

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова ИМК І



М. А. Шевцова

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 29 » серпня 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Електротехніка

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія»,
27 «Транспорт»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування»,
134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка», 142 «Енергетичне машинобудування», 144
«Теплоенергетика», 272 «Авіаційний транспорт», 274 «Автомобільний
транспорт»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Динаміка і міцність машин», «Роботомеханічні системи та
логістичні комплекси», «Комп'ютерний інжиніринг», «Літаки і вертольоти»,
«Аеродинаміка літальних апаратів», «Технології виробництва і ремонту
літальних апаратів», «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», «Технології
виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок», «Безпілотні
літальні комплекси», «Ракетні двигуни та енергетичні установки», «Ракетні та
космічні комплекси», «Проектування та виробництво композитних
конструкцій», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність»,
«Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Газотурбінні установки і
компресорні станції», «Енергетичний менеджмент», «Комп'ютерно-інтегровані
технології проектування енергетичних систем», «Теплофізика», «Технічне
обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів», «Автомобілі та
автомобільне господарство»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма «Е.лектротехніка»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальностями 131 “Прикладна механіка”, 133 “Галузеве машинобудування”, 134 “Авіаційна та ракетно-космічна техніка”, 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”, 142 “Енергетичне машинобудування”, 144 “Теплоенергетика”, 272 “Авіаційний транспорт”, 274 “Автомобільний транспорт”

освітніми програмами “Динаміка і міцність машин”, “Роботомеханічні системи та логістичні комплекси”, “Комп’ютерний інжиніринг”, “Літаки і вертольоти”, “Аеродинаміка літальних апаратів”, “Технології виробництва і ремонту літальних апаратів”, “Авіаційні двигуни та енергетичні установки”, “Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок”, “Безпілотні літальні комплекси”, “Ракетні двигуни та енергетичні установки”, “Ракетні та космічні комплекси”, “Проектування та виробництво композитних конструкцій”, “Енергетичний менеджмент та енергоефективність”, “Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії”, “Газотурбінні установки і компресорні станції”, “Енергетичний менеджмент”, “Комп’ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем”, “Теплофізика”, “Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів”, “Автомобілі та автомобільне господарство”

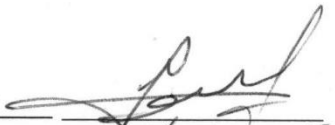
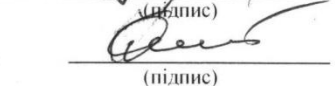
«29» серпня 2019 р., – 14 с.

Розробник: Фомичов К.Ф., доцент каф.№305, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

Косиченко О.М., ст. викл. каф.№305

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

(підпис)


Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри кафедри «Мехатроніка та електротехніка»

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2019 р.

Завідувач кафедри Д.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

А.П. Собчак

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів 3	<p style="text-align: center;">Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u>,</p> <p style="text-align: center;"><u>14 «Електрична інженерія»</u>,</p> <p style="text-align: center;"><u>27 «Транспорт»</u> <small>(шифр та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Спеціальність <u>131 “Прикладна механіка”</u>,</p> <p style="text-align: center;"><u>133 “Галузеве машинобудування”</u>, <u>134 “Авіаційна та ракетно-космічна техніка”</u>, <u>141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”</u>, <u>142 “Енергетичне машинобудування”</u>, <u>144 “Теплоенергетика”</u>,</p> <p style="text-align: center;"><u>272 “Авіаційний транспорт”</u>,</p> <p style="text-align: center;"><u>274 “Автомобільний транспорт”</u> <small>(код та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Освітня програма <u>“Динаміка і міцність машин”</u>, <u>“Роботомеханічні системи та логістичні комплекси”</u>,</p> <p style="text-align: center;"><u>“Комп’ютерний інжиніринг”</u>, <u>“Літаки і вертольоти”</u>,</p> <p style="text-align: center;"><u>“Аеродинаміка літальних апаратів”</u>, <u>“Технології виробництва і ремонту</u></p>	Цикл загальної підготовки	
Кількість модулів 2		<p style="text-align: center;">Навчальний рік</p> <p style="text-align: center;">2019/2020</p> <p style="text-align: center;">Семестр</p> <p style="text-align: center;">3-й</p> <p style="text-align: center;">Лекції ¹⁾</p> <p style="text-align: center;">16 годин</p> <p style="text-align: center;">Практичні, семінарські ¹⁾</p> <p style="text-align: center;">8 годин</p> <p style="text-align: center;">Лабораторні ¹⁾</p> <p style="text-align: center;">16 годин</p> <p style="text-align: center;">Самостійна робота</p> <p style="text-align: center;">50 годин</p> <p style="text-align: center;">Вид контролю</p>	
Кількість змістовних модулів 2			
Індивідуальне завдання _____ <small>(назва)</small>			
Загальна кількість годин – 90 40/90			
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3		модульний контроль залік	

	<p><u>літальних апаратів</u>”, <u>“Авіаційні двигуни та енергетичні установки”</u>, <u>“Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок”</u>, <u>“Безпілотні літальні комплекси”</u>, <u>“Ракетні двигуни та енергетичні установки”</u>, <u>“Ракетні та космічні комплекси”</u>, <u>“Проектування та виробництво композитних конструкцій”</u>, <u>“Енергетичний менеджмент та енергоефективність”</u>, <u>“Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії”</u>, <u>“Газотурбінні установки і компресорні станції”</u>, <u>“Енергетичний менеджмент”</u>, <u>“Комп’ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем”</u>, <u>“Теплофізика”</u>, <u>“Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів”</u>, <u>“Автомобілі та автомобільне господарство”</u> <small>(найменування)</small></p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	
--	--	--

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40/50.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: формування у студентів знань електротехнічних законів; електротехнічної термінології та символіки, методів аналізу електричних і магнітних кіл; принципів дії, конструкцій, властивостей, галузей застосування основного електротехнічного обладнання, електровимірювальних приладів; уміння експериментально визначити параметри і характеристики типових електричних машин; практичних навичок ввімкнення електричних апаратів та управління ними.

Завдання: вивчення законів електротехніки, методів розрахунку електричних кіл, які дають можливість досліджувати їх найбільш загальні властивості, абстрагуючись від тих властивостей, які не мають суттєвого значення.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Електротехніка» базується на результатах навчання, отриманих при вивченні дисциплін «Фізика» та «Вища математика».

Дисципліна «Електротехніка» забезпечує дисципліни: «Прилади та авіаційні електронні системи», «Обладнання літаків і вертольотів», «Теплообмінне обладнання в енергетиці та газовій галузі», «Системи постачання палива ракетних двигунів», «Джерела та перетворювачі енергії», «Пристрої промислової електроніки нетрадиційних енергоустановок», «Технологія виробництва нетрадиційних енергоустановок», «Електроніка та мікросхемотехніка», «Мікропроцесорні пристрої», «Технічні засоби автоматизації».

Результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- теорію електричних кіл;
- методи розрахунку електричних кіл;
- теоретичні основи та принципи побудови електричних машин,

вміти:

- застосовувати набуті знання в навчальному процесі, науково-дослідницькій та практичній діяльності;
- досліджувати основні закони та електротехнічні явища
- включати електричні апарати і машини та управляти ними,

мати уявлення:

- про особливості електротехнічних пристроїв авіаційної та космічної техніки.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Електричні кола постійного та синусоїдного струму

Вступ. Тема 1. Основні поняття та елементи електричних кіл

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Історичні відомості з електротехніки та електроніки. Місце дисципліни в навчальному плані спеціальності. Генеруючі та приймаючі пристрої. Схеми заміщення. Елементи схем заміщення. Умовні графічні позначення. Перехідний та сталий режим роботи. Схеми заміщення резистора, індуктивної котушки та конденсатора як приймачів електричної енергії.

Тема 2. Електричні кола постійного струму

Розрахунок та аналіз електричного стану нерозгалужених і розгалужених кіл. Методи розрахунку: за допомогою законів Кірхгофа, контурних струмів, вузлових потенціалів, накладення.

Тема 3. Однофазні електричні кола синусоїдного струму

Синусоїдні електрорушійна сила (ЕРС), струм і напруга. Способи зображення електричних величин - синусоїдних функцій: часовими діаграмами, векторами, комплексними числами. Ємність, індуктивність і резистор у колі однофазного струму. Активний, реактивний і повний опори. Закон Ома, закони Кірхгофа в комплексній формі. Фазові співвідношення між струмом і напругою. Рівняння електричного стану кіл з послідовним та паралельним з'єднанням активного опору, котушки індуктивності та конденсатора. Резонанс напруг, умови виникнення і практичне значення. Векторні діаграми на комплексній площині. Резонанс струмів, умови виникнення і практичне значення. Активна, реактивна і повна потужності. Коефіцієнт потужності. Підвищення коефіцієнта потужності.

Тема 4. Трифазні електричні кола

Елементи трифазних кіл. Трифазний генератор. З'єднання елементів трифазного кола за схемами "зірка" та "трикутник". Симетричні і несиметричні режими роботи. Три - та чотирипровідні кола. Фазні та лінійні струм і напруга при симетричних навантаженнях. Потужність трифазного кола і її вимірювання.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Трансформатори і електричні машини постійного й змінного струму.

Тема 1. Основи теорії магнетизму. Трансформатори

Основні фізичні величини і співвідношення. Характеристика магнітних властивостей феромагнітних матеріалів. Магнітні кола. Аналіз магнітних кіл постійного струму. Особливості фізичних процесів в магнітних колах змінного струму. Індуктивнозв'язані електричні кола.

Рівняння електричного і магнітного станів трансформатора. Призначення і галузі застосування трансформаторів. Будова і принцип дії однофазного трансформатора. Коефіцієнт трансформації. Умовні графічні позначення, які застосовуються для зображення трансформаторів на електричних схемах. Режими роботи. Втрати енергії. Зовнішні характеристики.

Тема 2. Асинхронні машини. Будова, принцип дії. Пуск, регулювання частоти обертання

Статор, ротор (короткозамкнений, фазний). Обертальне магнітне поле. Режими роботи: двигуна, генератора, електромагнітного гальма. Синхронна частота обертання, ковзання. Вплив ковзання на величину і фазу струму обмотки ротора. Електромагнітний момент. Механічні характеристики.

Методи пуску: конструктивні (з глибоким пазом, з подвійною „білячою кліткою”), прямі, автотрансформаторні, перемиканням обмотки статора із ”зірки” на ”трикутник”. Методи регулювання частоти обертання: зміною частоти напруги, числа пар полюсів. Регулювання частоти обертання двигуна із фазним ротором. Реверсування. Втрати енергії та ККД асинхронного двигуна.

Тема 3. Синхронні машини. Будова та принцип дії, характеристики

Конструктивні особливості. Схеми збудження. Принцип дії синхронного генератора і синхронного двигуна. Пуск синхронного двигуна. Авіаційний синхронний генератор. Електромагнітний момент і кутова характеристика. Характеристика холостого ходу. Зовнішня характеристика. Регульовальна характеристика. Паралельна робота. Втрата потужності та ККД синхронної машини.

Тема 4. Машини постійного струму. Будова, принцип дії, характеристики

Будова МПТ — статор-індуктор, ротор-якір. Головні та додаткові полюси. Обмотка якоря. Колектор. Щіткотримачі. Схеми збудження. Принцип дії генератора і двигуна постійного струму. ЕРС обмотки якоря. Електромагнітний момент. Реакція якоря. Комутація.

Характеристики генератора постійного струму: холостого ходу, самозбудження, зовнішня та регульовальна. Механічні характеристики двигунів постійного струму. Пуск, регулювання частоти обертання, реверсування. Втрати потужності, ККД машин постійного струму.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Електричні кола постійного та синусоїдного струму					
Тема 1. Вступ. Основні поняття та елементи електричних кіл	6	2	2		2
Тема 2. Електричні кола постійного струму	10	2	2	2	4
Тема 3. Однофазні електричні кола синусоїдного струму	14	2	4	2	6
Тема 4. Трифазні електричні кола	8	2		2	4
Модульний контроль	4			2	2
Разом за змістовним модулем 1	42	8	8	8	18
Змістовний модуль 2. Трансформатори і електричні машини постійного й змінного струму					
Тема 1. Основи теорії магнетизму. Трансформатори	16	2		4	10
Тема 2. Асинхронні машини. Будова, принцип дії	10	2		2	6
Тема 3. Синхронні машини. Будова, принцип дії, характеристики	8	2			6
Тема 4. Машини постійного струму. Будова, принцип дії, характеристики	8	2			6
Модульний контроль	4			2	2
Разом за змістовним модулем 2	46	8		8	30
Усього годин	88	16	8	16	48
Модуль 2					
Контрольний захід					2
Усього годин	90	16	8	16	50

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок електричних кіл постійного струму	2
2	Розрахунок електричних кіл змінного струму	2
3	Розрахунок трифазних електричних кіл	2
4	Розрахунок індуктивнозв'язаних електричних кіл	2
	Разом	8

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Електричні вимірювання і прилади	2
2	Дослідження електричних кіл синусоїдного струму	2
3	Дослідження індуктивнозв'язаних кіл однофазного синусоїдного струму	2
4	Дослідження трифазних електричних кіл	2
4	Модульний контроль	2
5	Дослідження однофазного трансформатора	2
6	Дослідження асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором	2
7	Модульний контроль	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Похибки приладів і вимірювань	2
2	Методи розрахунку електричних кіл: -безпосереднє використання законів Ома та Кірхгофа; -контурні струми; -вузлові потенціали; -принцип накладення (суперпозиції)	6
3	Активна, реактивна і повна потужності. Коефіцієнт потужності	4
4	Потужність трифазного кола і її вимірювання	4
5	Схеми заміщення магнітних кіл	4
6	Паспортні данні трансформаторів та зовнішні характеристики. Трифазні трансформатори	8
7	Підготовка до модульного контролю	2
8	Будова, принцип дії та галузі застосування асинхронних машин	6
9	Будова, принцип дії та галузі застосування синхронних машин	6
10	Будова, принцип дії та галузі застосування машин постійного струму	6
11	Підготовка до модульного контролю	2
	Разом	50

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені навчальним планом.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання та захист лабораторних робіт	0...10	4	0...40
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	2	0...2
Виконання та захист лабораторних робіт	0...10	2	0...20
Модульний контроль	0...16	1	10...16
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до заліку. При складанні семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з наступних питань:

1. Струм в колі з ідеалізованою котушкою змінюється за законом $i = I_m \sin(\omega t - 90^\circ)$. За яким законом змінюється напруга в колі? 20 балів
2. Поясніть призначення нейтрального проводу у трифазному електричному колі синусоїдального струму. 20 балів
3. Трансформатор має обмотки з числом витків $w_1=2$ і $w_2=100$. Визначити його коефіцієнт трансформації. 20 балів
4. Зобразіть механічну характеристику асинхронного двигуна з фазним ротором. 20 балів
5. Перелічіть способи збудження машин постійного струму. 20 балів

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

студент повинен знати:

- електротехнічну термінологію та символіку;
- методи розрахунку електричних кіл постійного, синусоїдного, однофазного і трифазного струму;
- галузі застосування основних видів електротехнічного та електронного обладнання та електровимірювальних приладів.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

студент повинен вміти:

- експериментально визначати параметри й характеристики типових

електричних машин;

- включати електричні апарати і машини та управляти ними;
- правильно вибирати електричні машини й електровимірювальні прилади.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно давати характеристику електричному колу, проводити обчислення простих електричних кіл. Знати способи зображення електричних величин – синусоїдних функцій часовими діаграмами, векторами, комплексними числами. Знати основні фізичні величини та співвідношення магнітних кіл. Вміти пояснити принцип дії та конструктивні особливості електричних машин.

Добре (75 - 89). Володіти твердими мінімальними знаннями з електротехніки, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти обчислювати складні електричні кола з використанням відомих методів, будувати векторні діаграми. Знати основні характеристики електричних машин, їх режими роботи та способи регулювання і керування.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі методи розрахунку електричних кіл постійного та змінного струму. Давати математичне обґрунтування співвідношенням, які характеризують режими роботи, параметри трансформаторів та електричних машин. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Електротехніка та основи електроніки. [Текст] Навчальний посібник до лабораторного практикуму / Агаркова С.А., Благодарний М.П., Бояркін А.О., Галіцин Е.А., Кіслий А.Г., Косиченко О.М., Фомичов К.Ф. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. — 96 с.
2. Електротехніка. [Текст] Учебное пособие для самостоятельной работы студентов/ Кислый А.Г., Косыченко О.Н., Фомичев К.Ф. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2016. — 144 с.
3. Задачі з електротехніки [Текст] навч. посіб. до практ. занять / А. Г. Кислий, О. М. Косиченко, К. Ф. Фомичов. — Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. — 76 с.
4. Електротехніка та електроніка (Робочий зошит для самостійної роботи студентів при підготовці, оформленні та здачі лабораторних робіт). Харків, ХАІ, 2004.
5. Електротехніка та основи електроніки / Е.А. Галіцин, В.З. Комков и др. — Навч. посібник до лабораторного практикуму. — Харків: Харк. авіац. ин-т, 1998. — 85с.
6. Галицын Э.А. Электротехника и электроника: Учебное пособие по выполнению контрольных заданий для студентов факультета заочного образования.Х.; ХАИ, 1999, -74с.
7. Сайт кафедри: k305@khai.edu.
8. Сайт університету: khai.edu.

14. Рекомендована література

Базова

1. Мілих В.І. Електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник. — К: Каравела, 2006. — 376 с.
2. Паначевный Б.И. Курс электротехники: Учебник для студентов механических специальностей ВУЗов. — Харьков: Торсинг, Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. — 288 с.
3. Паначевный Б.І., Свергун Ю.Ф. Загальна електротехніка: Підручник. 3-є вид. — К.: Каравела, 2012. — 296 с.
4. Трегуб А. П. Электротехника. Учебное пособие. — К.: Вища школа, 1987. — 600 с.
5. Касаткин А. С., Немцов М. В. Электротехника. 6-е изд., перераб. — М.: Высш. шк., 2000. — 542 с.
6. Паначевный Б.І. Курс електротехніки. Підручник. — Харків: Торнадо, 1999. — 288с.

Допоміжна

1. Технічна електродинаміка, науковий журнал. Національна академія наук України. Інститут електродинаміки НАН України.

2. Phillip, E. Book/Definitions [Electronic resource]: electrical engineering dictionary / E. Phillip, A. Laplante. - Boca Raton : CRC Press, 2000. - 751 p.
3. Тверитникова О.Є. Електротехнічна галузь України другої половини ХХ ст.: напрями розвитку і здобутки: монографія. – Харків: ТОВ «Тім Пабліш Груп», 2017. – 500 с.
4. Электротехника [Текст]: учебно- методический пособие / сост. М. М. Домиников; Черновицкий национальный ун-т им. Юрия Федьковича. - Черновцы: Рута, 2008. - 100 с .

15. Інформаційні ресурси

1. <http://er.nau.edu.ua:8080/bitstream/NAU/>. Приклади розрахунку електричних кіл постійного струму.
2. <https://ppt-online.org/129400>. Електричні машини. Трансформатори