

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
УКРАЇНСЬКО-УГОРСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Українсько-угорського
навчально-наукового інституту
_____/Шпеник О.О./
« 29 » червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ з
ЕЛЕКТРИКИ і МАГНЕТИЗМУ**

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	01 – Освіта/ Педагогіка
Спеціальність	014 – Середня освіта
Предметна спеціальність	014.08 – Середня освіта. Фізика
Освітня програма	«Фізика. Інформатика» (мова навчання фахових дисциплін – угорська)
Статус дисципліни	Обов'язкова
Мова навчання	Угорська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізичний практикум з електрики**»
для здобувачів вищої освіти галузі знань **01 - Освіта/ Педагогіка** спеціальності **014 –**
Середня освіта предметної спеціальності **014.08 – Середня освіта. Фізика**
освітньої програми «**Фізика. Інформатика**» (мова навчання фахових
дисциплін – угорська).

Розробник: Шафраньош Мирослав Іванович, кандидат фізико-математичних наук,
доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
фізико-математичних дисциплін

протокол № 11 від « 23 » червня 2023р.

Завідувач кафедри _____ /Шафраньош . .

Схвалено науково-методичною комісією
Українсько-угорського навчально-наукового інституту

протокол № 2 від « 27 » червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії _____ . .

©Шафраньош М.І., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 120	2
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин: для денної форми навчання: аудиторних – 3,3 самостійної роботи – 3,3	3
	Лекції:
	Практичні (семінарські):
Вид підсумкового контролю:	Лабораторні:
	60
Форма підсумкового контролю: залік	Самостійна робота:
	60

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма є планом проведення лабораторних занять з курсу «**Фізичний практикум з електрики і магнетизму**» і складена у відповідності до вимог програми дисципліни „Загальна фізика” для державних університетів. Вона призначена для студентів – майбутніх вчителів фізики та інформатики. В ній представлені, з одного боку, положення класичної фізики, з другого – наскільки це можливо, введені поняття про ідеї та методи, що використовуються фізиками, які працюють на передніх рубежах досліджень.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізичний практикум з електрики і магнетизму» є надання студентам базових знань щодо основних методів експериментальних досліджень електричних та магнітних явищ і процесів; будови і принципу дії електровимірювальної апаратури; основних методів проведення навчального експерименту, одержання і опрацювання експериментальних даних; основних положень техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень. Складовими підпунктами є наступні:

- знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики;
- здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень;
- здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів;
- здатність виконувати навчальні експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи;
- здатність працювати з джерелами навчальної інформації.

Частина лабораторних робіт присвячена кількісному вивченню тих фізичних явищ, які були розглянуті на лекціях із електрики та магнетизму у якісному вигляді при показу лекційних демонстрацій.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- формування у студентів фізичного факультету базових теоретичних знань і практичних навичок з експериментальної фізики за розділом «Електрика і магнетизм».
- ознайомлення студентів з експериментальним базисом сучасної електрики і магнетизму.

Студент повинен вміти: використовувати на практиці основні методи та засоби фізичного експерименту для проведення експериментальних та віртуальних досліджень електричних величин; визначати похибки фізичних величин; вести та самостійно доповнювати конспекти: самостійно здійснювати опрацювання результатів експерименту; укладати звіт про виконання лабораторної роботи; будувати графіки залежностей фізичних величин та створювати таблиці; здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань за темою лабораторної роботи з використанням контрольних питань та тестів; захищати результати, одержані в результаті проведення навчальних досліджень;

використовувати на практиці основні методи та засоби фізичного експерименту для проведення експериментальних досліджень з електрики та магнетизму; визначати похибки фізичних величин; вести та самостійно доповнювати конспекти: самостійно здійснювати опрацювання результатів експерименту; укладати звіт про виконання лабораторної роботи; будувати графіки залежностей фізичних величин та створювати таблиці; здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань за темою лабораторної роботи з використанням контрольних питань та тестів; захищати результати, одержані в результаті проведення навчальних досліджень.

Методами навчання є: самостійна робота, захист лабораторних робіт, індивідуальні домашні завдання; застосовуються частково-пошуковий та дослідницькі методи.

Підсумковий контроль засвоєння модулів здійснюється по їх завершенню на підсумкових контрольних заняттях. Оцінка успішності студента з „Фізичного практикуму з електрики і магнетизму” є рейтинговою і виставляється за стобальною шкалою з урахуванням оцінок засвоєння окремих модулів.

В робочій програмі приведений зміст програми за темами, завдання до лабораторних робіт та теми для самостійного опрацювання, критерії оцінок та рекомендована література. Відповідно до освітньої програми, вивчення даної дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

<p>Загальні компетентності (ЗК)</p>	<p>ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями</p> <p>ЗК4. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК8. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p>
<p>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</p>	<p>ФК 1. Здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків.</p> <p>ФК 4. Здатність до пошуку ефективних шляхів мотивації дитини до саморозвитку (самовизначення, зацікавлення, усвідомленого ставлення до навчання).</p>
<p>Фахові (предметні) компетентності</p>	<p>ФК 8. Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики та методики навчання фізики у вирішенні професійних завдань.</p> <p>ФК 9. Володіння математичним апаратом фізики у межах, достатніх для вивчення загального курсу фізики та її теоретичних курсів.</p> <p>ФК 11. Здатність доцільно і критично застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання</p> <p>ФК 12. Здатність до організації та проведення шкільного фізичного експерименту із застосуванням всіх його видів в освітньому процесі з фізики.</p> <p>ФК 15. Здатність до самостійної експериментальної діяльності з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Фізичний практикум з електрики і магнетизму**» є опанування такої освітньої компоненти (навчальної дисципліни) освітньої програми:

ОК20

Електрика і магнетизм.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти програмних результатів навчання відповідно до стандарту вищої освіти зі спеціальності **014 – Середня освіта** та освітньої програми «**Фізика. Інформатика**» (мова навчання **фахових дисциплін – угорська**):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Уміє оперувати базовими категоріями та поняттями спеціальності.	РН 5
Добирає і застосовує сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів і здійснює самоаналіз ефективності уроків.	РН 8
Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики, структуру предметної галузі інформатики та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку	РН 13
Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.	РН 14
Володіє методикою проведення навчального фізичного експерименту, застосовує всі його види в освітньому процесі з фізики.	РН 15
Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.	РН 18
Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.	РН 20

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Фізичний практикум з електрики і магнетизму**».

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти користуватися засобами вимірювання фізичних величин.	РН 5
Вміти добирати та застосовувати сучасні освітні методики і технології при проведенні фізичного експерименту з електрики і магнетизму.	РН 8
Вміти виводити кінцеві формули для обчислення остаточного результату та знаходити абсолютну та відносну похибку вимірювань.	РН 13
Вміти проводити математичні розрахунки для аналізу фізичних явищ і процесів на основі фізичних законів, теорій та принципів при проведенні лабораторних робіт з електрики і магнетизму.	РН 14
Ідеально володіти методикою проведення сучасного фізичного експерименту в рамках проведення фізичного практикуму з електрики і магнетизму.	РН 15
Вміти використовувати математичний апарат фізики для отримання теретичних результатів та порівняння їх з результатами, отриманих експериментальним шляхом.	РН 18
Вміти самостійно ставити експерименти з оптики з побудовою відповідних графіків, таблиць та критичними оцінюваннями отриманих результатів.	РН 20

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методами демонстрування результатів навчання

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

- підготовка до виконання лабораторної роботи у робочому зошиті;
- відповіді і виконання тестів при допуску до виконання роботи на лабораторних заняттях;
- чітке виконання вимірювань; записів у таблицях з вказанням розмірностей фізичних величин і оцінкою похибок;
- якість оформлення звіту,
- виконання завдань самостійної роботи;
- виконання додаткових індивідуальних завдань;
- захист результатів лабораторної роботи;
- 2 модульні контрольні роботи;
- підсумковий залік.

Форми поточного та підсумкового контролю

Форми поточного контролю:

- перевірка підготовки до виконання лабораторної роботи у робочому зошиті;
- усне опитування та виконання тестових завдань при допуску до виконання завдань;
- перевірка і захист звіту за виконану роботу.

Форма модульного контролю: письмовий.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота	Модульна контрольна робота	Сума
Модуль 1	50	100
T1		
50		

T1, T2 ... – теми

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

Модуль 2	Модульна контрольна робота	Сума
T2	50	100
50		

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	5	50	4	50
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

За кожну лабораторну роботу студент може отримати 100% максимальної кількості балів, визначеної для кожної теми (лабораторної роботи).

Критерії оцінювання допуску і виконання лабораторної роботи (40% максимальної кількості балів, визначеної для кожної теми (лабораторної роботи)). При оцінюванні допуску враховується розуміння послідовності виконання лабораторної роботи, підготовка бланку-звіту та вміння пояснити закони і закономірності, що передбачається дослідити в лабораторній роботі.

1 Початковий рівень (10% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент демонструє вміння виконувати частину лабораторної роботи і лише з допомогою викладача, порушує послідовність виконання роботи, відображену в інструкції, не робить самостійно висновки за отриманими результатами.

2. Середній рівень (20% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою викладача, результат роботи студента дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання роботи допущені помилки.

3. Достатній рівень (30% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент самостійно виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності виконання алгоритмів, проведення дослідів та вимірювань тощо. У звіті правильно і акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок.

4. Високий рівень (40% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, виконує роботу за самостійно складеним планом, робить аналіз результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання). Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їх обґрунтування.

Критерії оцінювання оформлення і захисту лабораторної роботи (60% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи) При оцінюванні оформлення результатів лабораторних робіт (звіту) враховується охайність оформлення, дотримання загальноприйнятих вимог до оформлення такого роду документів, достовірність результатів, тощо.

I. Початковий рівень (до 15% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин.

II. Середній рівень (15% – 30% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає

основні теорії і факти, уміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул).

3. Достатній рівень (30% – 50% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи негрубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок.

4. Високий рівень (50% – 60% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, вміло 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.

Залік з фізичного практикуму виставляється студенту, який повністю виконав всі завдання лабораторних робіт, оформив їх протоколи, виправивши при цьому можливі зауваження керівника заняття і захистив всі передбачені індивідуальним навчальним планом лабораторні роботи.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 50 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 30 балів.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «**Фізичний практикум з електрики і магнетизму**» здійснюється у формі заліку.

Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" – якщо здобувач достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу пройденого у рамках виконання лабораторних робіт, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "незараховано" – якщо здобувач викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках пройденого матеріалу, здобувач не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		диференційована	недиференційована
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	Fx	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Основні положення Програми нормативної навчальної дисципліни «Електрики та магнетизму», яка служить теоретичною основою навчального матеріалу, що складає зміст дисципліни «Фізичний практикум з електрики і магнетизму»:

Модуль 1.

ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ

1. Постійне електричне поле. Предмет і завдання курсу. Основні етапи розвитку вчення про електрику і магнетизм. Вклад вітчизняних вчених в розвиток вчення про електромагнітні явища. Роль електромагнітних взаємодій в природі. Загальна характеристика електромагнітного поля. Мікроскопічні носії зарядів. Елементарний заряд та його інваріантність. Закон збереження заряду. Фізичний зміст уявлень про сталість електричного поля і межі їх застосувань. Закон Кулона. Експериментальна перевірка закону Кулона для різних відстаней. Метод Кавендіша. Польове трактування закону Кулона. Теорема Гауса та її застосування. Диференціальна форма теореми Гауса.

2. Потенціальність електростатичного поля. Скалярний потенціал. Неоднозначність скалярного потенціалу та його нормування. Потенціал точкового заряду, системи точкових зарядів і неперервного розподілу зарядів. Знаходження параметрів електричного поля з використанням закону Кулона, теореми Гауса та поняття потенціалу.

3. Провідники в електростатичному полі. Розподіл зарядів на поверхні провідника. Поле поблизу поверхні провідника. Залежність поверхневої густини зарядів від кривизни поверхні. Стікання зарядів з провідника. Потенціал провідника. Металічний екран. Ємність відокремленого провідника. Система провідників. Конденсатори та їх ємність. Поняття про метод зображень для розв'язку деяких електростатичних задач.

4. Діелектрики в електростатичному полі. Молекулярна картина поляризації діелектриків. Кількісна характеристика поляризації – поляризованість. Вплив поляризації на електричне поле. Зв'язані заряди. Теорема Гауса при наявності діелектриків. Електричне зміщення, діелектрична проникність. Заломлення силових ліній на межі розділу діелектриків. Локальне поле та його відмінність від зовнішнього. Неполлярні та поллярні діелектрики і залежність їх діелектричної сприйнятливості від температури. Основні відомості про сегнетоелектрики, п'єзоелектрики, піроелектрики та електрети.

5. Енергія та сили в електростатичному полі. Енергія взаємодії дискретних зарядів та при неперервному розподілі зарядів. Власна енергія. Об'ємна густина енергії електричного поля. Енергія поля поверхневих зарядів. Енергія заряджених провідників. Енергія диполя в зовнішньому полі. Сили, що діють на точковий заряд, диполь і неперервно розподілений заряд. Сили, що діють на провідник і діелектрик. Обчислення сили із виразу для енергії.

6. Постійний електричний струм. Електричне поле при наявності постійного струму. Сторонні електрорушійні сили. Диференціальна форма законів Ома та Джоуля-Ленца. Робота та потужність струму. Лінійні кола. Правила Кірхгофа. Струми в суцільному середовищі. Заземлення ліній електропередач.

7. Електропровідність. Природа носіїв заряду в металах. Класична теорія електропровідності та її труднощі. Залежність електропровідності металів від температури. Явище надпровідності. Поняття про зонну теорію твердих тіл. Розщеплення енергетичних рівнів і утворення енергетичних зон. Енергетичні зони металів, напівпровідників та ізоляторів. Власна провідність напівпровідників. Домішкова (електронна і діркова) провідність Донори і акцептори. Температурна залежність провідності напівпровідників. Контактна різниця потенціалів. Випрямляюча дія напівпровідникового контакту. Напівпровідниковий діод і транзистор. Поняття про мікроелектроніку. Термоелектрорушійна сила, ефекти Пельтьє і Томсона. Провідність немета-лічних твердих тіл – електронна, іонна та мішана. Механізм електропровідності електролітів та залежність електропровідності від температури. Електропровідність газів. Іонізація та рекомбінація іонів. Іонна лавина. Основні типи газового розряду. Плазмовий стан речовини. Поняття про високотемпературну плазму. Термоелектронна емісія та її використання у вакуумних та газонаповнених приладах.

Модуль 2.

МАГНІТНЕ ПОЛЕ

8. Стаціонарне магнітне поле. Закон взаємодії елементів струму (закон Ампера). Польове трактування закону взаємодії елементів струму. Релятивістська природа магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Вектор магнітної індукції в стаціонарному випадку. Вихровий характер магнітного поля.

9. Магнітне поле при наявності магнетиків. Поле елементарного струму. Магнітний момент елементарного струму. Механізм намагнічування. Об'ємні і поверхневі молекулярні струми, як модельні уявлення для суцільного середовища. Напруженість магнітного поля. Поле в магнетику. Постійні магніти. Граничні умови для векторів поля. Вимірювання магнітної проникливості, індукції і напруженості поля всередині магнетика. Магнітне екранування. Парамагнетики і діамагнетики. Природа діамагнетизму, ларморова прецесія. Природа парамагнетизму та залежність магнітної сприйнятливості від температури. Закон Кюрі. Феромагнетизм. Петля гістерезису. Залежність феромагнітних властивостей від температури. Домени. Межі між доменами. Механізм перемагнічування. Поняття про антиферомагнетизм, ферримагнетизм і феромагнітний резонанс. Гіромагнітні ефекти. Співвідношення між механічними і магнітними моментами атомів і електронів. Ефекти Ейнштейна-де-Гааза і Барнета.

10. Енергія і сили в магнітному полі. Енергія магнітного поля контурів із струмом. Енергія магнітного поля при наявності магнетиків. Об'ємна густина енергії магнітного поля. Енергія магнетика у зовнішньому магнітному полі. Сили в магнітному полі. Сили. Що діють на струм.

Сила і момент сили, що діють на магнітний момент. Об'ємні сили, що діють на нестисливі магнетики. Сила Лоренца, її прояв та використання. Обчислення сили із виразу для енергії.

11. Електромагнітна індукція. Індукція струмів в рухомих провідниках. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Явище самоіндукції. Індуктивність соленоїда, коаксіального кабеля, двопровідної лінії. Явища при замиканні і розмиканні кола з індуктивністю. Явище взаємної індукції та коефіцієнт взаємної індукції.

12. Квазістаціонарні змінні струми. Коло з джерелом змінних сторонніх е.р.с., резистором, ємністю та індуктивністю. Імпеданс. Метод векторних діаграм і комплексних величин. Розрахунок магнітних кіл. Резонанси в колі змінного струму. Коло із врахуванням взаємної індукції. Трансформатори і автотрансформатори. Векторні діаграми простих випадків роботи трансформаторів. Струми Фуко. Робота і потужність змінного струму. Принцип роботи синхронних і асинхронних двигунів. Узгодження навантаження з генератором. Основні відомості про трифазний струм. Переваги застосування трифазного струму в техніці і передачі електричної енергії на відстань. Основні відомості про скін-ефект, його закономірності та використання в техніці. Основні відомості про фільтри низьких та високих частот, смугові фільтри та фізичні принципи їх реалізації.

13. Теорія Максвелла. Струм зміщення та вихрове електричне поле – дві гіпотези Максвелла. Система рівнянь Максвелла, їх фізичний зміст. Закон збереження енергії електромагнітного поля. Густина потоку енергії. Вектор Умова-Пойнтінга. Рух ЕМ-енергії вздовж лінії передач.

14. Електромагнітні хвилі. Основні відомості про випромінювання електромагнітних хвиль. Опис електромагнітного поля випромінювання лінійного осцилятора (без виведення). Плоскі електромагнітні хвилі у вакуумі. Вектори поля хвилі і співвідношення між ними. Фазова швидкість. Густина потоку енергії хвилі. Застосування електромагнітних хвиль. Перетворення електромагнітного поля при переході від однієї інерційної системи координат до іншої. Інваріантність рівнянь Максвелла відносно перетворень Лоренца, як вираз справедливості принципу відносності для електромагнітних явищ. Загальнонаукові та світоглядні методи в фізиці та їх використання для вивчення електромагнітних явищ.

Вступне заняття.

Мета і завдання вивчення дисципліни «Фізичний практикум з електрики та магнетизму».

Інструкція з охорони праці при виконанні лабораторних робіт в навчальній лабораторії загального фізичного практикуму з електрики і магнетизму кафедри експериментальної фізики. Засоби вимірювань та основні методи фізичного експерименту з електрики і магнетизму. Методичні рекомендації щодо графічного зображення та опрацювання результатів експерименту з електрики і магнетизму.

Основний зміст експериментальних лабораторних робіт

У лабораторних роботах, що складають зміст практикуму з електрики і магнетизму експериментально досліджуються:

Електровимірювальні прилади і методики електричних вимірювань. Закони електростатики. Електричне поле у вакуумі. Електропровідність газів та рідин. Властивості магнетиків: магнітна сприйнятливості парамагнітної рідини; магнітні властивості ферромагнетика. Явище електричного резонансу. Рух заряджених частинок у вакуумі під дією електричного та магнітного полів. Властивості напівпровідників (явища на контакті двох різнорідних напівпровідників, ефект Холла, температурна залежність електропровідності). Серед оригінальних лабораторних робіт практикуму слід, зокрема, відзначити такі: визначення питомого заряду електрона за методом магнетрона; вивчення роботи електронно-променевої трубки, газорозрядного стабілітрона.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
3-семестр						
Модуль 1						
Вступне заняття	22			12		10
Тема 1. Постійний електричний струм	40			20		20
Модульна контрольна	2					2
Разом за модулем 1	64			32		32
Модуль 2						
Тема 2. Змінне електромагнітне поле	30			16		14
Заняття для захисту лабораторних робіт	22			12		10
Модульна контрольна	2					2
Разом за модулем 2	56			28		28
Всього годин	120			60		60

5.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття	10
2	Вимірювання електричних величин	4

3	Визначення опору методом містка	4
4	Дослідження температурної залежності опору провідників і напів-провідників	4
5	Вивчення роботи і зняття характеристик триелектродної електронної лампи	4
6	Градування термопари	4
7	Вивчення роботи електронного осцилографа	4
8	Дослідження затухаючих коливань в LC-контурі за допомогою осцилографа	4
9	Зняття кривої намагнічування та петлі гістерезису за допомогою осцилографа	4
10	Вимірювання потужності змінного струму та зсуву фаз між струмом і напругою	4
11	Визначення індуктивності котушки, ємності конденсатора та перевірка закону Ома для електричного кола змінного струму	4
12	Заняття для захисту та відробки завдань лабораторних робіт	10
	Разом	60

5.4. Самостійна робота

1. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу навчальних дисциплін «Електрики та магнетизму» та «Фізичний практикум з електрики і магнетизму» за підручниками та посібниками з використанням Контрольних питань для самоконтролю при підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт.
2. Самостійне оформлення звіту про виконану лабораторну роботу при підготовці до лабораторних занять згідно з індивідуальним графіком їх виконання.
3. Самостійне виконання з використанням персонального комп'ютера кількох віртуальних лабораторних робіт з наведеного нижче переліку:

№ з/п	Назва теми
1	Методи та засоби вимірювань.
2	Аналогові електровимірювальні прилади
3	Цифрові вимірювальні прилади. Похибки приладів
4	Вивчення електростатичного поля

5	Вимірювання елементарного заряду (досвід Міллікена)
6	Вивчення закону Ома
7	Постійний струм
8	Вивчення намагніченості парамагнетиків
10	Модульна контрольна

Разом на усі види самостійної роботи студентів за семестр 60 год.

Самостійна робота є невід'ємною складовою частиною вивчення дисципліни. «Фізичний практикум» і обов'язковою для кожного змістовного модулю дисципліни. Вона організовується згідно наперед узгодженого графіка виконання лабораторних роботи студентів, де вказується зміст самостійної роботи, форма контролю.

Для самостійної роботи з дисципліни «Фізичний практикум» можуть використовуватись години самопідготовки в лабораторних практикумах де наявне повне методичне забезпечення курсу, а також студенти мають можливість попередньо ознайомити з лабораторними стендами, приладами та устаткуванням, які використовуються при виконанні роботи. Контроль за самостійною роботою ведеться на кожному занятті при допуску і захисті лабораторної роботи, де перевіряється здатність студентів творчо мислити, усно формулювати фізичні положення і твердження. Співбесіди студента і викладача є перманентними, проводяться щодня протягом семестру, студент, який не у повній мірі зрозумів (підготовлений) до виконання завдань лабораторної роботи одержує консультацію викладача.

Підготовка до лабораторних занять, їх виконання, оформлення звітів передбачає значну самостійну роботу як поза практикумами, так і при роботі в лабораторії. При самостійній роботі рекомендується використати записи лекцій і навчальні посібники, що приводяться в списку літератури. При цьому рекомендується самостійно проробити теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи, попередньо повідомлений студентам, ознайомитись із методикою експерименту, завданнями і ходом їх виконання, скласти план проведення дослідів.

Перш ніж приступити до виконання лабораторної роботи, студент повинен самостійно вивчити теоретичні питання, які стосуються даної лабораторної роботи за рекомендованою літературою, розуміти суть завдань, підготувати в робочому зошиті необхідні короткі теоретичні відомості, схеми проведення експерименту і таблиці, знати хід роботи, робочі формули для проведення розрахунків, вміти оцінити похибки вимірювань. Після допуску викладачем до виконання роботи студент повинен чітко вести записи в робочому зошиті і на протязі заняття не тільки виконати вимірювання по лабораторній роботі, але і провести пробні обчислення вимірюваної величини і оцінити похибки вимірювань. У години самопідготовки або в домашніх умовах студент оформляє звіт про виконану роботу і знайомиться з методичними матеріалами до наступної лабораторної роботи, У ході виконання лабораторної роботи студенти можуть пропонувати і одержувати від викладача індивідуальні завдання, які поглиблюють і розширюють знання про досліджувані явища і процеси, або виконувати додаткові лабораторні роботи, які наявні у лабораторних практикумах, але не включенні до списку у Змісті навчальної дисципліни. Примітка: Кількість віртуальних лабораторних робіт, які повинні самостійно виконати студенти в межах загального обсягу часу, виділеного на самостійну роботу, визначається викладачем.

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

Технічні засоби: лабораторне обладнання для виконання робіт з електрики та магнетизму:

1. Джерела живлення постійного струму ВИП-009, ВИП-010, ЛИПС-35, Б5-44, Б5-50, АГАТ, нормальні елементи Э-303;

2. Джерела живлення змінного струму: Автотрансформатори ЛАТР з додатковими трансформаторами Блоки живлення до лабораторних столів К505;
 3. Аналогові вольт-амперметри постійного струму (магнітоелектричні) М2024, М2017, М1020, М244, М75, гальванометри М20521, М906;
 4. Вольтметри, амперметри для постійного і змінного струму (електромагнітні) Э-59, АСТ, ватметри (електродинамічні) Д-509;
 5. Мультиметри цифрові М830В, DT838, Mastech MY64;
 6. Зразкові міри опору Р321 – Р331, Р403, Р4071 – Р4078;
 7. Магазины опорів Р33, Р32, МСР-60М;
 8. Магазин ємностей Р544;
 9. Магазин індуктивностей Р567;
 10. Реостати РСР від 20 Ом до 2000 Ом;
 11. Генератор звуковий Ф578;
 12. Вольтметр електронний ВК7-15;
 13. Вольтметр цифровий В7-2114;
 14. Міст змінного струму Р598;
 15. Ваги електронні лабораторні CAS MWP -300;
 16. Вимірювач ємності цифровий Е8-4;
 17. Осцилографи С1-1, С1-74, С1-110, С1-67, С1-72, С1-76, С1-70;
 18. Сушильні шафи;
 19. Саморобні лабораторні макети;
 20. Зразки терморезисторів, кристалів напівпровідників та сегнетоелектриків, розчинів електролітів елементів електричних схем (резисторів, конденсаторів, котушок індуктивності) і т.п.
- Мультимедійний проєктор.
Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.
Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф., Курс фізики, книга 1 – К.: Либідь, 2001. – 448 с.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Загальна фізика. Електрика і магнетизм – К.: Вища школа, 1995.
3. Методичні інструкції щодо виконання експериментальних лабораторних робіт з механіки в умовах кредитно-модульної системи навчання. / Укладачі: В.П. Пойда, В.М. Юнаш, Е.В. Гапон, В.В. Скляр, В.П. Лебедев, В.П. Хижковий. За загальною редакцією В.П. Пойди. – Харків: ХНУ

4. І.М.Кучерук, І.Т.Горбачук, П.П.Луцик. Загальний курс фізики.Т.2."Техніка", К., 2001.(НТБ)
5. Лапта С.І. Електрика та магнетизм навчальної дисципліни "Фізика": навчальний посібник / С.І. Лапта. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2009. – 168 с.
6. , 2005. – 864 .

Допоміжна література

1. Курс фізики. Підручник. / І.Є. Лопатинський., І.Р. Зачек. І.М Кравчук та інші. Львів: Афіша. – 2003. – 376 с.
2. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система: Навч.посібник. В 2 ч. Ч. 1. / В.В. Куліш, А.М. Соловійов, О.Я. Кузнецова, В.М. Кулішенко.– К.: НАУ. – 2004. – 456 с.
3. І.М.Кучерук, І.Т.Горбачук, П.П.Луцик. Загальний курс фізики.Т.1."Техніка", К., 1999.(НТБ)
4. Загальні основи фізики. Механіка. Термодинаміка та молекулярна фізика. Київ, "Либідь", 1998.(НТБ)
5. Фізика. Методичні вказівки та контрольні завдання. Вища школа, М. 1987 (НТБ).
6. Балбенко О.О., Малець Є.Б., Ляшенко О.І., Мялова О.М. Система питань для контролю і самоконтролю знань з фізики. Методичні рекомендації для студентів фізико-математичного факультету і слухачів підготовчих відділень. – Харків : ХДПІ, 1990. – 26 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Посилання на відеозаписи лекційних демонстрацій із загальної фізики– Режим доступу: <https://www.youtube.com/c/NRNUMEPHl/playlists>
2. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.
3. Сайт «Фізика школярам і студентам» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.physics-vargin.net/zadathi_1.html
4. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [Електронний ресурс]: [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., брош., що (803438)]. – : , 2002-2015. – : catalogue.nplu.org.
5. Український інститут інтелект <http://stud.com.ua>
6. Електронний репозитарій ДВНЗ "УжНУ" <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/>
7. PhysOrg <http://www.phys.org/>
8. Mathworld <https://mathworld.wolfram.com/>

9. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

1. Предмет і завдання курсу. Основні етапи розвитку вчення про електричні і магнітні явища. Вклад вітчизняних вчених у розвиток вчення про електромагнітні явища. Роль електромагнітних взаємодій в природі.
2. Мікроскопічні носії електричних зарядів. Елементарний заряд. Закон збереження заряду. Взаємодія електричних зарядів. Закон Кулона. Взаємодія не точкових зарядів. Принцип суперпозиції. Одиниці заряду.
3. Електричне поле. Вектор напруженості електричного поля. Поле точкового та не точкового зарядів. Принцип суперпозиції електричних полів.
4. Робота переміщення заряду в електричному полі. Скалярний потенціал та різниця потенціалів. Потенціал точкового заряду, системи точкових зарядів і неперервного розподілу зарядів. Градієнт потенціалу. Еквіпотенціальні поверхні. Одиниці потенціалу та різниці потенціалів.
5. Лінії напруженості електричного поля. Потік вектора напруженості та вектора електричної індукції. Теорема Остроградського-Гауса для електростатики. Застосування теореми Остроградського-Гауса для знаходження параметрів поля зарядженої площини, двох площин, сфери, кулі та циліндра.
6. Диференціальна форма теореми Остроградського-Гауса в електростатиці. Рівняння Пуассона і Лапласа. Оператор Лапласа.
7. Провідники в електростатичному полі. Розподіл зарядів на поверхні провідника. Електростатичний захист. Метод дзеркальних відображень. Залежність поверхневої густини зарядів від кривизни поверхні. Стікання зарядів.
8. Електроємність відокремленого провідника та системи провідників. Ємність плоского, сферичного та циліндричного конденсаторів. З'єднання конденсаторів. Енергія зарядженого конденсатора.
9. Енергія взаємодії системи точкових зарядів та при неперервному розподілі зарядів. Енергія поля поверхневих зарядів. Об'ємна густина енергії електричного поля.
10. Електричний диполь. Поле диполя. Сила взаємодії диполів. Момент сили, що діє на диполь в однорідному та неоднорідному електричному полі. Енергія диполя в зовнішньому полі.
11. Полярні та неполярні молекули, полярні і неполярні діелектрики. Електронна поляризація неполярних діелектриків та полярних діелектриків. Формула Клаузіуса-Мосотті.
12. Вектор поляризації та вектор індукції (зміщення) для діелектриків. Сегнето-електрики. Доменна структура та гістерезис. Закон Кюрі-Вейса. Пієзоелектрики, піроелектрики та їх використання. Електретний стан. Поляризація діелектриків у змінному електричному полі.
13. Теорема Остроградського-Гауса при наявності діелектриків. Граничні умови для векторів E і D . Заломлення силових ліній на межі розділу діелектриків.
14. Постійний електричний струм та його основні характеристики. Рівняння неперервності та умова стаціонарності. Сторонні електрорушійні сили (ЕРС). Закон Ома для однорідної та неоднорідної ділянки кола. Закон Ома та Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формах.
15. Лінійні кола. Правила Кірхгофа та їх застосування.
16. Робота і потужність електричного струму. ККД лінії передачі електричної енергії. Струми в суцільному середовищі. Заземлення лінії передач.
17. Квазістаціонарні струми. Зарядка і розрядка конденсатора через резистор. Генератор релаксаційних коливань.

18. Природа носіїв заряду в металах. Досліди Рікке, Мандельштама і Папалексі, Стюарта і Толмена. Основні положення класичної електронної теорії металів. Пояснення законів Ома, Джоуля-Ленца, Відемана-Франца, співвідношення Ейнштейна, ефекту Холла, опору металів.
19. Труднощі класичної електронної теорії металів. Явище надпровідності і його пояснення. Високотемпературна надпровідність.
20. Поняття про зонну теорію твердих тіл. Розщеплення енергетичних рівнів і утворення енергетичних зон. Енергетичні зони металів, напівпровідників та діе-лектриків. Власні напівпровідники та їх провідність. Домішкові напівпровідники та механізм домішкової провідності.
21. Робота виходу електрона з металу та напівпровідника. Контакт метал-метал. Контактна різниця потенціалів для двох металів. Закон Вольта.
22. Контакт метал-напівпровідник, двох напівпровідників. Електронно-дірковий перехід. Випрямлення на р-п переході. Вольт-амперна характеристика р-п переходу. Напівпровідникові діоди та транзистори і їх використання. Поняття про мікроелектроніку.
23. Термоелектричні явища в металах та напівпровідниках. Явище Пельть'є, Зеебека і Томсона та їх використання.
24. Електроліти. Електролітична дисоціація. Коефіцієнт дисоціації. Закон Оства-льда. Молізація. Первинні і вторинні електрохімічні реакції при електролізі. Електропровідність електролітів. Закон Ома в диференціальній формі для електролітів. Закони Фарадея. Число Фарадея. Хімічні джерела струму. Елементи Вольта, Лекланше, нормальний елемент, акумулятори.
25. Електропровідність газів. Іонізація і рекомбінація іонів. Несамостійний газовий розряд. Іонізація при співударі, вторинна електронна емісія, іонно-електронна емісія, внутрішня фотоіонізація. Самостійний розряд в газах. Теорія Таунсенда. Вольт-амперна характеристика газового розряду. Типи газового розряду: тліючий, дуговий, іскровий, коронний. Плазма та її властивості. Газорозрядні прилади.
26. Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія. Електронні вакуумні лампи .
27. Магнітна взаємодія постійних струмів. Закон Ампера. Магнітне поле електричного струму та його характеристики. Лінії та вектор магнітної індукції. Вихровий характер магнітного поля. Сила Ампера.
28. Закон Біо-Савара-Лапласа та його застосування для знаходження індукції магнітного поля прямого провідника зі струмом, колового струму та котушки зі струмом.
29. Потік вектора магнітної індукції. Теорема Остроградського-Гауса для магнітного поля. Механічна робота при переміщенні провідника зі струмом в магнітному полі. Закон повного струму в інтегральній та диференціальній формах.
30. Рамка зі струмом в магнітному полі. Магнітний момент рамки із струмом та енергія магнітного моменту в магнітному полі.
31. Магнітне поле рухомих зарядів. Дія магнітного та електричного полів на рухомий заряд. Сила Лоренца. Магнітна взаємодія рухомих зарядів. Визначення питомого заряду електрона методом Томсона та інші методи. Магнітні лінзи, електронний мікроскоп, циклічні прискорювачі заряджених частинок, мас-спектрометр, магнітогідродинамічні генератори.
32. Класифікація магнетиків. Магнітне поле в магнетиках. Вектор намагнічення та вектор напруженості магнітного поля в магнетиках. Магнітна сприйнятливості та проникність магнетиків.
33. Орбітальний і механічний моменти електрона в атомі. Гіромагнітне співвідношення. Магнетон Бора. Дослід Штерна і Герлаха. Магнітний момент ядра. Результуючий магнітний момент атома і молекули.
34. Природа діамагнетизму. Теорема Лармора. Ларморівська прецесія електронних орбіт. Діамагнітний ефект. Незалежність діамагнітної сприйнятливості від температури.
35. Природа парамагнетизму. Класична теорія парамагнетизму Ланжевена. Залежність парамагнітної сприйнятливості від температури. Закон Кюрі. Електронний парамагнітний резонанс та його використання.

36. Феромагнетики та їх основні властивості. Феромагнітні домени. Механізм намагнічування і перемагнічування феромагнетиків. Магнітний гістерезис. Магнітострикція. Ферити та їх використання. Антиферомагнетизм.
37. Явище електромагнітної індукції. Досліди Фарадея. Закон Фарадея. Правило Ленца. Струми Фуко. Флюксметр, пояс Роговського. Явище самоіндукції. Індуктивність соленоїда, коаксіального кабеля і двохпровідної лінії. Екстраструми замикання і розмикання з індуктивністю.
38. Явище взаємної індукції. Коефіцієнт взаємної індукції. Взаємна енергія двох струмів. Енергія магнітного поля. Власна енергія струму. Об'ємна густина енергії магнітного поля. Пондеромоторні сили в магнітному полі.
39. Квазістаціонарні змінні струми. Одержання змінного струму. Коло змінного струму з омичним опором, індуктивністю та ємністю. Закон Ома для кола змінного струму. Метод векторних амплітуд та комплексних опорів в колі змінного струму. Імпеданс. Розрахунок електричних кіл змінного струму.
40. Резонанс напруг і струмів в коливних контурах. Коливний контур. Власні та вимушені коливання в контурі. Автоколивання. Генератор електромагнітних коливань.
41. Робота і потужність в колі змінного струму. Активна, реактивна та повна потужність в колі змінного струму. Коефіцієнт потужності. Трансформатор, автотрансформатор. Векторні діаграми найпростіших випадків роботи трансформатора.
42. Трифазний змінний струм. Генератор змінного струму. Схеми з'єднання обмоток генераторів та споживачів зіркою і трикутником.
43. Основні відомості про фільтри низьких і високих частот та смугові фільтри. Відомості про скін-ефект та його використання в техніці.
44. Вихрове електричне поле та струми зміщення – дві гіпотези Максвелла. Система рівнянь Максвелла в інтегральній та диференціальній формах та їх фізичний зміст.
45. Електромагнітні хвилі (ЕМХ), хвильове рівняння. Плоскі та сферичні ЕМХ у вакуумі. Вектори поля хвилі та співвідношення між ними. Фазова швидкість. Елементарний випромінювач ЕМХ.
46. Енергія ЕМХ, потік енергії, вектор Умова-Пойнтінга. Тиск ЕМХ. Маса та імпульс ЕМ поля.
47. Телеграфне рівняння. Стоячі ЕМХ. Система Лехера. Використання ЕМХ для зв'язку.

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

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

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

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

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

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

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

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

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)