

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Затверджую»

Завідувач кафедри

(Чепіжний А.В.)

2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (СИЛАБУС)

Електротехніка та електроніка

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Факультет: Інженерно-технологічний

2020 – 2021 навчальний рік

Робоча програма з дисципліни «Електротехніка та електроніка» для студентів зі спеціальності 208 «Агроінженерія».

Розробники: ст. викладач кафедри Савойський О.Ю.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Протокол від «8» червня 2020 року № 20

Завідувач кафедри _____ (Чепіжний А.В.)
(прізвище) (прізвище та ініціали)

Погоджено:

Гарант освітньої програми _____ (В.М. Зубко)

Декан факультету _____ (М.Я. Довжик)
на якому викладається дисципліна

Декан факультету _____ (М.Я. Довжик)
до якого належить кафедра

Методист відділу якості освіти,
ліцензування та акредитації _____ (М.Я. Довжик)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 06.07 2020 р.

© СНАУ, 2020 рік

© Савойський О.Ю., 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 4	Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство	<i>Нормативна</i>	
Модулів – 2	Спеціальність: 208 «Агроінженерія»	Рік підготовки:	
Змістових модулів: 4		2020-2021-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: -		Курс	
		2 с.т.	2 с.т.
Загальна кількість годин - 120		Семестр	
		3 (о)	3(0)
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 6		Лекції	
		14 год.	10
		Практичні, семінарські	
		-	-
	Лабораторні		
	16 год.	10	
	Самостійна робота		
	90 год.	100	
	Індивідуальні завдання:		
	-		
Вид контролю:			
залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

- для денної форми навчання – 25/75 (30/90);

- для заочної форми навчання – 17/83 (20/100)

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни - вивчення студентами основних законів електротехніки, принципів роботи електричних машин, трансформаторів і апаратів, їхніх елементів та вузлів, напівпровідникових приладів, електронних пристроїв, і подальша підготовка студентів до вивчення дисциплін, в склад яких входить електротехнічне та електронне обладнання та устаткування.

Завдання навчальної дисципліни:

вивчення основних законів електротехніки, принципів роботи електричних машин і апаратів, основних властивостей електричних і електронних пристроїв;

набуття практичних навичок з розробки електричних схем, вибору електричних машин та апаратів для експлуатації систем електроустаткування.

Як результат вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- основні закони електротехніки;
- співвідношення між електричними і магнітними величинами в електричних і магнітних колах;

• принципи роботи електричних машин постійного та змінного струму, електричних апаратів і трансформаторів;

• основні властивості, параметри і характеристики напівпровідникових приладів;

• схеми і принцип дії основних електронних пристроїв;

уміти:

• читати електричні та електронні схеми і робити розрахунки кін постійного та змінного струму;

• розробляти і складати електричні та електронні схеми і вимірювати основні електричні та неелектричні параметри в схемах електрообладнання;

• обирати електричні машини і трансформатори для встановлення їх у системах електрообладнання;

• правильно експлуатувати електротехнічне та електронне обладнання;

• розробляти спільно з інженерами-електриками та електронниками технічні завдання на розробку або модернізацію електротехнічних і електронних частин різноманітних пристроїв і приладів.

3. Програма навчальної дисципліни

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою СНАУ, протокол № 12 від 02.07.2018

МОДУЛЬ 1. ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ

Змістовий модуль 1. Електричні кола постійного струму

Тема 1. Електричне коло постійного струму. Електричне коло і його складові елементи. Стандартні графічні позначення основних електротехнічних пристроїв. Послідовне, паралельне і мішане з'єднання споживачів, еквівалентний опір розгалуженого кола. Закон Ома для ділянки кола. Закон Ома для повного кола. Робота і потужність постійного струму. Закон Джоуля-Ленца. Закони Кірхгофа. Енергетичний баланс в електричному колі. Методи розрахунку електричних кіл за допомогою безпосереднього застосування законів Кірхгофа.

Тема 2. Електромагнетизм і магнітні кола. Магнітне поле і його характеристики. Закони електромагнітного поля. Магнітні кола електричних машин, трансформаторів та електричних апаратів.

Змістовий модуль 2. Електричні кола змінного струму

Тема 3. Електричне коло змінного струму. Вироблення синусоїдного струму і його характеристики. Сфери застосування та причини широкого розповсюдження електротехнічних пристроїв синусоїдного струму промислової частоти. Основні параметри, які характеризують змінний струм: початкова фаза; зсув фаз; миттєве, амплітудне, середнє та діюче значення струму, е.р.с. та напруги. Зображення синусоїдних величин векторами. Електротехнічні елементи у колах змінного струму: резистор, котушка індуктивності, конденсатор. Активний, реактивний і повний опір кола. Миттєва, повна, активна та реактивна потужності змінного струму. Трикутник потужностей. Коефіцієнт потужності та його економічне значення. Коло синусоїдного струму з послідовним та паралельним з'єднанням R , L , C .

Тема 4. Трифазні електричні системи. Вироблення трифазного струму. З'єднання фаз генератора і споживача зіркою і трикутником. Співвідношення між лінійними і фазними струмами і напругами. Потужність і коефіцієнт потужності трифазної системи та шлях його підвищення.

Змістовий модуль 3. Електричні машини

Тема 5. Трансформатори. Призначення, класифікація та сфера застосування трансформаторів. Будова та принципи дії однофазного трансформатора. Коефіцієнт трансформації. Досліди неробочого ходу, навантаження та короткого замикання. Втрати енергії та ККД. Будова, принцип дії та сфера застосування трифазних трансформаторів. Поняття про групи з'єднань.

Тема 6. Асинхронні електродвигуни. Будова і принцип дії асинхронного електродвигуна. Утворення обертового магнітного поля. Частота та напрямок обертання магнітного поля. Ковзання. Режими роботи асинхронного двигуна. Пуск, реверсування, регулювання частоти обертання валу двигуна. Втрати енергії та коефіцієнт корисної дії двигуна. Механічні і робочі характеристики.

Тема 7. Електронні прилади та пристрої. Напівпровідникові прилади: діоди, транзистори, тиристори. Основні характеристики та параметри. Схеми випрямлення змінного струму. Випрямлячі автомобільних генераторних установок. Підсилювачі. Основні параметри підсилювача.

Змістовий модуль 4. Основи електропостачання

Тема 8. Електропривід апаратура керування та захисту. Загальні поняття та визначення електроприводу. Режими роботи електроприводу. Вибір електродвигунів. Класифікація електричних апаратів. Апарати ручного керування. Призначення, будова і принцип роботи електромагнітних пускатрів та реле. Схеми вмикання електромагнітних пускатрів. Автоматичні вимикачі. Пристрої захисту електроустановок та електромереж від аномальних режимів.

Тема 9. Виробництво розподіл електричної енергії. Енергетичні системи. Електростанції. Підстанції. Лінії електропередач. Шляхи економії електроенергії. Нетрадиційні способи виробництва та застосування електричної енергії: вітряні, сонячні та біогазові електрогенераторні установки.

4. 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.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МОДУЛЬ 1. ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ												
Змістовий модуль 1. Електричні кола												
<i>Тема 1.</i> Електричне коло постійного струму	14	2		2			10	15	2	2		11
<i>Тема 2.</i> Електромагнетизм і магнітні кола	14	2		2			10	11				11
Разом за змістовим модулем 1	28	4		4			20	26	2	2		22
Змістовий модуль 2. Електричні кола												
<i>Тема 3.</i> Електричне	14	2		2			10	15	2	2		11

коло змінного струму													
Тема 4. Трифазні електричні системи	14	2		2		10	11						11
Разом за змістовим модулем 2	28	4		4		20	26	2	2				22
Усього годин	56	8		8		40	52	4	4				44
МОДУЛЬ 2. СПОЖИВАЧІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ													
Змістовий модуль 3. Електричні машини													
Тема 5. Трансформатори	14	2		2		10	15	2	2				11
Тема 6. Асинхронні електродвигуни	14	2		2		10	15	2	2				11
Разом за змістовим модулем 3	28	4		4		20	30	4	4				22
Змістовий модуль 4. Електричні пристрої та елементи													
Тема 7. Електронні прилади та пристрої	14	2		2		10	11						11
Тема 8. Електропривід апаратура керування та захисту	12			2		10	15	2	2				11
Тема 9. Виробництво розподіл електричної енергії	10					10	12						12
Разом за змістовим модулем 4	36	2		4		30	38	2	2				34
Усього годин	64	6		8		50	68	6	6				56
ІНДЗ													
Усього годин	120	14		16		90	120	10	10				100

**5. Темі та план лекційних зав'язь
(денна форма навчання)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Електричне коло постійного струму 1. Електричне коло і його складові елементи. 2. Стандартні графічні позначення основних електротехнічних пристроїв. 3. Послідовне, паралельне і мішане з'єднання споживачів, еквівалентний опір розгалуженого кола. 4. Закон Ома для ділянки кола. Закон Ома для повного кола. 5. Робота і потужність постійного струму. Закон Джоуля-Ленца. Закони Кірхгофа. 6. Енергетичний баланс в електричному колі. Методи розрахунку електричних кіл за допомогою безпосереднього застосування законів Кірхгофа.	2
2	Тема 2. Електромагнетизм і магнітні кола 1. Магнітне поле і його характеристики. 2. Закони електромагнітного поля. 3. Магнітні кола електричних машин, трансформаторів та електричних апаратів.	2
3	Тема 3. Електричне коло змінного струму 1. Вироблення синусоїдного струму і його характеристики. Сфери застосування та причини широкого розповсюдження електротехнічних	2

	<p>пристроїв синусоїдного струму промислової частоти.</p> <p>2. Основні параметри, які характеризують змінний струм: початкова фаза; зсув фаз; миттєве, амплітудне, середнє та діюче значення струму, е.р.с. та напруги. Зображення синусоїдних величин векторами.</p> <p>3. Електротехнічні елементи у колах змінного струму: резистор, котушка індуктивності, конденсатор. Активний, реактивний і повний опір кола.</p> <p>4. Миттєва, повна, активна та реактивна потужності змінного струму. Трикутник потужностей. Коефіцієнт потужності та його економічне значення.</p> <p>5. Коло синусоїдного струму з послідовним та паралельним з'єднанням R, L, C.</p>	
4	<p>Тема 4. Трифазні електричні системи</p> <p>1. Вироблення трифазного струму. З'єднання фаз генератора і споживача зіркою і трикутником. Співвідношення між лінійними і фазними струмами і напругами.</p> <p>2. Потужність і коефіцієнт потужності трифазної системи та шлях його підвищення.</p>	2
5	<p>Тема 5. Трансформатори</p> <p>1. Призначення, класифікація та сфера застосування трансформаторів. Будова та принцип дії однофазного трансформатора. Коефіцієнт трансформації. Досліди неробочого ходу, навантаження та короткого замикання. Втрати енергії та ККД.</p> <p>2. Будова, принцип дії та сфера застосування трифазних трансформаторів. Поняття про групи з'єднань.</p>	2
6	<p>Тема 6. Асинхронні електродвигуни</p> <p>1. Будова і принцип дії асинхронного електродвигуна. Утворення обертового магнітного поля. Частота та напрямок обертання магнітного поля. Ковзання.</p> <p>2. Режими роботи асинхронного двигуна. Пуск, реверсування, регулювання частоти обертання валу двигуна. Втрати енергії та коефіцієнт корисної дії двигуна. Механічні і робочі характеристики.</p>	2
7	<p>Тема 7. Електронні прилади та пристрої</p> <p>1. Напівпровідникові прилади: діоди, транзистори, тиристори. Основні характеристики та параметри. Схеми випрямлення змінного струму. Випрямлячі автомобільних генераторних установок.</p> <p>2. Підсилювачі. Основні параметри підсилювача.</p>	2
	Разом	14

**6. Темі та план лекційних занять
(заочна форма навчання)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<p>Тема 1. Електричні кола постійного струму</p> <p>План</p> <p>1. Основні поняття і класифікація. Основні електричні величини: електрорушійна сила (ЕРС), електричний струм, напруга, опір.</p> <p>2. Основні закони та властивості лінійних електричних і магнітних кіл постійного струму. Закони Кірхгофа та Ома для електричних</p>	2

	кіль постійного струму. 3. Робота і потужність електричних кіл постійного струму.	
2	Тема 2. Електричне коло змінного струму 1. Вироблення синусоїдного струму і його характеристики. Сфери застосування та причини широкого розповсюдження електротехнічних пристроїв синусоїдного струму промислової частоти. 2. Основні параметри, які характеризують змінний струм: початкова фаза; зсув фаз; миттєве, амплітудне, середнє та діюче значення струму, е.р.с. та напруги. Зображення синусоїдних величин векторами. 3. Електротехнічні елементи у колах змінного струму: резистор, котушка індуктивності, конденсатор. Активний, реактивний і повний опір кола. 4. Миттєва, повна, активна та реактивна потужності змінного струму. Трикутник потужностей. Коефіцієнт потужності та його економічне значення. 5. Коло синусоїдного струму з послідовним та паралельним з'єднанням R, L, C.	2
3	Тема 3. Трансформатори 1. Призначення, класифікація та сфера застосування трансформаторів. Будова та принцип дії однофазного трансформатора. Коефіцієнт трансформації. Досліди неробочого ходу, навантаження та короткого замикання. Втрати енергії та ККД. 2. Будова, принцип дії та сфера застосування трифазних трансформаторів. Поняття про групи з'єднань.	2
4	Тема 4. Асинхронні електродвигуни 1. Будова і принцип дії асинхронного електродвигуна. Утворення обертового магнітного поля. Частота та напрямок обертання магнітного поля. Ковзання. 2. Режим роботи асинхронного двигуна. Пуск, реверсування, регулювання частоти обертання валу двигуна. Втрати енергії та коефіцієнт корисної дії двигуна. Механічні і робочі характеристики.	2
5	Тема 5. Електропривід апаратура керування та захисту 1. Загальні поняття та визначення електроприводу. Режим роботи електроприводу. 2. Вибір електродвигунів. 3. Класифікація електричних апаратів. Апарати ручного керування. 4. Призначення, будова і принцип роботи електромагнітних пускатрів та реле. Схеми вмикання електромагнітних пускатрів. 5. Автоматичні вимикачі. Пристрої захисту електроустановок та електромереж від аномальних режимів.	2
	Разом	10

**7. Темы лабораторних занять
(денна форма навчання)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження кіл постійного струму (послідовне, паралельне та змішане з'єднання) та методів їх розрахунку шляхом безпосереднього застосування законів Ома і Кірхгофа.	2
2	Дослідження однофазних лінійних електричних кіл синусоїдного змінного струму та його основних параметрів.	2
3	Аналіз симетричних режимів роботи трифазних кіл у разі їх сполучення за схемами "зірка" та "трикутник".	2
4	Ознайомлення з будовою та дослідження основних характеристик двигуна постійного струму та генератора постійного струму.	2
5	Дослідження роботи силового трансформатора та його характеристик.	2
6	Ознайомлення з будовою та дослідження основних характеристик асинхронного двигуна.	2
7	Дослідження характеристик напівпровідникових елементів.	2
8	Дослідження схем випрямлення.	2
	Разом	16

**8. Темы практичних занять
(заочна форма навчання)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок кіл постійного струму (послідовне, паралельне та змішане з'єднання) та методів їх розрахунку шляхом безпосереднього застосування законів Ома і Кірхгофа.	2
2	Розрахунок однофазних лінійних електричних кіл синусоїдного змінного струму та їх основних параметрів.	2
3	Дослідження роботи силового трансформатора та його характеристик.	2
4	Ознайомлення з будовою та дослідження основних характеристик асинхронного двигуна.	2
5	Дослідження схем випрямлення.	2
	Разом	10

9. Самостійна робота (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Електричне коло постійного струму.	10
2	Електромагнетизм і магнітні кола.	10
3	Електричне коло змінного струму.	10
4	Трифазні електричні системи.	10
5	Трансформатори.	10
6	Асинхронні електродвигуни.	10
7	Електронні прилади та пристрої.	10
8	Електропривід, апаратура керування та захисту	10
9	Виробництво та розподіл електричної енергії	10
	Разом	90

10. Самостійна робота (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Електричне коло постійного струму.	11
2	Електромагнетизм і магнітні кола.	11
3	Електричне коло змінного струму.	11
4	Трифазні електричні системи.	11
5	Перехідні процеси в лінійних електричних колах.	11
6	Трансформатори.	11
7	Машини постійного струму.	11
8	Асинхронні електродвигуни.	11
9	Електронні прилади та пристрої.	12
	Разом	100

11. Методи навчання

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. Словесні: розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, інструктаж, робота з книгою (читання, переказ, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, графіків, опорних конспектів тощо).

1.2. Наочні: демонстрація, ілюстрація, спостереження.

1.3. Практичні: лабораторний метод, практична робота, вправа, виробничо-практичні методи.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. Аналітичний (суть: розклад цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак).

2.2. Методи синтезу (суть: з'єднання виділених аналізом елементів чи властивостей предмета, явища в одне ціле).

2.3. Індуктивний метод (суть: вивчення предметів чи явищ від одиничного до загального).

2.4. Дедуктивний метод (суть: вивчення предметів чи явищ від загального до одиничного).

2.5. Традуктивний метод (суть: це висновки від загального до загального, від часткового до часткового, від одиничного до одиничного).

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.

- 3.1. **Проблемний (проблемно-інформаційний)**
- 3.2. **Частково-пошуковий (евристичний)**
- 3.3. **Дослідницький**
- 3.4. **Репродуктивний (суть: можливість застосування вивченого на практиці).**
- 3.5. **Пояснювально-демонстративний**

4. **Активні методи навчання** - використання технічних засобів навчання, мозкова атака, рішення кросвордів, конкурси, диспути, круглі столи, бінарні заняття, ділові та рольові ігри, ток-шоу, тренінги, використання проблемних ситуацій, екскурсії, заняття на виробництві, групові дослідження, самооцінка знань, імітаційні методи навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності), використання навчальних та контролюючих тестів, використання опорних конспектів лекцій *та інші*)

5. **Інтерактивні технології навчання** - використання мультимедійних технологій, інтерактивної дошки та електронних таблиць, case-study (метод аналізу конкретних ситуацій), діалогове навчання, співробітництво студентів (кооперація)

12. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:
 - рівень знань, продемонстрований на практичних, лабораторних та семінарських заняттях;
 - активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;
 - результати виконання та захисту лабораторних робіт;
 - експрес-контроль під час аудиторних зав'язь;
 - самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
 - виконання аналітично-розрахункових завдань;
 - написання рефератів, есе, звітів;
 - результати тестування;
 - письмові завдання при проведенні контрольних робіт;
 - виробничі ситуації, кейси тощо.
4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання :
 - навчально-дослідна робота;
 - навчально-практичне дослідження із презентацією результатів тощо.

**13. Розподіл балів, які отримують студенти
на залік (денна форма навчання)**

Поточне тестування та самостійна робота										Разом за модулі та СРС	Атестація	Сума	
Змістовий модуль 1 0-18 балів		Змістовий модуль 2 0-17 балів		Змістовий модуль 3 0-17 балів		Змістовий модуль 4 0-18 балів			С				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Р				
										15	85 (70+15)	15	100
9	9	9	8	9	8	6	6	6					

на залік (заочна форма навчання)

Поточне тестування та самостійна робота										Разом за модулі та СРС	Сума	
Змістовий модуль 1 0-18 балів		Змістовий модуль 2 0-17 балів		Змістовий модуль 3 0-17 балів		Змістовий модуль 4 0-18 балів			С			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Р			
										30	100 (70+30)	100
9	9	9	8	9	8	6	6	6				

14. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
69-74	D	задовільно	
60-68	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

15. Рекомендована література

Базова

- Паначевний Б. І., Свергун Ю. Ф. Загальна електротехніка, теорія і практикум. — К.: Каравела, 2004.
- Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Електроніка і мікросхемотехніка. — К.: Каравела, 2006.
- Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка. — К.: Каравела, 2004.
- Борисов О. В., Гусев В. О., Якименко Ю. І. Твердотільна електроніка. — К.: Політехніка, 2004.
- Іванов І.І. Равдоник В.С. Електротехніка. Навчальний посібник для неелектричних спеціальностей вузів. - М.: Вища школа. 2007. - 375 с.
- Корул В.І., Гамола О.С. Електротехніка: Підручник. Львів: «Манголія 2006», 2008. – 447 с
- Міліх В.І., Шавльовкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. К.: Каравела, 2007.– 688 с.
- Данилов І.А., Іванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие. - М.: Высш. школа, 2000. - 751 с.

11. Жаворонков М.А., Кузин А.В. Электротехника и электроника: Учеб. пособие. - М.: Изд. центр "Академия", 2005. - 400 с.

Допоміжна

1. Иванов И.И., Лукин А.Ф., Соловьев Г.И. - Электротехника. Основные положения, примеры и задачи. - СПб.: Изд-во «Лань», 2002. - 192 с.

2. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: Учебник. - М.: Изд. центр "Академия", 2008. - 544 с.

3. Рекус Г.Г., Белоусов А.И. Сборник задач по электротехнике и основами электроники: Учеб. пособие. - М: Высш. школа, 2001. - 416 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://bn.brs.onj/reader/Title=610396>
2. <http://www.yama.gov.lv/ru/page/801>