

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ

В.В.Козирський

“ ” _____ 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри _____,

протокол №37 від “19”06. 2020 р.

Завідувач кафедри

В.В. Лисенко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

напрямок підготовки 141 Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі»

Освітньо-кваліфікаційний рівень - *«Бакалавр»*

Факультет (ННІ) енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: *доц., к.т.н. Лендєл Т.І.*

Київ – 2020

1. Опис навчальної дисципліни

Електронні пристрої в системах керування

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр	
Напрямок підготовки	141 Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі»	
Спеціальність		
Спеціалізація		
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова / вибіркова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4	
Семестр	7	
Лекційні заняття	15 год.	12 год.
Практичні, семінарські заняття	0 год.	0 год.
Лабораторні заняття	30 год.	14 год.
Самостійна робота	45 год.	200 год.
Індивідуальні завдання	0 год.	0 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни — ознайомити студентів з основами сучасної електроніки, з методами розрахунку електричних кіл, з принципами роботи елементів електричних кіл; діодів, стабілітрони, транзисторів, трансформаторів, з основами напівпровідникової техніки, з принципами роботи логічних елементів.

Завдання: навчити студентів розраховувати електричні і магнітні кола, перехідні процеси, трансформатори, розраховувати вторинні джерела електроживлення, транзисторні підсилювачі постійного та змінного струму, імпульсні підсилювачі .

Студенти повинні знати:

- основи аналізу електричних кіл постійного та змінного струмів;
- принципи аналізу перехідних процесів в електричних колах;
- закони магнітних кіл, принципи дії і методи розрахунку трансформаторів;
- властивості напівпровідників, особливості роботи р-п-переходу, побудову і параметри напівпровідникових приладів.
- основні схеми і прилади, в яких використовуються діоди, тиристори, потужні імпульсні транзистори.
- методи розрахунку підсилювачів різних типів на біполярних та польових транзисторах;
- основні структури і таблиці стану логічних елементів.

Студенти повинні вміти:

- розв'язувати типові задачі аналізу електричних кіл;
- розраховувати перехідні процеси, трансформатори, вузли електричних машин;
- застосовувати знання законів електротехніки для створення нових технічних пристроїв;
- аналізувати електронні схеми;
- створювати електричні схеми управління виконавчими механізмами

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну денної (заочної) форми навчання

3.1. ПРОГРАМА навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Основи електроніки. Силові напівпровідникові прилади

Тема 1. Вступ. Класифікація електронних пристроїв, стисла характеристика і перспектива їх розвитку. Специфічні умови експлуатації електронних пристроїв у с.-г. виробництві. Силові напівпровідникові прилади. Принцип роботи p-n-переходу.

Роль та значення дисципліни для інженера електрика. Перспективи та основні напрямки розвитку електронних пристроїв у системах керування що застосовуються в с.-г. виробництві. Електронні пристрої у системах керування, що застосовуються у с.-г. виробництві. Класифікація електронних пристроїв, стисла характеристика і перспектива їх розвитку. Специфічні умови експлуатації електронних пристроїв у с.-г. виробництві.

Основні поняття та визначення. Особливості роботи силових напівпровідникових приладів.

Тема 2. Режим роботи силових напівпровідникових приладів (допустимі напруги потужність втрат, тепловий опір, максимально допустимий струм навантаження).

Режими роботи силових напівпровідникових приладів. Максимально допустимі напруги. Максимально допустимий струм навантаження. Потужність втрат.

Тепловий опір. Аналітичні вирази для визначення режимів роботи силових напівпровідникових приладів. Силові MOSFET- транзистори. Транзистори, що виготовлені по технології IGBT, їх характеристики і основні схеми включення. ШІМ-модулятор, принцип роботи, призначення, основні схеми.

Тема 3. Загальні поняття про керування силовими тиристорами. Способи керування тиристорами (амплітудний, фазовий, фазоімпульсний, цифровий). Способи комутації запирання тиристорів. Керування силовими транзисторами в режимі „ключа”. Електричні апарати на тиристорах.

Загальні поняття про керування силовими тиристорами. Способи керування тиристорами (амплітудний, фазовий, фазоімпульсний, цифровий). Способи комутації запирання тиристорів (за допомогою конденсатора, LC контура зовнішнього джерела живлення, природня комутація). Керування силовими транзисторами в режимі "ключа". Трифазний інвертор на IGBT-транзисторах, його схема і принцип роботи. Схеми управління на оптронах.

Принцип дії релейного елемента на тиристорах. Релейний підсилювач з живленням від джерела змінного струму. Тиристорний вимикач. Способи керування тиристорними підсилювачами в режимі "вимикача". Основні схеми двополуперіодних і трифазних підсилювачів. Релейні підсилювачі на змінному струмі. Релейні підсилювачі з живленням від джерела постійного струму. Гібридні комутатори змінного і постійного струму. Підсилювачі з оптронами в колі керування. Підсилювачі з оптронами в силовому колі. Питання розрахунку релейних підсилювачів на тиристорах.

Тема 4. Однофазні керовані випрямлячі при різних видах навантаження (однофазний випрямляч з середньою точкою, однофазний мостовий випрямляч, трифазні випрямлячі).

Класифікація імпульсних перетворювачів змінної напруги (ІПЗН). Принцип дії. Фазові методи регулювання змінної напруги. Широтно-імпульсний метод регулювання змінної напруги на пониженій частоті. Основні схеми тиристорних і транзисторних ключів змінного струму. Однофазний тиристорний ІПЗН з природною комутацією. Режим роботи. Трифазний тиристорний ІПЗН.

Транзисторні імпульсні перетворювачі постійної напруги

Основні поняття. Принцип дії. Нереверсивний імпульсний перетворювач (ІП) постійної напруги з послідовним ключовим елементом. Нереверсивний ІП постійної напруги з послідовним ключовим елементом та RC-фільтром. Нереверсивний обернений ІП. Реверсивний ІП на транзисторах.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Системи керування, контролю і захисту силових напівпровідникових пристроїв.

Тема 5. Інвертори ведені живильною мережею. Однофазні реверсивні перетворювачі. Трифазні реверсивні перетворювачі. Автономні інвертори і статичні перетворювачі частоти. Класифікація автономних інверторів. Інвертори струму.

Принцип роботи інвертора веденого живильною мережею. Однофазний інвертор ведений живильною мережею, режими роботи. Трифазний інвертор ведений живильною мережею, режими роботи. Реверсивні перетворювачі. Вплив силових напівпровідникових перетворювачів на живильну мережу. Класифікація автономних інверторів. Інвертори струму однофазні, трифазні.

Тема 6. Системи керування, контролю і захисту силових напівпровідникових пристроїв. Принципи побудови і класифікація систем керування. Лінійні і нелінійні елементи систем керування (форма і параметри імпульсів, імпульсні підсилювачі

Загальні поняття побудови систем керування силовими напівпровідниковими пристроями. Класифікація систем керувань. Лінійні і

нелінійні елементи систем керування (форма і параметри імпульсів, імпульсні підсилювачі, диференціюючі і інтегруючі кола, електронні ключі-обмежувачі, схеми цифрових елементів).

Тема 7. Вторинні джерела електроживлення. Стабілізатори напруги. Стабілізатори струму.

Вимоги які висуваються до джерел вторинного електроживлення. Параметри джерел живлення. Типові структурні схеми вторинних джерел живлення.

Способи стабілізації напруги. Загальні відомості та поняття. Транзисторні і тиристорні стабілізатори напруги. Класифікація стабілізаторів постійної напруги і струму з безперервним регулюванням (параметричні, компенсаційні).

Імпульсні стабілізатори напруги. Основні поняття, принцип роботи ШІМ-модулятора. Принцип дії імпульсних стабілізаторів з ШІМ-модулятором.

Тема 8. Джерела електроживлення з безтрансформаторним входом. Принцип дії і основні структурні схеми.

Джерела живлення з безтрансформаторним входом. Основні поняття. Принцип дії джерела живлення. Основні структурні схеми. Транзисторні підсилювачі потужності.

3.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Основи електроніки. Силкові напівпровідникові прилади														
Тема 1. Вступ. Класифікація електронних пристроїв, стисла характеристика і перспектива їх розвитку Силкові напівпровідникові прилади. Принципи роботи р-п-переходу	1	24	2		2		20	24	2		2		20	
Тема 2. Режими роботи силових напівпровідникових приладів	2	24	2		2		20	23	1		2		20	

Тема 3. Способи керування тиристорами. Способи комутації запирання тиристорів. Керування силовими транзисторами в режимі „ключа“.	3	24	2		2		20	23	1		2		20
Тема 4. Однофазні керовані випрямлячі при різних видах навантаження	4	24	2		2		20	26	2		2		22
Разом за змістовим модулем 1		96	8		8		80	96	6		8		82
Змістовий модуль 2. Системи керування, контролю і захисту силових напівпровідникових пристроїв.													
Тема 5. Інвертори ведені живильною мережею. інвертори і статичні перетворювачі частоти. Класифікація автономних інверторів. Інвертори струму.	5	24	2		2		20	33	2		1		30
Тема 6. Системи керування, контролю і захисту силових напівпровідникових пристроїв. Принципи побудови і класифікація систем керування. Лінійні і нелінійні елементи систем керування	6	20	2		2		16	24	1		1		22
Тема 7. Вторинні джерела електроживлення. Стабілізатори напруги. Стабілізатори струму.	7	24	2		2		20	34	2		2		30
Тема 8. Джерела електроживлення з безтрансформаторним входом. Принцип дії і основні структурні схеми.	8	18	1				16	39	1		2		36
Разом за змістовим модулем 2		86	7		7		72		6		6		118
Усього годин		182	15		15		152						200

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Змістовий модуль 1. Основи електроніки. Силіві електронні прилади.	
1	Особливості вимірювання електричних величин в електронних пристроях за допомогою осцилографа	2
2	Дослідження однофазного двонапівперіодного мостового випрямляча	2
3	Дослідження транзистора	2
4	Підсилювальні каскади на біполярних транзисторах	2
	Змістовий модуль 2. Системи керування, контролю і захисту силових напівпровідникових пристроїв	
5	Дослідження зворотного зв'язку в підсилювачах	2
6	Дослідження підсилювача потужності	2
7	Дослідження диференціального підсилювача	1
8	Дослідження операційного підсилювача	2

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

- Є два випрямних діоди, середній випрямний струм яких дорівнює 1А, максимальна допустима напруга - 150В. Додатково відомо, що прямий опір діодів дорівнює 0,5 Ом (першого) та 0,8 Ом (другого), а зворотній опір відповідно дорівнює 3 МОм та 3,5 МОм.

Визначити номінали резисторів, які потрібно включити послідовно чи паралельно з діодами, щоб їх, включивши паралельно, можна було використати в колі, в якому проходить струм 2А.

2. Є два випрямних діоди, середній випрямний струм яких дорівнює 1А, максимальна допустима напруга - 150В. Додатково відомо, що прямий опір діодів дорівнює 0,5 Ом (першого) та 0,8 Ом (другого), а зворотній опір відповідно дорівнює 3 МОм та 3,5 МОм.

Визначити номінали резисторів, які потрібно включити послідовно чи паралельно з діодами, щоб їх, включивши послідовно, можна було використати в колі, в якому зворотна напруга дорівнює 300 В.

3. Двохнапівперіодний випрямляч із середньою точкою розраховано на середній вихідний струм 5 А та на середню напругу 48 В.

Визначити мінімальні параметри діодів, які застосовують при цьому.

4. Двохнапівперіодний випрямляч із мостовою схемою розраховано на середній вихідний струм 5 А та на середню напругу 48 В.

Визначити мінімальні параметри діодів, які застосовують при цьому.

5. Потужність понижувального трансформатора дорівнює 50 В·А.

Користуючись спрощеною схемою розрахунку, знайти поперечний переріз осердя цього трансформатора.

6. Поперечний переріз осердя трансформатора 220/36 В дорівнює 1125 мм².

Користуючись спрощеною схемою розрахунку, визначити число витків первинної обмотки.

7. Поперечний переріз осердя трансформатора 220/36 В дорівнює 1125 мм².

Користуючись спрощеною схемою розрахунку, визначити число витків вторинної обмотки.

8. Струм вторинної обмотки трансформатора дорівнює 1 А. **Користуючись спрощеною схемою розрахунку трансформатора, визначити діаметр проводу обмотки.**

9. Випрямляч з мостовою схемою дає на виході напругу 10 В. **Визначити значення середньої напруги випрямляча.**

10. Випрямляч з мостовою схемою дає на виході напругу 10 В. **Визначити амплітуду напруги першої гармоніки на виході випрямляча.**

11. Випрямляч з мостовою схемою дає на виході напругу 10 В.

Визначити коефіцієнт пульсації напруги випрямляча.

12. Значення середньої напруги на вході і виході фільтра дорівнює 24 В.

Амплітуди напруг перших гармонік на вході та виході фільтра дорівнюють 16 та 0,4 В. **Визначити коефіцієнт пульсації на вході фільтра.**

13.Значення середньої напруги на вході і виході фільтра дорівнює 24 В. Амплітуди напруг перших гармонік на вході та виході фільтра дорівнюють 16 та 0,4 В. **Визначити коефіцієнт пульсації на виході фільтра.**

14.Значення середньої напруги на вході і виході фільтра дорівнює 24 В. Амплітуди напруг перших гармонік на вході та виході фільтра дорівнюють 16 та 0,4 В. **Визначити коефіцієнт згладжування фільтра.**

15.Коефіцієнт згладжування LC-фільтра дорівнює 100. **Визначити потрібну величину LC при частоті 50 Гц.**

16. Багато ланковий Г-подібний LC-фільтр складається з трьох ланок, коефіцієнт згладжування кожної з яких дорівнює 40. **Визначити коефіцієнт згладжування фільтра.**

17.Випрямляч з вихідною діючою напругою 12 В підключено до LC-фільтра. **Чому буде дорівнювати напруга на клеммах випрямляча при холостому ході.**

18.На вхід параметричного стабілізатора подано напругу (16 ± 3) В. **Чому буде дорівнювати потужність баластного резистора, якщо напруга стабілізації дорівнює 12 В, а опір резистора -12 Ом.**

19.На вхід параметричного стабілізатора подано напругу (16 ± 3) В, напруга стабілізації дорівнює 12 В, а струм навантаження - $(0,15 \pm 0,05)$ А. **Чому буде дорівнювати опір баластного резистора, якщо мінімальний струм стабілітрона дорівнює 25 мА.**

20. В параметричному стабілізаторі напруга стабілізації дорівнює 12 В, максимальний струм стабілізації - 0,42 А. **Перевірити на термічну стійкість стабілітрон, для якого максимальна потужність розсіювання дорівнює 8 Вт.**

8. Методи навчання.

При вивченні дисципліни «Електронні пристрої в системах керування» використовуються 4 групи методів навчання:

I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Практичні</i>
- розповідь-пояснення - бесіда - лекція	- ілюстрація - демонстрація	- лабораторні роботи - практичні роботи - реферати
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>

узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів на основі розрахункових даних	розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень
Репродуктивні методи	Творчі, проблемно-пошукові методи
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами	самостійна, творча пізнавальна діяльність
Навчальна робота студентів під керівництвом НПП	Самостійна робота студентів

II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності

Методи стимулювання інтересу до навчання	Методи стимулювання обов'язку й відповідальності
• створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • пізнавальні ігри • навчальні дискусії • аналіз життєвих ситуацій	• роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (орфографічні, дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні

III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності:

Компетенції	Функції оцінювання навчальних досягнень студента
• соціальні • полікультурні • комунікативні • інформаційні • саморозвитку та самоосвіти • компетенції, що реалізуються у прагненні та здатності до раціональної продуктивної, творчої діяльності	• контролююча; • навчальна • діагностично-коригуюча • стимулюючо-мотиваційна • виховна

IV група методів - бінарні, інтегровані (універсальні) методи.

На практиці ми інтегруємо методи різних груп, утворюючи неординарні (універсальні) методи навчання, які забезпечують оптимальні шляхи досягнення навчальної мети

9. Форми контролю.

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістового модуля 1 - результати семінарських виступів, тестових завдань, виконання лабораторних робіт. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання практичних робіт, тестових завдань, виконання лабораторних робіт.

Підсумковий контроль знань здійснюється **на екзамені**.

Оцінка **"Відмінно"** виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на заліку показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка **"Добре"** виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка **"Задовільно"** виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на заліку та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка **"Незадовільно"** виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Поточний контроль								Рейтинг з навчальної роботи R _{НР}	Рейтинг з додаткової роботи R _{ДР}	Рейтинг штрафний R _{ШТР}	Підсумкова атестація (екзамен)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2								
Загальна кількість балів - 100				Загальна кількість балів - 50								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8					
25	25	25	25	25	25	25	25	0-70	0-30	0-5	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою:

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{3М}^{(1)} \cdot K_{3М}^{(1)} + R_{3М}^{(2)} \cdot K_{3М}^{(2)} + \dots + R_{3М}^{(n)} \cdot K_{3М}^{(n)})}{K_{ДИС}} + R_{ДР} - R_{ШТР}$$

де $R_{3М}^{(1)}, \dots, R_{3М}^{(n)}$ - рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;
 n - кількість змістових модулів;

$K_{3М}^{(1)}, \dots, K_{3М}^{(n)}$ кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{ДИС}$ - кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$ - рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ - рейтинг штрафний (штрафні бали).

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K_{3М}^{(1)} = K_{3М}^{(2)} = \dots = K_{3М}^{(n)}$.
 Тоді вона буде мати вигляд:

$$R_{НР} = \frac{R_{3М}^{(1)} + R_{3М}^{(2)} + \dots + R_{3М}^{(n)}}{n} \cdot 0,7 + R_{ДР} - R_{ШТР}$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{НР}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81

Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 – 73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35 – 59
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 – 34

Для визначення рейтингу студента із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$, одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

1. Промислова електроніка// Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт/ Уклад А.П.Пузанов. К.: Вид.Vitas Ltd, 2015.- 56 с.

12. Рекомендована література

– основна:

1. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямками "Електромеханіка" та "Електротехніка": У 4-х т. /Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В. та ін. Т1. Елементна база електронних пристроїв. - К.: Обереги, 2000.
2. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямками "Електромеханіка" та "Електротехніка": У 4-х т. /Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В. та ін. Т2. Аналогові та імпульсні пристрої. -Харків: Фоліо, 2002.
3. Кириленко О.В. , Жуйков В.Я., Денисюк С.П., Рибіна О.Б. Системи силової електроніки та методи їх аналізу. - К.: "Текст", 2006. - 488 с
4. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Квасюк А.А. Силовая электроника: Учебник для вузов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с
5. Руденко В.С., Сенько В.К, Трифонюк В.В. Основы промышленной электроники - К.: Вища школа, Головное изд-во, -1985 - 399 с.
6. Забродин Ю.С Промышленная электроника - М.: Высшая школа 1982 - 392 с.
7. Руденко В.С., Сенько В.К, Чиженко ИМ. Преобразовательная техника - К.: Вища шк. 1987-424 с.
8. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин ВТ. Основы микроэлектроники. -. - М.: Радио и связь, 1991 г.

Допоміжна

1. *Косое О.А.* Усилители мощности на транзисторах в режиме переключения - М.: Энергия 1971, -432 с.
2. *Джейкокс Дж.* Руководство по поиску неисправностей в электронной аппаратуре: Пер. с англ. - М.: Мир 1989 -176 с.
3. *Жеребцов И.П.* Основы электроники.- Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1990.- 352 с.
4. *Герман-Галкин С.Г.* Силовая электроника. Лабораторные работы на ПК.- СПб: Учитель и ученик, КОРОНА ПРИНТ, 2002.- 304 с.
5. *Аксенов А.И., Нефедов А.В.* Отечественные полупроводниковые Приборы.- М: Салон-Р, 2000.- 498 с.
6. *Токхейм Р.* Основы цифровой электроники.- М.: Мир, 1988.- 392 с.
7. *Лавриненко В.Ю.* Справочник по полупроводниковым приборам.- Киев: Техніка, 1977.- 376 с.
8. *Терещук Р.М., Домбругов Р.М. и др.* Справочник радиолюбителя (в двух Частях), ч.1.- Киев: Техніка, 1971.- 696 с.
9. *Гурлев Д.С.* Справочник по электронным приборам.- Киев: Техніка, 1976.- 464 с.
10. *Хрулев А.К., Черепанов В.П.* Диоды и их зарубежные аналоги. Справочник (в трех томах).- М.: ИП Радио Софт, 1999.- 704 с
11. *Петухов В.М.* Транзисторы и их зарубежные аналоги. Полевые и высокочастотные биполярные транзисторы малой мощности. Справочник (в четырех томах).Т. 3.- М.: ИП Радио Софт, 2000.- 672 с.
12. *Нефедов А.В.* Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник. Т. 12.- М.: ИП Радио Софт, 2001.- 544 с.

13. Інформаційні ресурси

1. <http://www.kmu.gov.ua> - Кабінет Міністрів України.
2. <http://www.portal.rada.gov.ua>- Верховна Рада України.
3. <http://www.google.com.ua> - пошуковий сайт.
4. <http://nubip.edu.ua/> - головна сторінка НУБіП України.
5. <http://nubip.edu.ua/node/1376> - кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І.Мартиненка.
6. <http://elibrary.nubip.edu.ua> - електронна наукова бібліотека НУБіП України.
7. <http://energ.nauu.kiev.ua/> - навчально-інформаційний портал ННІ енергетики і автоматики
8. <http://www.nbuv.gov.ua/> - національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ.
10. <http://ntbu.ru/> - Государственная научно-техническая библиотека Украины.