

ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ПОГОДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Віктор ЛИТВИНЕНКО
" 30 " серпня 2024 року

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Микола ВОЛОШИН
Протокол засідання кафедри
ГТБВтаЕІ ХДАЕУ
від " 30 " серпня 2024 року №1

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Силові напівпровідникові перетворювачі

Назва навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Освітня програма – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Кропивницький – 2024

1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни	Силові напівпровідникові перетворювачі
Факультет	Архітектури та будівництва
Назва кафедри	гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії
Викладач	Литвиненко Віктор Миколайович, кандидат технічних наук, доцент; кафедра гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії ХДАЕУ; наукові інтереси - дослідження і розробка технологій напівпровідникових структур і їх застосування для створення електронних приладів.
Контактна інформація	моб.тел. +38-095-873-23-03; моб.тел. +38-095-873-23-03; e.mail – lytvynenko_v@ksaeu.kherson.ua; e.mail кафедри – kaf_gtb@ksaeu.kherson.ua
Графік консультацій	Вівторок, четвер – з 15 ⁰⁰ до 17 ⁰⁰ ; можливі онлайн консультації, для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача
Програма дисципліни	Змістова частина 1. Силові напівпровідникові прилади Тема1. Силова електроніка в енергетиці Концепції розвитку. Силова електроніка в перетворювальних системах. Силові електронні пристрої в системах електропостачання. Тема 2. Силові діоди та тиристори Особливості конструкцій силових діодів. Вольт-амперна характеристика напівпровідникового діода. Основні види силових напівпровідникових діодів. Силові випрямляючі діоди. Електричні параметри силового випрямляючого діода. Галузі застосування силових діодів. Особливості конструкції силових тиристорів. Вольт-амперна характеристика тиристора. Основні електричні параметри тиристорів. Різновиди силових тиристорів і їх особливості. Галузі застосування силових тиристорів. Тема 3. Силові транзистори Біполярні та польові транзистори. Особливості конструкції силових біполярного та польового силових тиристорів. Силовий біполярний транзистор Bipolar Power Transistor. Силовий польовий транзистори з ізольованим затвором Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor. Силові статичні польові транзистори з вертикальним каналом провідності Static Induction Transistor. Гібридні транзистори, що поєднують властивості як біполярного, так і польового транзистор. Галузі застосування силових транзисторів. Змістова частина 2. Напівпровідникові перетворювачі електричної енергії Тема 4. Некеровані та керовані випрямляючі пристрої. Інвертори

	Одно- та багатофазні випрямлячі. Класифікація випрямлячів, їх устрій, принцип дії, основні параметри. Однопівперіодний однофазний випрямляч. Двопівперіодний однофазний випрямляч з виводом нульової точки трансформатора. Мостова схема випрямляча. Трифазні випрямлячі. Керовані випрямлячі з активним і активно-індуктивним навантаженням. Інвертори. Устрій та принцип дії веденого мережею інвертора. Тема 5. Регулятори напруги та перетворювачі частоти Схеми регуляторів змінної напруги: широтно-імпульсне регулювання; фазове регулювання. Перетворювачі частоти змінного струму. Робота перетворювача частоти у випадках активного та активно – індуктивного навантаження. Системи управління вентилями перетворювачами. Тема 6. Автономні перетворювачі електричної енергії Імпульсні регулятори постійної напруги. Скважність та коефіцієнт заповнення. Широтно-імпульсне та частотно-імпульсне регулювання вихідної напруги регулятора. Імпульсні одноканальні перетворювачі постійної напруги. Схеми автономних інверторів напруги та струму. Робота інвертора напруги у випадках активного та активно – індуктивного навантаження.
Мова викладання	українська

2. Анотація курсу

Анотація курсу	Навчальна дисципліна «Силові напівпровідникові перетворювачі» вивчається здобувачами вищої освіти за освітньою програмою другого магістерського рівня спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» на 1 курсі у 1 семестрі. Дисципліна «Силові напівпровідникові перетворювачі» є наукою, що вивчає загальну структуру силових напівпровідникових пристроїв, їх елементну базу і основні параметри. Також розглядається схемотехніка, принцип дії і керування більшої частини сучасних силових напівпровідникових перетворювальних пристроїв, що використовуються в електроенергетиці.
Інформаційний пакет дисципліни	1. Конспект лекцій з курсу “Силові напівпровідникові перетворювачі”, ХДАЕУ, 2024, (укладач: Литвиненко В.М.). 2. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу “Силові напівпровідникові перетворювачі”, ХДАЕУ, 2024, (укладач: Литвиненко В.М.). 3. Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів з курсу “Теоретичні основи електротехніки”, ХДАЕУ, 2024, (укладач: Литвиненко В.М.). 4. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу "Силові напівпровідникові перетворювачі", ХДАЕУ, 2024 (укладач: Литвиненко В.М.).

3. Мета та завдання курсу

Мета викладання дисципліни	Формування у студентів сучасного рівня знань, умінь і навичок використання сучасної елементної бази та пристроїв силової напівпровідникової техніки.
-----------------------------------	--

Завдання вивчення дисципліни	Вивчення функцій та принципів роботи приладів та пристроїв перетворювальної техніки; взаємодії перетворювальних пристроїв, об'єктів силової електроніки з іншими об'єктами енергетичних систем; освоєння методик вимірювання основних параметрів та характеристик приладів та пристроїв силової електроніки; освоєння методів розрахунку вторинних джерел електроживлення.
-------------------------------------	--

4. Програмні компетентності та результати навчання

Компетентності здобувача вищої освіти, сформовані в результаті вивчення курсу	
Загальні	ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК-2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК-3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК-5. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності. ЗК-6. Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК-7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями. ЗК-8. Здатність виявляти та оцінювати ризики. ЗК-9. Здатність працювати автономно та в команді. ЗК-10. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.
Спеціальні (фахові)	ФК-1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК-2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК-3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК-5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК-6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. ФК-7. Здатність демонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. ФК-8. Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. ФК-9. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. ФК-11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.

	ФК-12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електро-енергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів. ФК-15. Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.
Програмні результати навчання (ПР)	
ПРН	ПРН-1. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем. ПРН-2. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні. ПРН-3. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН-5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах. ПРН-7. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН-8. Враховувати правові та економічні аспекти наукових досліджень та інноваційної діяльності. ПРН-9. Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності. ПРН-10. Презентувати матеріали досліджень на міжнародних наукових конференціях та семінарах, присвячених сучасним проблемам в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН-11. Обґрунтовувати вибір напряму та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН-12. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН-13. Брати участь у сумісних дослідженнях і розробках з іноземними науковцями та фахівцями в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН-15. Поєднувати різні форми науково-дослідної роботи і практичної діяльності з метою подолання розриву між теорією і практикою, науковими досягненнями і їх практичною реалізацією. ПРН-16. Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності. ПРН-17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН-19. Виявити проблеми і ідентифікувати обмеження, що пов'язані з проблемами охорони навколишнього середовища, сталого розвитку, здоров'я і безпеки людини та оцінками ризиків в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

	ПРН-20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.
--	--

5. Місце навчальної дисципліни у структурі освітньої програми

Рік викладання	2024-2025 н.р.
Семестр	1
Курс	1
Обов'язкова компонента / Вибіркова компонента	Обов'язкова компонента ОК4
Пререквізити	Знання з дисципліни забезпечуються наступними навчальними дисциплінами спеціальності: „Вища математика”, „Фізика з основами радіоелектроніки”, „Теоретичні основи електротехніки”, „Основи електроніки”.
Постреквізити	Знання з основних розділів дисципліни забезпечують подальше вивчення таких дисциплін: „Електромагнітна сумісність в системах електропостачання”, „Техніка високих напруг”, „Надійність систем електропостачання”, „Енергетичний менеджмент”, „Науково-дослідна практика”, “Переддипломна практика”, “Виконання кваліфікаційної роботи та атестація здобувачів вищої освіти”.

6. Обсяг курсу на поточний навчальний рік

Кількість кредитів / годин	3,0/90 год.
Лекції	10 год.
Практичні / Семінарські	10 год.
Лабораторні	10 год.
Самостійна робота	60 год.
Форма підсумкового контролю	1 семестр - екзамен

7. Технічне та програмне забезпечення / обладнання

Технічне та програмне забезпечення	Доступ до мережі Internet, точка доступу Wi-Fi; OS: Windows, Android, iOS; Програмне забезпечення: Word, Excel, PowerPoint; Zoom, Google Meet, AutoCAD, ArcGis, Digital; Система електронного навчання Moodle. Комп'ютерне забезпечення під час демонстрування презентацій. Під час виконання лабораторних робіт використовується комп'ютерна програма Electronic Workbench.
Обладнання	Лабораторні роботи виконуються в лабораторія електромагнетизму та радіоелектроніки. При виконанні лабораторних робіт використовується пристрої та прилади: 1. Однофазний некерований випрямляч. 2. Трифазний випрямляч з нульовим виводом трансформатора. 3. Установка вимірювання ВАХ напівпровідникових діодів ЩХМ2.050.097. 4. Установка вимірювання ВФХ напівпровідникових діодів ІЕД-1-1000. 5. Осцилограф типу С55. 6. Магазин ємностей. 7. Мультиметр М832 - 5 шт. 8. Напівпровідникові діоди типу 2Д 503А; типу VS-40HF60. 9. Тиристри Т122-32-6.

	10.Стабілітрони КС520. 11.Джерело струму ВС-4.
--	--

8. Політика курсу

Загальні вимоги	Здобувачі вищої освіти повинні планомірно та систематично засвоювати навчальний матеріал. Активно працювати під час практичних та лабораторних занять, повною мірою долучатись до активних форм навчання. Заохочується робота у науковому гуртку «Актуальні проблеми електроніки та електроенергетики», підготовка тез доповідей та участь у конференціях, підготовка та публікація наукових статей, участь у конкурсах наукових робіт та інше.
Політика щодо дедлайнів і перескладання	Письмові роботи, надані з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів). Перескладання відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. Процедура відпрацювання пропущених занять здійснюється шляхом розв'язання задач з пропущеної теми. Не запізнюватись на заняття. Дотримуватись техніки безпеки. Здобувач вищої освіти допускається до виконання лабораторних робіт тільки за умови завчасного ознайомлення з темою лабораторної роботи. Пропущенні заняття відпрацьовувати у встановлений викладачем час.
Політика щодо виконання завдань	Позитивно оцінюються відповідальність, старанність, креативність, фундаментальність. Під час підготовки до лабораторних і практичних занять, виконання самостійної роботи необхідно спиратись на конспект лекцій та рекомендовану літературу. Водночас вітається використання інших джерел з альтернативними поглядами на ті чи інші питання задля формування продуктивної дискусії та різнобічного вивчення тем дисципліни.
Академічна доброчесність	Роботи здобувачів є виключно оригінальним дослідженням чи міркуванням. Будь-яке списування або плагіат (використання, копіювання підготовлених завдань та/або розв'язання задач іншими здобувачами) тягне за собою анулювання зароблених балів. Списування під час контрольних, тестових робіт та протягом іспиту заборонено.

9. Структура курсу

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість				
			годин				балів
			лк	лаб.	сем. / пр.	СР	
Змістова частина 1. Силові напівпровідникові прилади							
1	Тема 1	Силова електроніка в енергетиці					

			1				
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу.				7	4
2	Тема 2	Силові діоди та тиристори	2				
	Практична робота	Розрахунок параметрів силових напівпровідникових діодів. Розрахунок параметрів силових тиристорів.			4		3
	Лабораторна робота	Дослідження напівпровідникових діодів та стабілітронів. Вивчення статичних характеристик тиристорів.		4			3
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної, лабораторної роботи та їх виконання.				8	
3	Тема 3	Силові транзистори	2				
	Практична робота	Розрахунок параметрів силових транзисторів.			2		6
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи та її виконання.				8	
	ЗЧ 1	Контрольна робота	-	-	-	-	7
	ПКЗЧ 1		5	4	6	23	23
Змістова частина 2. Напівпровідникові перетворювачі електричної енергії							
4	Тема 4	Некеровані та керовані випрямляючі пристрої. Інвертори.	2				
	Практична робота	Розрахунок трифазного випрямляча.			2		2
	Лабораторна робота	Дослідження регуляторів потужності на тиристорах.		2			3
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної, лабораторної роботи та їх виконання.				9	

5	Тема 5	Регулятори напруги та перетворювачі частоти.	2				
	Лабораторна робота	Дослідження випрямлячів. Дослідження компенсаційних стабілізаторів напруги.		4			5
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи та її виконання.				7	
6	Тема 6	Автономні перетворювачі електричної енергії	1				
	Практична робота	Розрахунок інтегрального стабілізатора напруги.			2		5
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної та її виконання.				6	
	ЗЧ 2	Контрольна робота	-	-	-	-	7
	Розрахунково-графічна робота		-	-	-	15	15
	ПКЗЧ 2		5	6	4	22	22
	Усього за курс		10	10	10	60	60
		Екзамен					40

10. Форми і методи навчання

Лекція	Під час лекційних занять викладається основний матеріал дисципліни «Силові напівпровідникові перетворювачі». Використовуються словесні методи навчання: пояснення (інформаційно-повідомлювальне, інструктивне-практичне, пояснювально-спонукальне, система зображально-виражальних засобів). Проводяться лекції за формами: вступна, тематична, оглядова, підсумкова. Проведення лекційних занять включає: викладення теоретичного матеріалу, оглядові лекції з використанням наочного матеріалу, опорного конспекту. Рівень засвоєння матеріалу студент контролює самостійно шляхом відповідей на запитання для самоперевірки.
Практичні /Семінарські	На практичних заняттях розв'язуються практичні задачі з теоретичних основ електротехніки. Рівень засвоєння матеріалу контролюється написанням самостійних робіт.
Лабораторні	Лабораторні роботи виконуються в лабораторія електромагнетизму та радіоелектроніки на стандартних

	установках та нестандартних пристроях, які створені в лабораторії з використанням вимірювальних приладів. Під час виконання лабораторних робіт перевіряються теоретичні закономірності, що наводяться в лекційному матеріалі. Здобувачі вищої освіти виконують дослідження самостійно під керівництвом викладача та завідуючого лабораторією, дотримуючись правил безпеки під час роботи в лабораторії.
Самостійна робота	Для самостійного опрацювання лекційного матеріалу здобувачі вищої освіти використовують, крім підручників, навчально – методичну літературу, створену на кафедрі. Найбільш обдарованим студентам пропонуються індивідуальні теми для досліджень в студентському науковому гуртку. Для більш ефективного засвоєння дисципліни передбачена самостійна робота, в якій для перевірки аналітичних розрахунків використовується персональний комп'ютер. З метою розвитку необхідних фахівцю навичок самостійної роботи і практичного використання теорії електропостачання при вирішенні технічних задач, а також для стимулювання більш поглибленого вивчення матеріалу дисципліни програмою курсу передбачено розрахунково – графічну роботу. Тематика робіт, методичні вказівки та індивідуальні завдання визначаються кафедрою на підставі існуючих і власних розробок. Тема розрахунково-графічної роботи: «Розрахунок випрямляча та згладжувального фільтра». При виконанні розрахунково-графічної роботи необхідно виконати наступні розрахунки: 1.Розрахувати максимальну напругу вторинної обмотки трансформатора. 2.Визначити амплітудне та середнє значення струму, що проходить через вентиль. 3.Розрахувати внутрішній опір вентилів. 4.Визначити активний опір фази випрямляча. 5.Розрахувати індуктивність розсіювання обмоток трансформатора. 6.Розрахувати зворотну напругу, прикладена до вентилі. 7.Визначити коефіцієнт згладжування вхідного конденсатора фільтра. 8.Розрахувати коефіцієнт пульсацій Г-подібної частини фільтра. 9.Визначити параметри LC-фільтра. 10.Розрахувати індуктивність дроселя фільтра.

11. Система контролю та оцінювання

Поточний контроль
Навчальна програмна з дисципліни передбачає регулярне проведення обов'язкових контрольних заходів, успішне виконання яких в відведений час має дати семестрову рейтингову оцінку. Методи поточного контролю: усний контроль (опитування, бесіда, доповідь, повідомлення тощо); письмовий контроль (контрольна робота, твір, реферат, виклад матеріалу на задану тему в письмовій формі тощо); комбінований контроль; презентація самостійної роботи студента; практичний контроль (підчас практичних робіт, на практикумах, підчас усіх видів практики); спостереження як метод контролю; тестовий контроль; графічний контроль; програмований контроль; лабораторний контроль; проблемні ситуації тощо.

Вимоги та методи допоточного контролю, індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, звіт, реферат, презентація тощо. Оцінювання знань здобувачів на основі поточного контролю відбувається: а) способом перевірки систематичності та активності роботи здобувача над вивченням програмного матеріалу курсу протягом семестру; б) способом виконання завдань самостійної роботи здобувача.

Підсумковий контроль за змістовою частиною

Контроль у навчанні здобувачів вищої освіти передбачає виявлення рівня сформованості професійних навичок і вмінь, визначення правильної організації навчального процесу, діагностування труднощів засвоєння матеріалу, перевірку ефективності використання методів і прийомів навчання. Контроль здійснюється з дотриманням вимог об'єктивності, індивідуального підходу, систематичності і систем осі, всебічної апрофесійної спрямованості контролю.

Використовуючи методи усного та письмового контролю, які сприяють підвищенню мотивації майбутніх фахівців до навчально-пізнавальної діяльності. Відповідно до специфіки підготовки здобувачів вищої освіти перевага надається:

- усному опитуванню студентів (презентація, доповідь);
- письмовому (модульна/семестрова контрольна робота, тест та ін.).

Підсумковий контроль

Формою підсумкового контролю є екзамен. Здобувач вищої освіти допускається до складання іспиту, якщо він захистив лабораторні роботи та розрахунково-графічну роботу і написав контрольні роботи за змістовими частинами на позитивні оцінки. Екзамен складається з двох частин: теоретичної - у формі тестування (тестування на паперовому носії із ручною перевіркою) і практичної з розв'язуванням задач. Основні вимоги до контролю знань наведені у Положенні про оцінювання знань здобувачів ВО ХДАЕУ. Загальна підсумкова оцінка з навчальної дисципліни складається із суми балів за поточну успішність (не більше 60 балів) та екзамен (не більше 40 балів).

Розподіл балів з дисципліни (форма контролю – екзамен)

Поточне тестування і контроль змістових частин (бали)								РГР	Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістова частина 1				Змістова частина 2						
T1	T2	T3	KP1	T4	T5	T6	KP2	15		
4	6	6	7	5	5	5	7		40	100

12. Шкала оцінювання

Шкала рейтингу ХДАЕУ	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	

74-81	C	Задовільно	
64-73	D		
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	не зараховано
1-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням курсу)	

13. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Основна література	Базова - Квітка С.О. Силові електронні пристрої в системах керування. Підручник. - Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 180с. - Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. К.:Каравела, 2007. 384 с. - Бойко В.І, Гуржій А.М., Жуйков В.І. та ін. Основи схемотехніки електронних систем: Підручник. К.: Вища шк., 2004. 399с. - Дрозденко К.С. Фізичні основи електроніки. Навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 153с.
Додаткова	- Квітка С.О. Електроніка та мікросхемотехніка. Підручник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 223 с. - Матвієнко М.П. Основи електроніки. Підручник. Київ: Ліра, 2017. 364с. - Сисоєв В.М. Основи радіоелектроніки. К: Вища школа, 2004. 279с.
Інформаційні ресурси	- Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/ - Наукова бібліотека Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23. URL: http://ksau.kherson.ua/nnb.html - Кафедра ГТБВтаЕІ: http://www.ksau.kherson.ua/budgidro/kafedagts.html3 - Науково-технічний журнал «Мікросистеми, Електроніка та Акустика» http://elc.kpi.ua - Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки (Е) https://t.me/vstup2022_eee_khpi - Офіційний сайт компанії MathWorks / [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.mathworks.com