

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА



Фізико-технічний факультет  
Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## Електродинаміка

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Освітня програма	Комп'ютерна фізика
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Галузь знань	10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “25” серпня 2022 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Електродинаміка
<b>Рівень вищої освіти</b>	бакалавр
<b>Викладач (-і)</b>	Доктор філософії, викладач кафедри фізики і хімії твердого тіла Яворський Ростислав Святославович; Кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики і хімії твердого тіла Возняк Орест Михайлович
<b>Контактний телефон викладача</b>	59-60-82
<b>E-mail викладача</b>	<a href="mailto:r.yavorskyi@pnu.edu.ua">r.yavorskyi@pnu.edu.ua</a> , <a href="mailto:orest.voznyak@pnu.edu.ua">orest.voznyak@pnu.edu.ua</a>
<b>Формат дисципліни</b>	Денна форма навчання
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
<b>Консультації</b>	1 год. на тиждень, ауд. 214
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Курс електродинаміки поряд із класичною та квантовою механікою є однією із основних дисциплін при підготовці фізиків, він покликаний поглибити знання з електродинаміки одержані в загальному курсі фізики, засвоїти математичний апарат класичної теорії поля та застосовувати загальні фундаментальні принципи теоретичної фізики.</p> <p>Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та релятивістської електродинаміки. Показано, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки (принаймні принципово). В курсі електродинаміки викладено і застосовано різні математичні методи дуже корисні не лише в електродинаміці, а й у інших розділах теоретичної фізики.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни “Теоретична фізика р. Електродинаміка” є поглибити знання з електродинаміки одержані в загальному курсі фізики, засвоїти математичний апарат класичної теорії поля і на його основі теорію електромагнітного поля Максвелла-Лоренца і релятивістську теорію електромагнітного поля. У ньому подано основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та релятивістської електродинаміки. Показано, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки.</p> <p>1.2. Основними завданням вивчення дисципліни “Теоретична фізика р. Електродинаміка” є подати основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та релятивістської електродинаміки. Показати, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу</p>	

адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки (принаймі принципово).

**Цілі:** Застосування основних законів ядерної фізики і фізики елементарних частинок до розв'язку конкретних задач.

**знати :**

- фундаментальні закони електромагнітного поля;
- основні положення електромагнітного поля у вакуумі;
- основні закони мікроскопічної електродинаміки;
- основні положення спеціальної теорії відносності та релятивістської електродинаміки;

**вміти :**

- вивести рівняння Максвелла у вакуумі та середовищі;
- вивести рівняння електромагнітного поля в потенціалах;
- записати варіаційний принцип для електромагнітного поля;
- сформулювати суть мультипольних розкладів електромагнітного поля;
- записати рівняння електродинаміки в релятивістському вигляді.

У результаті проведення практичних (семінарських) занять студенти повинні:

- знати: - основні поняття і закони ядерної фізики та фізики елементарних частинок;
- одиниці вимірювання фізичних величин ядерної фізики;
- основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок.

вміти: - розв'язувати основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок;

- переходити від одних одиниць вимірювання до інших;
- відібрати матеріал що може бути використаний при вивченні фізики в середній школі.

#### 4. Компетентності

##### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

##### **Загальні компетентності (ЗК)**

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

##### **Спеціальні (фахові) компетентності (СК)**

СК16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

СК22. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

СК25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

СК28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

#### 5. Програмні результати навчання

ПР01. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.

ПР02. Знати і розуміти фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій, та методи дослідження властивостей речовин і матеріалів.  
 ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.  
 ПР05. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.  
 ПР06. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії  
 ПР07. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.  
 ПР09. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.  
 ПР13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.

## 6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			40		
практичні заняття			38		
самостійна робота			102		
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий		
<b>6 - й</b>	<b>Фізика і астрономія</b>	<b>3 - й</b>	Нормативний		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Літерат ура	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Змістовий модуль 1.</b>					
Електродинаміка вакууму.					
<b>Тема 1.</b> Вступ. Заряди і електромагнітне поле. Експериментальні основи і математичне формулювання законів електродинаміки. Рівняння електродинаміки для зарядів і струмів у вакуумі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 2.</b> Система рівнянь Максвела для електромагнітного поля у вакуумі. Основна задача електродинаміки.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 4.</b> Електромагнітні потенціали. Рівняння для потенціалів. Градієнтна інваріантність. Розв'язок рівнянь Даламбера. Запізнюючі і випереджуючі потенціали.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 5.</b> Стаціонарне електричне поле. Рівняння Пуассона і його	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом

розв'язки. Поле на великій відстані від системи. Дипольні і квадрупольні моменти. Енергія електричного поля. Сили, що діють на систему зарядів у зовнішньому полі.					
<b>Тема 6.</b> Стационарне магнітне поле. Рівняння для векторного потенціалу. Мультипольні розклади. Енергія магнітного поля. Магнітний момент. Сили в магнітному полі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 7.</b> Вільне електромагнітне поле. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Хвильовий пакет. Енергія електромагнітних хвиль.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 8.</b> Теорія випромінювання. Потенціали, що випереджують і запізнюються. Поле на великій відстані від системи. Електричне дипольне випромінювання. Магнітне дипольне і електричне квадрупольне випромінювання. Сила променистого тертя.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 9.</b> Розсіювання електромагнітних хвиль зарядами. Диференціальний і повний переріз розсіювання. Формула Томсона.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Змістовий модуль 2.</b> Теорія відносності і макроскопічна електродинаміка	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 1.</b> Теорія відносності. Принцип причинності. Перетворення Лоренца і наслідки з них.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 2.</b> Чотиривимірні інтерпретація СТВ. 4-вектори і 4-тензори. Операції в 4-просторі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 3.</b> Релятивістська механіка вільної частинки. Функція дії. 4-вектор енергії-імпульсу.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 4.</b> Релятивістська коваріантність рівнянь електродинаміки. 4-потенціал. Тензор електромагнітного поля.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 5.</b> Канонічна форма для рівнянь поля. Тензор енергії-імпульсу електромагнітного поля.	лекція	[1 - 7]	2	2	За розкладом

<b>Тема 6.</b> Рівняння макроскопічної електродинаміки. Усереднення полів. Вектори поляризації і намагнічення. Граничні умови.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 7.</b> Електростатика провідників і діелектриків. Методи розв'язування електростатичних задач.: Енергія і сили, що діють на тіла у електростатичному полі. Постійний електричний струм. Сторонні сили. Закон Ома і Джоуля-Ленца. Струм в необмеженому середовищі	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 8.</b> Магнітне поле стаціонарних струмів. Енергія магнітного поля. Коефіцієнти індукції і самоіндукції. Квазістаціонарне електромагнітне поле і квазістаціонарні процеси. Скін-ефект.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 9.</b> Електромагнітні процеси в речовині. Заломлення і відбивання електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі в провідному середовищі. Хвилі у хвилеводах і резонаторах.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 10.</b> Поляризація середовища в змінному електромагнітному полі. Комплексна діелектрична проникність. Дисперсійні співвідношення. Дисперсія в системі гармонічних осциляторів. Дисперсія хвиль у провідниках та плазмі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Тема 11.</b> Нелінійна електродинаміка. Нелінійні середовища. Система ангармонічних осциляторів.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
<b>Практичні роботи.</b>					
<b>Тема 1.</b> Принцип суперпозиції полів для напруженості і потенціалу електричного поля.	практичне	[8 - 11]	2	4	за розкладом
<b>Тема 2.</b> Теорема Остроградського-Гауса і її застосування до розрахунку полів.	практичне	[8 - 11]	2	4	за розкладом
<b>Тема 3.</b> Диференціальне рівняння Пуассона і його застосування до розв'язку задач. Обернені задачі.	практичне	[8 - 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 4.</b> Енергія електростатичного поля. Пондеромоторні сили.	практичне	[8 - 11]	2	2	за розкладом

<b>Тема 5.</b> Поле на великій відстані від системи зарядів. Дипольний і квадрупольний моменти.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 6.</b> Статичне магнітне поле. Теорема Стокса. Рівняння для векторного потенціалу.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 7.</b> Енергія магнітного поля. Магнітний момент системи.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 8.</b> Електромагнітні хвилі. Геометрична оптика. Спектральні розклади.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 9.</b> Випромінювання електромагнітних хвиль. Енергія випромінювання.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 10.</b> Магнітний і електричний дипольні та електричні квадрупольні моменти системи зарядів, що рухаються.	практичне	[8 – 11]	2	4	за розкладом
<b>Тема 11.</b> Дипольне електричне та магнітне електричне квадрупольне випромінювання найпростіших систем. Антени.	практичне	[8 – 11]	4	4	за розкладом
<b>Тема 12.</b> Основи релятивістської механіки. Перетворення Лоренца. 4-вимірні інтерпретація перетворень Лоренца.	практичне		2	2	за розкладом
<b>Тема 13.</b> Релятивістська механіка.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 14.</b> Релятивістська електродинаміка. Перетворення полів. Принцип Гамільтона для поля.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 15.</b> Метод електричних зображень для задач електростатики провідників і діелектриків.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 16.</b> Постійний електричний струм.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 17.</b> Квазістаціонарний струм.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Тема 18.</b> Електромагнітні хвилі у речовині.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
<b>Самостійне опрацювання</b>					
<b>Тема 1.</b> Основні положення векторного числення.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 2.</b> Експериментальні основи електродинаміки	опрацювання	Д[1-5] Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 3.</b> Теорія пружності. Тензор напруг.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 4.</b> Зміст електромагнітних потенціалів.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 5.</b> Основні положення теорії рівнянь математичної фізики.	опрацювання		3		згідно розкладу

<b>Тема 6.</b> Фізичний зміст електростатичного потенціалу.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 7.</b> Приклади дипольних і квадрупольних систем.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 8.</b> Орієнтуюча дія електростатичного поля.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 9.</b> Приклади магнітних диполів.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 10.</b> Орієнтуюча дія постійного магнітного поля.	опрацювання	Д[1-5]	4		згідно розкладу
<b>Тема 11.</b> Поляризація електромагнітних хвиль.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 12.</b> Ряди Фур'є. Спектральні розклади.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 13.</b> Застосування випереджувальних систем.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 14.</b> Приклади дипольних випромінювальних систем.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 15.</b> Приклади магнітних дипольних випромінювальних систем.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 16.</b> Закон збереження рухомого електричного заряду.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 17.</b> Закон збереження рухомого електричного заряду. Принцип відповідності.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 18.</b> Класичний радіус електрона.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 19.</b> Експериментальні основи СТВ.	опрацювання	Д[1-5]	4		згідно розкладу
<b>Тема 20.</b> Тензорне числення.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 21.</b> Класична і релятивістська області.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 22.</b> Інваріантність і коваріантність фізичних величин.	опрацювання	Д[1-5]	4		згідно розкладу
<b>Тема 23.</b> Дія за Гамільтоном.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 24.</b> Періодичні граничні умови.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 25.</b> Фізичний зміст компонент тензора електромагнітного поля	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 26.</b> Реліктове випромінювання. Темна енергія та темна матерія.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 27.</b> Принципи вимірювання індукції та напруженості.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 28.</b> Температурна залежність діелектричної проникності.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу

<b>Тема 29.</b> Пондеромоторні сили.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 30.</b> Індуктивність.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 31.</b> Температурна залежність магнітної проникності.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 32.</b> 32.Телеграфні рівняння.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 33.</b> Зміст уявної частини діелектричної проникності.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 34.</b> Види хвиль у хвилеводах.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу
<b>Тема 35.</b> Нормальна і аномальна дисперсія.	опрацювання	Д[1-5]	3		згідно розкладу

### 7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p>Загальна система оцінювання курсу накопичувальна бально-рейтингова, що передбачає оцінювання студентів за видами аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямованої на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, рубіжний (модульний), підсумковий контроль. Підсумковий контроль здійснюється письмово, письмово-усно або в тестовій формі.</p> <p>Критерії оцінювання знань студентів зі всіх видів робіт на протязі семестру наведені в таблиці 1 а відомістю, в яку виставляються оцінки рубіжного контролю знань, є таблиця 2. Перший модуль здається, як і перші контрольні роботи виконуються після вивчення перших тем програми. Другий модуль здається і другі контрольні роботи виконуються після вивчення решти тем програми.</p>
Вимоги до письмової роботи	Письмова робота з будь-якого виду занять, повинна бути належним чином оформлена, повинна містити умову поставленого завдання (задачі), пояснення, рисунки, формули, графіки тощо.
Практичні заняття	При оцінці роботи студента на практичному занятті враховується: розуміння студентом теоретичного матеріалу, пов'язаного з темою, яка обговорюється на занятті, вміння теоретично обґрунтовувати хід розв'язку задачі, вміння викладати свої думки письмово (у випадку письмової роботи), правильність і послідовність викладання своїх думок (розв'язку задачі), самостійно висловлювати ідеї і вміння відстоювати їх, вміння застосовувати теоретичні положення теми до розв'язку конкретних задач, застосування ілюстрацій (презентацій) впродовж доповіді на семінарі, участь (активність) студента при розв'язку задач та в дискусії при обговоренні питань на семінарі.
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю (екзамену), якщо він впродовж семестру за змістові модулі сумарно набрав 25 і більше балів. В противному випадку студенту у екзаменаційній відомості робиться запис «не допущений».

## 8. Політика курсу

### Політика курсу

Розділ курсу теоретична фізика “Електродинаміка” є одним із базових курсів фізики. При його вивченні використовуються знання одержані при вивченні курсів математики, математичних методів фізики та попередніх розділів теоретичної фізики. Враховано також, що при вивченні цього розділу необхідні додаткові розділи математики, як то теорія узагальнених функцій, операційне числення. тощо Тому на ці моменти у цьому курсі звернута особлива увага.

### Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення слід формулювати в коректній формі. Неприпустимими є підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо).

## 9. Рекомендована література

### Методичне забезпечення

1 Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.

### Базова

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. т.2 Теория поля. М.Наука, 1973.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. т.8. Электродинамика сплошных сред. М. Наука, 1983.
3. Бредов М.М., Румянцев В.В. Классическая электродинамика. М. Наука, 1985.
4. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. М. Наука, 1980.
5. Левич В.Г. Курс теоретической физики.т.1. М. Наука, 1969.
6. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Електродинаміка. К. Вища школа, 1992.
7. Сугаков В.Й. Теоретична фізика. Електродинаміка. К. Вища школа, 1974.
8. Измайлов С.В. Курс электродинамики М. Учпедгиз, 1962.
9. Гречко А.Г. и др. Сборник задач по теоретической физике. М. Высшая школа,1984.
10. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. М. Наука, 1977.
11. Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.

### Допоміжна

1. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М. Наука, 1965.
2. Новожилов Ю.В., Яппа Ю.А. Электродинамика. М. Наука, 1978.
3. Мултановский А.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика. М. Просвещение, 1990.
4. Савельев И.В. Основы теоретической физики.т.1. М. Наука, 1991.
5. Векштейн Е.Г. Сборник задач по электродинамике. М. Высшая школа,1966.

**Викладачі**

**Яворський Р.С.  
Возняк О.М.**