

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М.Потебні ЗНУ

_____ Н.Г. Метеленко
(підпис) (ініціали та прізвище)
« _____ » _____ 2023 р.

СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ
(назва навчальної дисципліни)
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____ **бакалавра**
(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти спеціальності 176 Мікро-та наносистемна техніка
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності _____
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Мікро-та наносистемна техніка
(назва)

Укладач / Укладачі: Ніконова А.О., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено на засіданні кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

Протокол № 1 від "28" серпня 2023 р.
Завідувач кафедри

_____ Т.В.Критська
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено:
Гарант ОП

_____ В.М.Світанько
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою Інженерного навчально-наукового інституту ім.Ю.М.Потебні

Протокол № 1 від "30" серпня 2023 р.

Голова науково-методичної ради

_____ Т.А.Шарапова
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено:
Відповідальний за секцію «Технічні науки»

_____ А.І.Безверхий
(підпис) (ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни
		очна (денна) форма здобуття освіти
Галузь знань <u>15 Автоматизація та приладобудування</u>	Кількість кредитів – 4	Обов'язкова
		Цикл дисциплін професійної підготовки спеціальності
Спеціальність <u>153 Мікро-та наносистемна техніка</u>	Загальна кількість годин – 120	Семестр:
		3 -й
Освітньо-професійна програма <u>Мікро-та наносистемна техніка</u>	Змістових модулів – 6	Лекції
		28 год.
		Лабораторні
		28 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 12	Практичні
		Самостійна робота
		64 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен

Метою викладання навчальної дисципліни «Спеціальні розділи електродинаміки» є набуття знань та навичок, пов'язаних з розумінням математичного апарату класичної теорії поля, поглиблення знань з електродинаміки, які одержано в загальному курсі фізики.

Основними **завданнями** викладання дисципліни «Спеціальні розділи електродинаміки» є формування у студентів базової підготовки в області класичної теорії поля, класичної електродинаміки, та спеціальної теорії відносності.

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Інтегральні компетенції: - ІК1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення,

<p>невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі мікро- та наносистемної техніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів автоматизації та електроніки.</p> <p>Загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях - ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. 	<p>робота з підручником).</p>
<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. - СК5. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей. - СК8. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем. - СК12. Здатність використовувати знання з оптичної аналогової та цифрової схемотехніки, оптоелектроніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки. - СК13. Здатність застосовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки та конструювання приладів на їх основі. 	<p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>
<p>Програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ПРН1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. - ПРН3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. - ПРН16. Застосовувати знання з оптоелектроніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки при проектуванні та розробці інформаційних систем мікро- та наноелектроніки 	<p>Методи:</p> <p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове тестування</p>

<p>– ПРН17. Використовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки при розробці обладнання сучасних мікроелектронних інформаційних систем.</p>	
---	--

Міждисциплінарні зв'язки. Для засвоєння навчального матеріалу курсу «Спеціальні розділи електродинаміки» необхідні знання дисципліни «Фізика». Курс є основою для подальшого вивчення дисципліни «Аналогова та оптохемотехніка».

Змістовий модуль 1. Електростатика

Закон збереження заряду. Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Терема Гауса. Інтегральна теорема Гауса для вектора напруженості електричного поля. Теорема Гауса для напруженості електричного поля в диференціальній формі. Рівняння Пуассона.

Змістовий модуль 2. Електричне поле в речовинах

Діелектрики. Електричне поле в діелектрику. Діелектрична проникність та діелектрична сприйнятливість. Вектор електричної індукції. Провідники в електричному полі. Поверхневий розподіл заряду провідника. Електроємність конденсаторів.

Змістовий модуль 3. Електричний струм

Сила струму. Рівняння неперервності заряду. Закон Ома в диференціальній формі. Максвелівська релаксація. Робота струму. Правила Кірхгофа. Основні формули для розв'язку задач

Змістовий модуль 4. Магнітостатика

Закон Ампера. Індукція магнітного поля. Сила Лоренца. Сила Ампера. Теорема Гауса для вектора індукції магнітного поля. Циркуляція вектора індукції магнітного поля.

Змістовий модуль 5. Магнітне поле в речовині

Закон Ампера в середовищі. Магнітний диполь. Циркуляція вектора індукції магнітного поля струмів в середовищі. Напруженість магнітного поля

Змістовий модуль 6. Індукційні явища виготовлення. Електромагнітне поле

Явище електромагнітної індукції. Вихрове електричне поле. Енергія магнітного поля провідника з струмом. Явище магнітоелектричної індукції. Рівняння Максвелла в інтегральній формі. Рівняння Максвелла в диференціальній формі

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години			Самостійна робота, год	Система накопичення балів		
		Усього годин	Лекційні Заняття, год	Лабораторні заняття, год		Теор. зав-ня, к-ть балів	Лабор. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
			о/дф. ф.	о/дф.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	15	10	6	4	5	5	5	10
2	15	8	4	4	7	5	5	10
3	15	8	4	4	7	5	5	10
4	15	10	4	6	5	5	5	10
5	15	10	4	6	5	5	5	10
6	15	10	6	4	5	5	5	10
Усього за змістові модулі	90	56	28	28	34	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль екзамен	30				30	20	20	40
Загалом		120				100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		д.ф.
1	Закон збереження заряду. Закон Кулона. Напруженість електричного поля.	2
1	Принцип суперпозиції для електричного поля. Потенціал.	2
1	Терема Гауса. Інтегральна теорема Гауса для вектора напруженості електричного поля. Теорема Гауса для напруженості електричного поля в диференціальній формі. Рівняння Пуассона.	2
2	Діелектрики. Електричне поле в діелектрику. Діелектрична проникність та діелектрична сприйнятливність. Вектор електричної індукції.	2
2	Провідники в електричному полі. Поверхневий розподіл заряду провідника. Електроємність конденсаторів.	2

3	Сила струму. Рівняння неперервності заряду. Закон Ома в диференціальній формі. Максвелівська релаксація.	2
3	Робота струму. Правила Кірхгофа. Основні формули для розв'язку задач	2
4	Закон Ампера. Індукція магнітного поля. Сила Лоренца. Сила Ампера.	2
4	Теорема Гауса для вектора індукції магнітного поля. Циркуляція вектора індукції магнітного поля.	2
5	Закон Ампера в середовищі. Магнітний диполь.	2
5	Циркуляція вектора індукції магнітного поля струмів в середовищі. Напруженість магнітного поля	2
6	Явище електромагнітної індукції. Вихрове електричне поле.	2
6	Енергія магнітного поля провідника з струмом. Явище магнітоелектричної індукції.	2
6	Рівняння Максвелла в інтегральній формі. Рівняння Максвелла в диференціальній формі	2
Разом		28

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість Годин
		д.ф.
1	Градiєнт скалярної функції, дивергенція та ротор векторного поля	4
2	Символьні розрахунки в пакеті MATLAB	4
3	Розрахунок градієнта скалярної функції, дивергенції та ротора векторного поля в пакеті MATLAB	4
4	Побудова графіків в пакеті MATLAB	6
5	Випадкова функція	6
6	Основи програмування в MATLAB	4
Разом		28

8. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість Годин
		д.ф.
1	Еквіпотенціальні поверхні. Рівняння Пуассона	5
2	Вектор поляризації та поляризаційні заряди. Енергія зарядженого провідника	7
3	Робота струму. Сторонні сили, ЕРС	7
4	Закон Біо-Савара-Лапласа	5
5	Магнітна сприйнятливiсть	5
6	Густина енергії магнітного поля. Закон Фарадея у диференціальній формі	5
	Виконання індивідуального завдання	30
Разом		64

9. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Вид теоретичного завдання - тестування (Тест№1) в системі електронного забезпечення Moodle	Питання для підготовки: Закон збереження заряду. Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Теорема Гауса. Інтегральна теорема Гауса для вектора напруженості електричного поля. Теорема Гауса для напруженості електричного поля в диференціальній формі. Рівняння Пуассона	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	5
	Лабораторна робота №1 «Гرادієнт скалярної функції, дивергенція та ротор векторного поля»	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 1				10
2	Вид теоретичного завдання - тестування (Тест№2) в системі електронного забезпечення Moodle	Питання для підготовки: Діелектрики. Електричне поле в діелектрику. Діелектрична проникність та діелектрична сприйнятливість. Вектор електричної індукції. Провідники в електричному полі. Поверхневий розподіл заряду провідника. Електроємність конденсаторів.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	5
	Лабораторна робота №2 «Символьні розрахунки в пакеті MATLAB»	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 2				10
3	Вид теоретичного завдання - тестування (Тест№3) в системі електронного	Питання для підготовки: Сила струму. Рівняння неперервності заряду. Закон Ома в диференціальній формі.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10.	5

	забезпечення Moodle	Максвелівська релаксація. Робота струму. Правила Кірхгофа. Основні формули для розв'язку задач	Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	
	Лабораторна робота №3 «Розрахунок градієнта скалярної функції, дивергенції та ротора векторного поля в пакеті MATLAB»	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
	Усього за ЗМ 3			10
4	Вид теоретичного завдання - тестування (Тест№4)в системі електронного забезпечення Moodle	Призначення підсилювачів. Закон Ампера. Індукція магнітного поля. Сила Лоренца. Сила Ампера. Теорема Гауса для вектора індукції магнітного поля. Циркуляція вектора індукції магнітного поля.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань –10. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	5
	Лабораторна робота №4 «Побудова графіків в пакеті MATLAB»	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
	Усього за ЗМ 4			10
5	Вид теоретичного завдання - тестування (Тест№5)в системі електронного забезпечення Moodle	Питання для підготовки: Закон Ампера. Індукція магнітного поля. Сила Лоренца. Сила Ампера. Теорема Гауса для вектора індукції магнітного поля. Циркуляція вектора індукції магнітного поля.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	5
	Лабораторна робота №5 «Випадкова функція»	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату Anylogic завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
	Усього за ЗМ 5			10

6	Вид теоретичного завдання - тестування (Тест№6)в системі електронного забезпечення Moodle	Питання для підготовки: Явище електромагнітної індукції. Вихрове електричне поле. Енергія магнітного поля провідника з струмом. Явище магнітоелектричної індукції. Рівняння Максвела в інтегральній формі. Рівняння Максвела в диференціальній формі	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	5
	Лабораторна робота №6 «Основи програмування в MATLAB»	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 6				10
Усього за змістові модулі				60

10. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Екзамен	Тестування	Питання для підготовки завантажені на сайт системи Moodle ЗНУ. Тестування передбачає обмежену у часі відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 20. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	20
	Розв'язання задачі	Індивідуальне завдання з розрахунку градієнта скалярної функції, дивергенції та ротора векторного поля згідно свого варіанту	Задача складається з 2 практичних завдань, за кожне з яких студент може отримати до 10 балів, з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	20
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

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)		

11. Рекомендована література

Основна:

1. Ніконова А.О., Небеснюк О.Ю., НіконоваЗ.А. Спеціальні розділи електродинаміки.: метод. вказівки до лабораторних робіт. Запоріжжя: ЗНУ, 2021. 50с.
2. Мороз І.О. Основи електродинаміки. Магнітостатика: навчальний посібник (гриф МОН України лист №1/11-6715 від 21 липня 2010 р.) / І.О. Мороз. Суми: Видавництво «МаєДень», 2011. 162 с.
3. Коновал О. А. Основи електродинаміки : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О. А. Коновал; Міністерство освіти і науки України; Криворізький державний педагогічний університет. Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. 347с.
4. Мороз І.О. Основи електродинаміки. Електростатика: навчальний посібник (гриф МОН України лист №1/11-6714 від 21 липня 2010 р.) / Мороз І.О. Суми: Видавництво «МаєДень», 2011. 162 с.
5. Паначевний Б. І., Свєргун Ю. Ф. Загальна електротехніка, теорія і практикум. — К.: Каравела, 2004. 2. Колонгаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Електроніка і мікросхемотехніка. К.: Каравела, 2006
6. Чернишов П.М., Самсонов В.П., Чернишов М.П. Технічна електродинаміка [Текст]: навч. посібник для ВНЗ. Х: НТУ "ХПІ", 2006. 295 с. : іл. - ISBN 966-8690-50-8

Додаткова:

1. Amos Gilat, Vish Subramaniam. Numerical methods for engineers and scientists: an introduction with applications using MATLAB. 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc. 2014. p. 577.
2. Gilat A. MATLAB: An introduction with Applications. – John Wiley & Sons, 2004.
3. Панасенко М.В., Сенько Є.В., Юрченко М.М. Електроніка і мікросхемотехніка : Аналогові та імпульсні пристрої : Підручник для вчз. Харків : ФОЛІО, 2002, 7 прим.
4. Матвійків М. Д. Елементи та компоненти електронних пристроїв: Підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 496 с.
5. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи технічної електроніки: У 2 кн. Кн.2. Схемотехніка: Підручник. К.: Вища шк., 2007. 510 с.
6. Шокало В.М. Правда В.І., Усін В.А., Вунтесмері В.С., Грецьких Д.В. Електродинаміка та поширення радіохвиль [Текст]. Х.: ХНУРЕ, вид-во «Колегіум», 2009. 435 с.

Інформаційні ресурси:

1. Коновал О. А. Основи електродинаміки : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О. А. Коновал; Міністерство освіти і науки України; Криворізький державний педагогічний університет. Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. 347с.
URL: <https://usnd.to/5otS>
2. Жданов В.І., Пономаренко С.М., Долгошей В.Б. Класична електродинаміка: Збірник задач [Електронний ресурс]: навч. посібник ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 96с.
URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/35967/1/FTPProblems.pdf>
3. Жданов В.І. Класична теорія електромагнітного поля МІКРОСКОПІЧНА ТЕОРІЯ: навч. посібник[Електронний ресурс] ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 84с.
URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/18201/1/Zhdanov.pdf>
4. Інститут електродинаміки НАН України. Науково-прикладний журнал «Технічна електродинаміка». <http://www.techned.org.ua>
5. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/210>
6. Багацька О.В., Бутрим О.Ю., Колчигін М.М., Третяков О.О. Електродинаміка. Теорія поля : навчальний посібник / Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. 132с.
http://dspace.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/93/1/%d0%9b%d0%b5%d0%ba%d1%86%d0%b8%d0%b8_%d0%bc%d0%b8%d0%ba%d1%80%d0%be%d1%8d%d0%b4_ukr_last_last.pdf
7. All about Circuits (Electrical Engineering & Electronics Community) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.allaboutcircuits.com>
8. Electronics Tutorials (Basic Electronics Tutorials and Revision) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.electronics-tutorials.ws>

