіт, що оцінюються в балах	**Т1**	**Т2**	**Т3**	**Т4**	**Т5**	**Т6**	**Усього**
Виконання, захист лабораторних робіт, теми лекцій, практичні	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

1. Здача тем курсу (Т) складається із виконання і захисту лабораторних робіт (відповідно від №1 до №5) – 4 бали, оцінок розв'язку задач (розрахункових робіт) – 3 бали, оцінок знання теоретичних питань відповідної теми – 3 бали. В Т6 входить повторення теорії всіх лабораторних робіт курсу.
2. Індивідуальні завдання складаються із підготовки реферату на вибрану тему об'ємом 10-20 стор., або виконання 5-ти розрахункових робіт. Оцінювання за десятибальною системою.
3. Поточний контроль проводиться по опрацьованим темам (1-3) у вигляді контрольної роботи або тесту.
4. Модульний контроль (МК) проводиться у вигляди 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 проєкта є оригінальною, але частково використані відомі технології; ргументовано 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 «Електротехнічні матеріали з наночастинками»;
- посилання 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, використані 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. Електротехнічні матеріали з наночастинками. Конспект лекцій. Для студентів всіх форм навчання, / М.Т.Горбачук. – К.; КНУТД, 2023. - 46 с.
2. Електротехнічні матеріали з наночастинками. Методичні вказівки до практичних занять для студентів всіх форм навчання / М.Т.Горбачук. – К.: КНУТД. 2023. – 24 с.
3. Електротехнічні матеріали з наночастинками. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів всіх форм навчання / М.Т.Горбачук. – К.: КНУТД. 2023. – 36 с.
4. М.Т.Горбачук, А.О.Потапов, О.І.Щербина. Фізичні основи напівпровідникових приладів.- Методичні вказівки до лабораторних робіт.КНУТД, 2012, 32с.

7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Горбачук М.Т.. Електротехнічні матеріали. Навчальний посібник. LAP LAMBERT Academic Publishing. 17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius, 2017. ISBN: 978-620-2-05432-4, 110 с.
2. Квітка С. О. Силові електронні пристрої в системах керування: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти / С.О. Квітка. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. – 180 с.
3. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник / Квітка С.О. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 223 с.
4. Електротехнічні матеріали : навчальний посібник / В. О. Леонтьєв, С. В. Бевз, В. А. Видмиш. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 122 с.

Додаткова

1. Mykola Gorbachuk. ELECTROTECHNICAL MATERIALS. LAP LAMBERT Academic Publishing. 120 High Road, East Finchley, London, N2 9ED, United Kingdom, 2024, 112p. ISBN: 978-620-3-46212-8.
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. Горбачук М.Т., Крикун Є.С., Чабанова Ю.В. ДЕЯКІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКІВ ХОЛЛА НА ОСНОВІ ПЛІВОК GaAs. Organization of scientific research in modern conditions, May 14-15, 2020. ISBN 979-865-1656-02-8
4. Gorbachuk N.T., Shybyryn V. S. “SEMICONDUCTOR TEMPERATURE SENSORS - THERMORESISTORS”, Modern engineering and innovative technologies, Germany, issue No16. April, 2021 (журнал)

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

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

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

Завідувач кафедри _____ Ірина Олейнікова
підпис Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО
Протокол засідання кафедри від «_ _» _____ 202 __ року № ____

Завідувач кафедри _____ _____
підпис Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ