

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ І НАНОМАТЕРІАЛІВ



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан математичного факультету

**С.І. Гоменюк**

(ініціали та прізвище)

« 26 » 10 2018

**ФІЗИКА МАГНІТНИХ ЯВИЩ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки \_\_\_\_\_ бакалавра \_\_\_\_\_  
(назва освітнього ступеня)

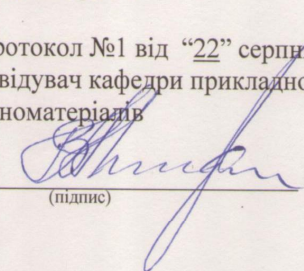
спеціальності 105 “Прикладна фізика та наноматеріали”  
(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма “Прикладна фізика”  
(назва)

**Укладач Яновський О.С. к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної фізики і наноматеріалів**


Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри прикладної фізики і  
наноматеріалів

Протокол №1 від “22” серпня 2018 р.  
Завідувач кафедри прикладної фізики і  
наноматеріалів

  
\_\_\_\_\_ В.Г. Міщенко  
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
математичного факультету

Протокол №3 від “25” жовтня 2018 р.  
Голова науково-методичної ради  
математичного факультету

  
\_\_\_\_\_ О. С. Пшенична  
(підпис) (ініціали, прізвище)

2018 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів - 3	10. Природничі науки	Нормативна
		Цикл професійної підготовки
Розділів – 2	Спеціальність 105 <u>Прикладна фізика та наноматеріали</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b> 4-й
Загальна кількість годин - 90	Освітньо-професійна програма <u>Прикладна фізика</u> (назва)	<b>Лекції</b>
Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання: – 3 год., самостійної роботи студента – 6 год.	Рівень вищої освіти: <b>бакалаврський</b>	10 год.
		<b>Практичні</b>
		20 год.
		<b>Лабораторні</b>
		-
		<b>Самостійна робота</b>
		60 год.
<b>Вид контролю:</b> залік		

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни “Фізика магнітних явищ” є вивчення студентами основ магнітних явищ, на яких базуються значна частина природних процесів, розкриття взаємозв’язків між електронними процесами в речовинах та макроскопічними явищами, що при цьому відбуваються.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни “Фізика магнітних явищ” є засвоєння студентами знань про магнітні властивості речовин та їх природу, взаємодію електричного струму та магнітного поля, теорію електромагнітного поля; формування навичок практичного застосування отриманих теоретичних знань; уміння вирішувати задачі по магнетизму. Значна увага приділяється самостійній роботі студентів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- природу магнітного поля та магнітних явищ, особливості взаємодії електричних зарядів з магнітним полем, виникнення сили Ампера та сили Лоренца;
- електронну природу магнітних властивостей атому; класифікацію магнетиків та взаємодію їх з магнітним полем;
- природу діа-, пара- та феромагнетизму;
- явище електромагнітної індукції, само- та взаємоіндукції, індуктивність контура, основні процеси в коливальному контурі;
- рівняння Максвелла та мати уявлення про єдиний електромагнітний процес;

**вміти:**

- будувати математичні моделі нескладних магнітних явищ і використовувати для вивчення цих моделей математичний апарат;
- формулювати основні закони та закономірності магнетизму;
- записувати основні формули та виводити співвідношення між величинами електростатики та магнетизму;
- розкривати фізичну природу явищ, що виникають при взаємодії носіїв заряду з електричним та магнітним полями;
- використовувати при роботі довідкову і навчальну літературу, знаходити інші джерела інформації та працювати з ними.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання (компетентностей):

- **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів і в процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії;

**загальні компетентності:** здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; здатність спілкуватися державною та іноземною мовою як усно, так і письмово; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність проведення досліджень на відповідному рівні; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**спеціальні (фахові, предметні) компетентності:** володіння математичним апаратом для вирішення прикладних задач наукоємного виробництва; здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів; здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження; здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту; здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту; здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій; здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем; здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів; здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у

роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів;

**Міждисциплінарні зв'язки.** Курс “Фізика магнітних явищ” є одним із розділів фізики, який формує базові знання студентів стосовно механізму магнітних (електромагнітних) явищ. Курс базується на знанні математичного апарату фізики, механіки, молекулярної фізики. З другого боку даний курс є базою для вивчення таких дисциплін як “Основи радіоелектроніки”; “Електродинаміка”, “Фізика твердого тіла”, “Коливання і хвилі”, “Електронна та іонна спектроскопія твердих тіл та нанооб'єктів” тощо.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### **Розділ 1. Природа магнетизму. Магнітостатика**

##### *Тема 1. Магнітне поле та природа магнетизму.*

Досліди Ерстеда. Магнітне поле та його характеристики. Магнітна взаємодія струмів. Контур зі струмом у магнітному полі, магнітний момент. Вектор магнітної індукції. Силкові лінії магнітної індукції, вихровий характер магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого, колового та соленоїдального струму. Магнітне поле заряду, що рухається. Напруженість магнітного поля.

##### *Тема 2. Магнітна взаємодія струмів.*

Закон та сила Ампера. Взаємодія двох прямих струмів. Сила Лоренца. Магнітний потік. Робота по переміщенню провідника зі струмом в постійному магнітному полі. Теорема Гауса для магнітного поля. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції.

#### **Розділ 2. Електромагнітні явища. Рівняння Максвелла.**

##### *Тема 3. Електромагнітна індукція.*

Досліди Фарадея Електромагнітна індукція. Основний закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. Генератор змінного струму. Електродвигуни. Віхрові струми (струми Фуко). Явище самоіндукції, індуктивність контура. Явища при замиканні та розмиканні струму. Взаємоіндукція. Енергія магнітного поля.

##### *Тема 4. Магнітні властивості речовини. Магнетики.*

Мікроскопічне та макроскопічне магнітне поле. Молекулярні струми та їх природа. Струми намагнічування та струми провідності. Вектор намагнічування. Теорема про циркуляцію магнітного поля в речовині. Магнітний і механічний момент електрона. Гіромагнітне відношення. Дослід Ейнштейна- де Гааза. Магнітний момент вільних атомів. Магнітна сприйнятливність та магнітна проникність. Магнітне поле в магнетиках. Діа-, пара- та ферромагнетики та їх взаємодія з зовнішнім магнітним полем. Постійні магніти.

##### *Тема 5. Доменна структура ферромагнетиків та механізм її утворення.*

Ферромагнетики. Взаємодія електронів, обмінна взаємодія між спінами електронів. Спонтанне намагнічування. Процеси намагнічування. Анізотропія намагнічування. Перемагнічування. Крива намагнічування та петля гістерезису, коерцитивна сила. Елементарна теорія ферромагнетизму. Закон Кюрі-Вейса. Доменна структура.

##### *Тема 6. Коливальний контур та електронні процеси в контурі.*

Коливальний контур. Рівняння коливального контура. Вільні коливання гармонічного осцилятора. Резонанс напруг, резонанс струмів. Власні електричні коливання та їх частота. Втрати в коливальному контурі, затухання коливань. Логарифмічний декремент затухання. Підтримання коливань. Електромагнітні хвилі. Утворення вільних електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння, плоскі електромагнітні хвилі.

##### *Тема 7. Рівняння Максвелла.*

Вихрове електричне поле. Струм зміщення та струм провідності. Рівняння Максвелла в інтегральній та диференціальній формах. Відносність електричного та магнітного полів. Електромагнітне поле та електромагнітні хвилі.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Ус.	у тому числі				Ус.	у тому числі					
		л	п	лаб	сам.роб.		л	с/п	лаб	сам.роб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Розділ 1. Природа магнетизму. Магнітостатика.												
Тема 1. Магнітне поле та природа магнетизму.	13	1	2		10							
Тема 2. Магнітна взаємодія струмів.	3	1	2									
Разом за розділом 1	16	2	4		10							
Розділ 2. Електромагнітні явища. Рівняння Максвелла												
Тема 3. Електромагнітна індукція.	16	2	4		10							
Тема 4. Магнітні властивості речовини. Магнетики.	14	2	2		10							
Тема 5. Доменна структура феромагнетиків та механізм її утворення.	13	1	2		10							
Тема 6. Коливальний контур та електронні процеси в контурі.	15	1	4		10							
Тема 7. Рівняння Максвелла.	16	2	4		10							
Разом за розділом 2	74	8	16		50							
<b>Всього годин</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>20</b>		<b>60</b>							

#### 5. Теми лекційних занять

№ теми з/прог	Назва теми	Кількість годин
1	Магнітне поле та природа магнетизму.	1
2	Магнітна взаємодія струмів.	1
3	Електромагнітна індукція.	2
4	Магнітні властивості речовини. Магнетики.	2
5	Доменна структура феромагнетиків та механізм її утворення.	1
6	Коливальний контур та електронні процеси в контурі.	1
7	Рівняння Максвелла.	2
	<b>Всього годин</b>	<b>10</b>

#### 6. Теми практичних занять

№ теми з/прог	Назва теми	Кількість годин
1	Магнітне поле та природа магнетизму.	2
2	Магнітна взаємодія струмів.	2
3	Електромагнітна індукція.	4
4	Магнітні властивості речовини. Магнетики.	2

5	Доменна структура феромагнетиків та механізм її утворення.	2
6	Коливальний контур та електронні процеси в контурі.	4
7	Рівняння Максвелла.	4
	<b>Всього годин</b>	<b>20</b>

### 8. Самостійна робота

№ теми з/прог	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Магнітне поле та природа магнетизму.</b> Магнітне поле електричного струму. Магнітна взаємодія струмів. Закон Ампера. Планета Земля, як магніт. Природа магнітного поля землі	10
3	<b>Електромагнітна індукція.</b> Основний закон електромагнітної індукції. Явище самоіндукції та взаємоіндукції. Індуктивність	10
4	<b>Магнітні властивості речовини. Магнетики.</b> Діа-, пара-, феромагнетики та їх взаємодія з зовнішнім магнітним полем. Закон Кюрі-Вейса.	10
5	<b>Доменна структура феромагнетиків та механізм її утворення</b> Взаємодія електронів, обмінна взаємодія між спінами електронів. Спонтанне намагнічування. Процеси намагнічування. Анізотропія намагнічування. Перемагнічування. Крива намагнічування та петля гістерезису, коерцитивна сила. Елементарна теорія феромагнетизму. Доменна структура.	10
6	<b>Коливальний контур та електронні процеси в контурі.</b> Власні електромагнітні коливання. Затухаючі та вимушені коливання.	10
7	<b>Рівняння Максвелла.</b>	10
	<b>Всього годин</b>	<b>60</b>

### 9. Види контролю і система накопичення балів

	Вид контрольного заходу	Кількість контрольних заходів	Кількість балів за 1 захід	Усього балів
1	Підготовка завдання з самостійної роботи (з представленням результатів на практичному занятті).	2	10	20
2	Захист виконання практичних робіт.	2	10	20
3	Виконання тестових завдань в системі Moodle.	2	10	20
4	Залік. Передбачає відповідь на теоретичне питання та розв'язання практичного завдання (задачі).	1	40	40
	<b>Усього</b>	<b>7</b>		<b>100</b>

### Розподіл балів за видами роботи та формами контролю

Форма контролю	Кількість балів	Примітки
<b>ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВКИ ЗАВДАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ (З ПРЕДСТАВЛЕННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ НА ПРАКТИЧНОМУ ЗАНЯТТІ)</b>		
Тему заняття відтворено у відповідності до вимог. Студент впевнено здійснює застосування знань з питань фізики електростатичного поля, електропровідності та електричного струму, природи магнетизму, магнітостатики, електромагнітних явищ, рівнянь Максвелла до конкретної теми завдання.	5	За 1 контрольний захід.
Студент володіє матеріалом, проте тема викладена не в повному обсязі.	3	
Студент невпевнено володіє матеріалом, тема не розкрита, є труднощі з термінологією.	1	
Самостійна підготовка не виконана.	0	
<b>ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ</b>		
Студент впевнено застосовує формули та пояснює проміжні перетворення; аналізує отримані результати, робить правильні висновки, грамотно та докладно відповідає на контрольні запитання, виявляє розуміння питань, що обговорюються, вільно володіє матеріалом.	5	За 1 контрольний захід.
Правильне написання формул; вірний хід рішення; при відповіді на контрольні запитання студент загалом володіє матеріалом, але викладає його непослідовно, користується конспектом.	4	
Студент відповідає на контрольні запитання не послідовно, повільно, незрозімло.	2	
Студент не виконує відповідні завдання і не відповідає на контрольні запитання.	0	

### Критерії оцінювання на заліку, практичних заняттях

Відповідь на заліку оцінюється на:

*відмінно:*

- Правильне та повне формулювання фізичних законів, явищ, закономірностей.
- Пояснення законів, явищ, закономірностей на основі фізичних понять, що самі вже не можуть пояснюватись більш елементарними поняттями.
- Глибокий та вичерпний аналіз взаємозв'язків між явищами та закономірностями.

*добре:*

- Правильне та повне формулювання фізичних законів, явищ, закономірностей.
- Помилки в аналізі взаємозв'язків між явищами та закономірностями.

*задовільно:*

- Формулювання фізичних законів, явищ, закономірностей з помилками.
- Пояснення законів, явищ, закономірностей на основі фізичних понять, що самі вже не можуть пояснюватись більш елементарними поняттями

*незадовільно:*

- Неправильне формулювання фізичних законів, явищ, закономірностей.
- Відсутність або неправильні відповіді на поставлені додаткові питання.

Практичні заняття (розв'язання задач) оцінюються на:

*відмінно:*

- Обґрунтування застосованих формул та пояснення проміжних перетворень; аналіз отриманого результату та висновки.



- Правильне написання формул; правильний хід рішення з проміжними викладками; підстановка вихідних даних з урахуванням розмірностей.

*добре:*

- Труднощі в обґрунтуванні застосованих формул та поясненні проміжних перетворень; аналіз отриманого результату та висновки.
- Правильні написання формул та хід рішення з проміжними викладками; підстановка вихідних даних з урахуванням розмірностей.

*задовільно:*

- Написання формул з похибками; невірний хід рішення; відсутність числового рішення та розмірностей.

*незадовільно:*

- Відсутність рішення задачі; неправильне застосування або написання формул.

### **Оцінювання виконання тестових завдань в системі Moodle.**

Здійснюється автоматично в залежності від кількості правильних відповідей та налаштування параметрів системи.

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

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

## 10. Рекомендована література

### Основна

1. Калашников С.Г. Электрика: навч. посіб. Київ: Радянська школа, 1964. 400 с.
2. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм: учеб. пособие. Москва: Высшая школа, 1983. 463 с.
3. Чолпан П.П. Фізика. Київ: Вища школа, 2004. 356 с.
4. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф. Курс фізики. Книга 1. Київ: Либідь, 2001. 448 с.
5. Сахаров Д.И. Сборник задач по физике. Москва: Мир и образование, 2003. 400 с.
6. Сборник задач по общему курсу физики. Электричество и магнетизм / под ред. А.И. Яковлева. Москва: Наука, 1977. 272 с.
7. Электрика та магнетизм: лабораторний практикум для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напрямів підготовки «Фізика» та «Прикладна фізика» / Яновський О.С., Ананьїна О.Ю., Кулинич А.Г., Северина О.В. Запоріжжя: ЗНУ, 2016. 114 с.

### Додаткова

1. Сивухин Д.В. Электричество: учеб. пособие. Москва: Наука, 1983. 688 с.
2. Антонюк О.Т. Загальна фізика: основи електрики і магнетизму: навч. посіб. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 240 с.
3. Загальний курс фізики: у 3 т. / за ред. І.М. Кучерука. Вид. 2-ге, випр. Київ: Техніка, 2006. Т.2: Электрика і магнетизм. 452 с.

### Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського: веб-сайт. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua>
2. Научная электронная библиотека: веб-сайт. URL: <http://elibrary.ru/>
3. Електромагнитная индукция: веб-сайт. URL: [http://www.nvtc.ee/e-oppe/Baksejeva/elmagn/\\_1.html](http://www.nvtc.ee/e-oppe/Baksejeva/elmagn/_1.html)

Погоджено

навчальний відділ

«25» січня 2019р

*О.В. Шинькова*

