

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-технічного
факультету

доц. Йолана ГОЛИК

2025р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Вакуумна і плазмова електроніка

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Електронні системи
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма з навчальної дисципліни «Вакуумна і плазмова електроніка» для студентів 2-го курсу кафедри електронних систем освітнього ступеня бакалавр за напрямом підготовки освітньої програми «Електронні системи» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка.


“ 22 ” _05_ 2025 року – 12 с.

Розробники: к.ф.-м.н., доцент кафедри електронних систем Тарас ЗАЯЦЬ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електронних систем

Протокол від „22” 06 2025 року № “10”

Завідувач кафедри електронних систем

 доц. Тарас ЗАЯЦЬ

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету

Протокол від „ 27 ” 06 2025 року № “06”

Голова науково-методичної комісії  доц. Володимир ЦИГИКА

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,5	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 105	2	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,0	2	-
	Лекції (год.)	
	34	
	Лабораторні (год.)	
Вид підсумкового контролю: залік	Самостійна робота (год.)	
	12	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота (год.)	
	74	

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни — вивчення фізичних основ пристроїв, принципу дії основних характеристик та параметрів, моделей та функціональних можливостей електронних вакуумних та плазмових приладів, основних положень теорії надійності приладів, природи виникнення та особливостей їх власних шумів та завад.

Завдання дисципліни — вивчити і набути навиків використовувати теоретичні знання для розгляду фізичних явищ у повних електровакуумних та плазмових пристроях, проводити дослідження і вміти обробляти отримані дані.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати :

- фізичні явища та закони, що лежать в основі роботи пристроїв вакуумної та плазмової електроніки;

- принципи роботи пристроїв вакуумної та плазмової електроніки;
- основні характеристики та параметри пристроїв вакуумної та плазмової електроніки;
- галузі використання найтипівіших сучасних електронних приладів;
- функціональні можливості сучасних електронних приладів;
- природу виникнення та особливостей їх власних шумів та завад.

На основі отриманих теоретичних знань студент повинен вміти:

- використовувати теоретичні знання для розгляду фізичних явищ у пристроях;
- встановлювати зв'язок між фізичними величинами;
- проводити дослідження, обробляти дані, узагальнювати результати;
- розробляти прилади і пристрої різного призначення з урахуванням технології, економічної ефективності, конструкторського рішення, області використання.

Курс «Вакуумна і плазмова електроніка» є складовою частиною дисциплін по підготовці спеціалістів по спеціальності “Електронні пристрої та системи” з напрямку електроніка.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формування у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електроніки.
----------------------------	--

Загальні компетентності	ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки. СК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки. СК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки. СК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Вакуумна і плазмова електроніка» є опанування навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП) першого ступеня (бакалавр) за спеціальністю 171 Електроніка.

Шифр НД за ОП	Назва навчальної дисципліни
ОК6	Вища математика
ОК8	Фізика

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми дисципліни «Вакуумна і плазмова електроніка», вивчення дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачем вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.	ПРН1
Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла.	ПРН3
Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схмотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.	ПРН4
Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.	ПРН5
Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.	ПРН6

Аналізувати складні цифрові та аналогові інформаційно-вимірювальні системи з розширеною архітектурою комп'ютерних та телекомунікаційних мереж з урахуванням специфікації вибраних технічних засобів електроніки та відповідної технічної документації.	ПРН7
Визначати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів при розробці у комп'ютерному середовищі нових складних електронних систем та виборі оптимального рішення.	ПРН8
Розробляти технічні засоби для побудови та діагностування технічного стану електронних пристроїв та систем, організовувати та проводити плановий та позаплановий ремонт, налагодження та переналагодження електронного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.	ПРН10
Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення; відповідати вимогам гнучкості в подоланні перешкод та досягненні мети, раціонального використання та нормування часу, дисциплінованості, відповідальності за свої рішення та діяльність.	ПРН13
Виявляти навички самостійної та колективної роботи, лідерські якості, організовувати роботу за умов обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.	ПРН15
Застосовувати розуміння теорії стохастичних процесів, методи статистичної обробки та аналізу даних при розв'язанні професійних завдань.	ПРН16
Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики	ПРН17
Застосовувати методи математичного моделювання і оптимізації електронних систем для розробки автоматизованих та роботизованих виробничих комплексів.	ПРН18

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

- усне опитування під час лекцій та допуску до виконання лабораторних робіт;
- письмове опитування (проміжкові контрольні роботи по модулям);
- підсумковий контроль засвоєння модулів здійснюється по рейтинговій оцінці за стобальною шкалою з урахуванням оцінок по окремим модулям;
- проведення заліку.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- здійснюється опитуванням;
- контролем самопідготовки до практичних занять;
- контролем за ходом виконання індивідуальних завдань;
- контролем самостійної роботи.

Форма модульного контролю:

- контроль знань здійснюється за двома модулями;
- кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів.

Форма підсумкового семестрового контролю:

- в кінці вивчення дисципліни виводиться рейтинговий бал;
- враховується якість виконання індивідуальних завдань;
- проводиться залік.

Контроль знань здійснюється за двома модулями. Для контролю знань розроблений перелік теоретичних питань, завдання для самостійної роботи, зі змістом яких студенти знайомляться на початку семестру. Кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів. В кінці вивчення дисципліни виводиться рейтинговий бал, який визначається як середньоарифметичне балів з 2 модулів.

Розподіл балів, які отримують студенти за модуль наведені в таблицях:

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

Поточне оцінювання та самостійна робота			Письмова контрольна робота	Сума
Змістовний модуль 1				
Тема 1-3	Тема 4-6	Тема 7-9		
20	20	20	40	100

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

Поточне оцінювання та самостійна робота			Письмова контрольна робота	Сума
Змістовний модуль 2				
Тема 10-12	Тема 13-15	Тема 16-18		
20	20	20	40	100

Вид діяльності Здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)
Презентація	3	5	3	5
Реферат	3	5	3	5
Практичні заняття (виконання та захист)	5	10	4	10
Модульна контрольна робота	1	20	1	30
Разом		100		100

Критерій оцінювання модульної контрольної роботи

При оцінюванні модульної контрольної роботи враховується обсяг і правильність виконаних завдань:

- оцінка «відмінно» ставиться за правильне виконання всіх завдань;
- оцінка «добре» ставиться за виконання 75% усіх завдань;

- оцінка «задовільно» ставиться, якщо правильно виконано більше 50% запропонованих завдань;
- оцінка «незадовільно» ставиться, якщо завдань виконано менше від 50%.
Неявка на модульну контрольну роботу - 0 балів.

Ці оцінки трансформуються у рейтингові бали у такий спосіб:

“5” – 40 балів;

“4” – 30 балів;

“3” – 20 балів;

“2” – 10 балів;

Неявка на МКР - 0 балів.

Критерій оцінювання підсумкового семестрового контролю

До складання заліку допускаються лише студенти, які мають рейтинговий бал не менше 35 і виконали індивідуальні завдання(презентації). Залік з навчальної дисципліни студент може не скласти, якщо він склав усі модулі та його влаштовує рейтингова оцінка. Студенти, які мають рейтинговий бал від 35 до 59 залік складають обов'язково. Студент може підвищити на заліку оцінку, при цьому рейтингова оцінка не може бути зменшена.

За результатами виконання студентом навчальної програми впродовж семестру рекомендується виставляти заліки без додаткового опитування за такою шкалою:

Шкала оцінювання: вузу (ECTS та національна)

Сумарні бали	Оцінка ECTS	Залік	Вимоги до якості знань
90 – 100	A	Зараховано	Вищий рівень: студент глибоко і в повному обсязі засвоїв програмний матеріал,грамотно, вичерпно та логічно викладає його в усній або письмовій формі; при цьому знає рекомендовану літературу, виявляє творчий підхід і правильно обґрунтовує прийняті рішення, добре володіє різноманітними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, відмінно виконує текстові та графічні матеріали.
82 – 89	B		Середній рівень: студент знає програмний матеріал, грамотно,викладає його в усній або письмовій формі; припускаючи неточність у доказах, трактовці понять та категорій, при цьому володіє необхідними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, добре виконує текстові та графічні матеріали.
74 – 81	C		Достатній рівень: студент знає тільки основний програмний матеріал, припускає неточності, недостатньо чіткі формулювання, непослідовність у викладанні відповідей у усній або письмовій формі, при цьому невпевнено володіє вміннями та навичками виконання практичних задач, задовільно виконує текстові та графічні матеріали.
64 – 73	D		
60 – 63	E		

35 – 59	FX	Незараховано з можливістю повторного складання	Недостатній рівень: студент не володіє основним програмним матеріалом, допускає грубі помилки, які свідчать про нерозуміння матеріалу, у розрахунках отримані невірні результати, на запитання дає неправильні відповіді, припускає принципові помилки у доказах, трактовці понять та категорій; не володіє основними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, потрібна додаткова навчальна робота з дисципліни.
1 – 34	F	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незадовільний рівень: студент не розуміє і не орієнтується у матеріалі, володіє основним програмним матеріалом, розрахунки не проводить до кінця; не дає відповіді на запитання; потрібний повторний курс вивчення дисципліни.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни.

Модуль 1. „Вакуумна та плазмова електроніка. Пристрої вакуумної електроніки”

Тема 1. Вступ до предмету. Поняття вакууму. Початок наукового етапу розвитку вакуумної техніки.

Вимірювання тиску Е. Торрічеллі. Отримання вакууму Р.В.Бунзенем. Перший електровакуумний прилад – лампочка Лодигіна. Відкриття Т.А. Едісоном термоелектронної емісії; відкриття Г.Р.Герцем фотоелектричного ефекту; відкриття О.Г. Столетовим першого закону фотоелектричного ефекту. Виготовлення перших вакуумних діодів Д.А. Флемінгом, та тріодів Лі де Форестом. Система телебачення Б.Л.Розінга, вакуумна електронно-променева трубка Брауна, та передавальна трубка С.І.Катаєва.

Тема 2. Загальна фізична модель приладу вакуумної електроніки.

Еміттер електронів. Континуальне середовище (вакуум). Пристрої управління електронними потоками, які формують інформаційний сигнал. Детектори інформаційних сигналів.

Тема 3. Фізика і техніка вакууму.

Властивості вакууму. Функція розподілу Максвелла атомів (молекул) за швидкостями; енергіями. Довжина вільного пробігу. Одиниці виміру тиску та співвідношення між ними. Середньоарифметична, середньоквадратична та найбільш імовірна швидкість. Типи вакууму (низький, середній та високий вакуум). Критерій Кнудсена.

Тема 4. Методи створення вакууму.

Видалення газу із відкачуваного (відпомповуваного) об'єму. Зв'язування газів за рахунок конденсації при низьких температурах, або за рахунок зв'язування молекул на стінках об'єму спеціальними матеріалами. Різні типи pomp (насосів) і величина вакууму, яка досягається за їх допомогою.

Тема 5. Методи вимірювання вакууму.

Гідростатичні U-подібні вакуумметри та принцип їх роботи. Теплові перетворювачі (термопарні, перетворювачі опору), та принцип їх роботи. Градування теплових перетворювачів. Різні типи pomp (насосів) і величина вакууму, яка досягається за їх допомогою. Електронні іонізаційні вакуумметри. Градування іонізаційного манометра.

Тема 6. Методи пошуку витоків.

Манометричний метод. Манометричні перетворювачі. Мас-спектрометричний метод.

Тема 7. Вакуумна електроніка. Електронна емісія.

Термоелектронна емісія. Рівняння Річардсона-Дешмена. Фотоелектронна емісія. Рівняння фотоелектричного ефекту. Вторинна електронна емісія. Енергетичний спектр вторинних електронів. Кінетична іонно-електронна емісія. Емісія гарячих електронів. Екзоелектронна

емісія.Автоелектронна емісія. Потенціальна іонно-електронна емісія.

Тема 8. Емітери вільних електронів.

Електронна гармата. Первеанс.Гармата Пірса. Формування аксіально-симетричного електронного потоку. Інші емітери вільних електронів.

Тема 9. Керування (управління) потоком електронів полями.

Рух електрона в однорідних полях. Рух електрона в електростатичному полі.Однорідне магнітне поле і рух електрона в ньому.Рух електронів в перехресних електричному і магнітному полях.

Модуль 2. „Вакуумна та плазмова електроніка. Пристрої управління електронними променями.”

Тема 10. Пристрої управління електронними променями (пучками).

Електростатична відхиляюча система.Управління з допомогою електронної оптики.Управління з допомогою магнітної оптики.

Тема 11. Управління швидкістю електронів.

Резонаторні методи швидкісної модуляції електронів. Нерезонансні пристрої швидкісної модуляції.

Тема 12. Детектування і перетворення енергії електронного потоку.

Наведення струму при русі електронів у вакуумі.Відбір енергії від електронного потоку.Процеси взаємодії електронів з речовиною детектора.

Тема 13. Прилади і пристрої вакуумної електроніки.

Класифікація пристроїв вакуумної електроніки.Електронні лампи та їх типи. Електровакуумні мікролампи.

Тема 14. Прилади та пристрої НВЧ- електроніки.

Електронні лампи НВЧ.Клістроли.Лампи біжучої хвилі.Лампи оберненої хвилі.Магнетрони.

Тема 15. Електронно-променеві прилади.

Прилади типу "сигнал – світло".Прилади типу "світло – сигнал".Прилади з накопиченням заряду. Прилади без накопичення заряду.Прилади типу "сигнал – сигнал".Прилади типу "світло – світло".

Тема 16. Фотоелектронні прилади.

Вакуумні фотоелементи.Фотоелектронні помножувачі.

Тема 17. Плазмова електроніка.

Основні поняття плазмової електроніки.Електричний розряд в газах.Процеси в плазмі.Випромінювання плазми.Діагностика плазми.

Тема 18. Прилади і пристрої плазмової електроніки.

Іонні прилади. Іонні прилади обробки і відображення інформації.Холоднокристалльні пристрої відображення інформації.Тенденції розвитку вакуумної та плазмової електроніки

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
	126	36	-	24	-	66	-	-	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. „Вакуумна та плазмова електроніка”.												
Тема 1. Вступ до предмету. Поняття вакууму.Початок наукового етапу розвитку вакуумної техніки.	4	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-

Тема 2. Загальна фізична модель приладу вакуумної електроніки.	4	2				2						
Тема 3. Фізика і техніка вакууму.	6	2	2			2						
Тема 4. Методи створення вакууму.	4	2				2						
Тема 5. Методи вимірювання вакууму.	4	-				4						
Тема 6. Методи пошуку витоків.	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Вакуумна електроніка. Електронна емісія.	6	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Емітери вільних електронів.	6	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Керування (управління) потоком електронів полями.	4	2	-		-	2						
Разом за змістовим модулем 1	62	16	8		-	32	-	-	-	-	-	-
Модуль 2												
Змістовий модуль №2 „Вакуумна та плазмова електроніка”.												
Тема 10. Пристрої управління електронними променями (пучками).	2											
Тема 11. Управління швидкістю електронів.	2											
Тема 12. Детектування і перетворення енергії електронного потоку.	2											
Тема 13. Прилади і пристрої вакуумної електроніки.	4	2				2						
Тема 14. Прилади та пристрої НВЧ-електроніки.	4	2				2						
Тема 15. Електронно-променеві прилади.	4	2				2						
Тема 16. Фотоелектронні прилади.	8	4	2			4						
Тема 17. Плазмова електроніка.	8	4	2			4						

Тема 18. Прилади і пристрої плазмової електроніки.	4	2										
Тема 19. Перспективи розвитку вакуумної та плазмової електроніки.	8	4	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	64	32	8			32	-	-	-	-	-	-
Усього годин	126	48	16	-		64	-	-	-	-	-	-

6.2. Тематичний план лабораторних занять

№п/п	Тема	Кількість годин
МОДУЛЬ 1. ВАКУУМНІ ПРИСТРОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ		
1	Вивчення вакуумного діода і визначення питомого заряду електрона.	4
2	Зняття характеристик і визначення параметрів трьохелектродних ламп.	4
3	Вивчення роботи електронно-променевої трубки.	4
МОДУЛЬ 2. ПРИСТРОЇ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОННИМИ ПРОМЕНЯМИ		
4	Вивчення релаксаційних коливань у схемі з неоновною лампою.	4
5	Вивчення роботи тиратрона.	4
6	Вивчення роботи підсилювача низької частоти на опорах.	4
	Разом:	24

6.3. План самостійної та індивідуальної роботи

МОДУЛЬ 1. ВАКУУМНІ ПРИСТРОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

№п/п	Тема	Кількість годин	
		СРС	ІРС
1	Підготовка до лабораторних занять – теоретична підготовка та засвоєння практичних навичок.	10	-
2	Опрацювання питань, які не входять до плану аудиторних занять, але необхідні для виконання лабораторних робіт.	10	-
3	Підготовка до підсумкового контролю засвоєння модуля 1.	12	
4	Підсумковий контроль модуля 1.		-
	Разом	32	-

МОДУЛЬ 2. ЗОВНІШНІ ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ ЇХНЬОГО КОНТРОЛЮ Й УПРАВЛІННЯ

№п/п	Тема	Кількість годин	
		СРС	ІРС
1	Підготовка до лабораторних занять – теоретична підготовка та засвоєння практичних навичок.	10	-
2	Опрацювання тем, які не входять до плану аудиторних занять, але необхідні для виконання індивідуальних курсових проектів.	12	-
3	Підготовка до підсумкового контролю засвоєння модуля 2.	12	

4	Підсумковий контроль модуля 2.		-
	Разом	34	-

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

Комп'ютерний клас.

Програми: Simulink, VisSim, LabSim. Proteus, AVR Studio, WinAVR, MicroBasic, MicroPascal, AVR Builder

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Методичне забезпечення:

1. Заяць Т.М. „Електровакуумні та іонні прилади”. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів інженерно-технічного факультету спеціальності електронні системи з курсу „Вакуумна та плазмова електроніка” – Ужгород: УжНУ, 2008. – 60 с.
2. Інформаційні, дидактичні та ілюстративні матеріали.
3. Друкований роздатковий матеріал.

Основна література:

1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. – С.пб.: ЛАНЬ, 2004,. – 464с.
2. Розенберг Н. М. Фізичні основи електроніки. Київ: Радянська школа, 1970.-280с.
3. Жеребцов И.П. Основы электроники. Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 352с.
4. Сенкевич О.А., Стаханов И.П. Физика плазмы. М.: Высшая школа, 1991.-286с.
5. Гапонов В.Л. Электроника. Часть 1 и 2. – М.: Физматгиз, 1960. – 516с.
6. Власов В.А. Электронные и ионные приборы. – М.: Связьиздат, 1960. – 739с.
7. Виноградов Ю.В. Основы электронной и полупроводниковой техники. – М.: Энергия, 1968. 214с.
8. Батушев В.А. Электронные приборы. – М.: Высшая школа, 1980. – 383с.
9. Дулин В.Н. Электронные приборы. – М.: Энергия, 1977. – 423с.
10. Жлебников Н.Н. Электронные приборы. – М.: Связь, 1964. – 520с.
11. Б.О. Полежаев, В.Р. Колбунов, Т.А. Прокоф'єв, В.О. Макаров. Емісійна електроніка. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. — 28с.
12. Б.О. Полежаев, В.Р. Колбунов, Т.А. Прокоф'єв, В.Є. Груздов. Вакуумна електроніка. 1 частина. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. — 5 с.
13. Б.О. Полежаев, В.Р. Колбунов, Т.А. Прокоф'єв, В.Є. Груздов. Вакуумна електроніка. 2 частина. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. — 51с.

Додаткова література:

1. Щука А.А. Электроника. – Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2005. – 950с.
2. Морозова И.Т. Фізика електронних приборів. – М.: Атомиздат, 1980. – 324с.
3. Дулин В.Н. Электронные приборы. – М.: Энергоатомиздат, 1977. – 424с.
4. Терехов В.А. Задачник по электронным приборам. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 116с.
5. Поп С.С., Шароді І.С. Фізична електроніка. – Львів: Євросвіт, 2001. – 250с.

Інтернет ресурси:

1. https://stud.com.ua/166288/tehnika/elektronika_chastina_1_vakuumna_ta_plazmova_elektronika
2. <https://ee.kpi.ua/uk>
4. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30092>
5. <https://www.twirpx.com/file/131021/>
6. https://stud.com.ua/166298/tehnika/vakuumna_elektronika