

Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

ГАЛЬКО С.В.

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ,
частина 1

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності G3 «Електрична інженерія»
за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка



2025 р.

УДК 621.313(072)

Г17

*Рекомендовано методичною комісією
факультету енергетики і комп'ютерних технологій
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
(Протокол № 2 від 24 вересня 2025 р.)*

Рецензенти:

Мірошник О.О., д.т.н., проф., завідувач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту Державного біотехнологічного університету, м. Харків

Тиховод С.М., д.т.н., проф., професор кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В.В. Овчарова Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Галько С.В.

Г-17 Електричні машини, частина 1: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр». Запоріжжя: ТДАТУ, 2025. 26 с.

Методичні вказівки призначені для здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр» зі спеціальності G3 «Електрична інженерія» і спрямовані на вивчення та закріплення матеріалу з машин постійного струму і трансформаторів. У методичних вказівках сформульована мета та завдання дисципліни, її місце в структурно-логічній схемі підготовки фахівця, загальний розподіл обсягу навчальної роботи здобувача, література, що рекомендується для вивчення дисципліни, теми і питання, що вивчаються, розподіл годин і балів за змістовими модулями, план-графіки самостійного вивчення змістових модулів, перелік питань, що виносяться на підсумкові модульні контролі, критерії оцінювання знань здобувачів.

УДК 621.313(072)

© Галько С.В.

© Таврійський державний
агротехнологічний університет,
імені Дмитра Моторного, 2025 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	6
1.1 Мета та завдання дисципліни.....	6
1.2 Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фа- хівця.....	8
1.3 Навчально-методична література.....	8
2 МОДУЛЬ 1. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ І ТРАНСФОРМАТОРИ.....	10
2.1 Змістовий модуль 1. Машини постійного струму.....	10
2.2 Змістовий модуль 2. Трансформатори.....	16
3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	24

ВСТУП

Підвищення якості підготовки молодих спеціалістів тісно пов'язане з розширенням та удосконаленням самостійної роботи здобувачів вищої освіти у період навчання. Треба відзначити, що роль самостійної роботи здобувачів при вивченні навчальних дисциплін також суттєво зростає у зв'язку зі вступом України в Болонський процес та переходом на кредитно-модульну систему організації освітнього процесу, тому що обсяг її повинен скласти 2/3 від загального обсягу необхідних для вивчення дисципліни годин.

Здобувачі спеціальності G3 «Електрична інженерія» всіх форм навчання протягом двох семестрів вивчають дисципліну «Електричні машини».

Електричні машини – це основний елемент електроенергетичного устаткування і обладнання. Вони використовуються для виробництва електричної енергії (генератори), її перетворення з метою передачі і подальшого застосування (трансформатори) та приведення в дію робочих машин і механізмів (двигуни).

Дисципліна «Електричні машини, частина 1» дозволяє здобувачам вищої освіти отримати уявлення про основні фізичні закони, на яких базується принцип дії і процеси перетворення енергії в електричних машинах постійного струму і трансформаторах, а також взаємозалежності електричних, енергетичних і техніко-економічних характеристик та показників таких машин.

Навчальна дисципліна «Електричні машини» відіграє важливу роль у загальній програмі підготовки фахівців зі спеціальністю G3 «Електрична інженерія» і передбачає вивчення призначення та будови машин постійного струму загальнопромислового виконання; основ теорії машин постійного струму, поняття і оцінювання комутації; призначення, будову і принцип дії силових трансформаторів, основи теорії трансформаторів, енергетику силових трансформаторів; методики проведення досліджень і випробувань силових трансформаторів, експлуатаційні якості трансформаторів; особливості будови, принцип дії і галузі використання спеціальних видів трансформаторів. Надає практичні навички, пов'язаних з підключенням, експлуатацією та визначенням параметрів електричних машин і трансформаторів.

Ці методичні вказівки дозволять ще в більшій мірі інтенсифікувати освітній процес, схилиючи центр тяжіння у навчанні на самостійну роботу здобувачів, а також враховувати сучасні тенденції розвитку вищої освіти.

Методичні вказівки підготовлені на основі робочої програми дисципліни «Електричні машини, ч.1», що передбачає наступний загальний розподіл обсягу навчальної роботи для здобувачів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Загальний розподіл обсягу навчальної роботи здобувача вищої освіти з дисципліни «Електричні машини, ч.1»

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<u>денна форма навчання</u>	
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u>	<u>обов’язкова</u>	
Загальна кількість годин – 120	Спеціальність <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u>	Курс	Семестр
Змістових модулів – 2		3-й	5-й
Тижневе навантаження: аудиторних занять – 4 самостійна робота студента – 8	Ступінь вищої освіти <u>«Бакалавр»</u>	Вид занять	Кількість годин
		Лекції	20 год.
		Лабораторні заняття	20 год.
		Практичні заняття	-
		Семінарські заняття	-
		Самостійна робота	80 год.
		Форма контролю: <u>екзамен</u>	

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета та завдання дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Електричні машини, ч.1» є:

- формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань основних фізичних законів, на яких базується принцип дії і процеси перетворення енергії в електричних машинах постійного струму та трансформаторах;
- вивчення взаємозалежності електричних, енергетичних і техніко-економічних характеристик і показників електричних машин постійного струму та трансформаторів;
- набуття та свідоме застосування знань з електричних машин.

Завдання дисципліни полягає у вивченні основних положень теорії електричних машин, вмінні творчого вирішення питань проектування, експлуатації і ремонту електричних машин постійного струму та трансформаторів, а також проведення досліджень, випробувань та оцінки їх показників в різних експлуатаційних режимах.

Результати навчання (з урахуванням soft skills)

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК8. Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності:

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

ФК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані

задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Програмні результати навчання:

РН1. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

РН2. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань

РН3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

РН5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

РН7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

РН9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

РН11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань.

РН19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести суперечки і відстоювати свою позицію, спілкування в конфліктній ситуації; навички створення, керування й побудови відносин у команді;

- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; проводити презентації;

- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;

- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність мінятися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблем;
- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння встановлювати мету, планувати;
- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до колег.

1.2 Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

Міждисциплінарні зв'язки з урахуванням структурно-логічної схеми ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» наступні.

Перелік навчальних дисциплін, знання з яких потрібні для вивчення освітньої компоненти «Електричні машини»: «Вища математика», «Фізика», «Електротехнічні матеріали», «Монтаж електрообладнання і систем керування», «Теоретичні основи електротехніки».

Перелік навчальних дисциплін, вивчення яких у подальшому базується на матеріалі освітньої компоненти «Електричні машини»: «Основи електроприводу», «Експлуатація та ремонт електрообладнання», «Електрична частина станцій і підстанцій».

1.3 Навчально-методична література

Для успішного самостійного освоєння дисципліни здобувачу рекомендується користуватися навчально-методичною літературою, список якої наведений нижче

Базова

1. Електричні машини: навчальний посібник. Ч.1 / А. Ю. Букарос, В. Т. Беліков, О. М. Герега. Дніпро: Арбуз, 2021. 101 с.
2. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю. М. Куценко та ін. К.: Аграрна освіта, 2013. 449 с., іл.
3. Електричні машини: навчальний посібник / Г. Г. Півняк та ін. Дніпропетровськ: Видавництво Національного гірничого університету, 2003. 329 с.
4. Белікова Л. Я., Шевченко Л. Я. Електричні машини: навчальний посібник. Одеса: Наука і техніка, 2012. 480 с.
5. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори: навчальний посібник, за ред. В. І. Мілих. Харків: ФОП Панов А. М., 2018. 452 с.

Допоміжна

6. Електричні машини: машини постійного струму і трансформатори: навчальний посібник для виконання лабораторних робіт / С. О. Квітка та ін. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2019. 167 с.

7. Яцун М. А. Електричні машини: підручник. Львів: Львівська політехніка, 2001. 428 с.
8. Андрієнко В. М., Куєвда В. П. Електричні машини: навчальний посібник. К.: НУХТ, 2010. 366 с.
9. Загірняк М. В., Невзілін Б. І. Електричні машини: підручник. К.: Знання, 2009. 399 с., іл.
10. Енергетика та електрифікація. Науково-виробничий журнал. К. : ТОВ «Технічний центр «Енергія». ISSN 0424-9879

Інформаційні ресурси

1. Освітній портал ТДАТУ: <http://op.tsatu.edu.ua/course/view.php?id=281>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ: <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри ЕТЕМ:
<http://www.tsatu.edu.ua/etem/dyscypliny/elektrychni-mashyny-ch1/>
4. Internet.

2 МОДУЛЬ 1. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ І ТРАНСФОРМАТОРИ

2.1 Змістовий модуль 1. Машини постійного струму

Тема 1. Основні теоретичні відомості і загальні питання будови і устрою машин постійного струму [1,3-5,6,7, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 1]:

- 1.1 Задачі і зміст курсу «Електричні машини».
- 1.2 Призначення та види машин постійного струму.
- 1.3 Будова і принцип дії машини постійного струму.
- 1.4 Принцип оберненості електричних машин.

Тема 2. Генератори постійного струму [1,4,5,6-8, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 2]:

- 2.1 Призначення та види генераторів постійного струму (ГПС).
- 2.2 Принцип дії та основні рівняння ГПС.
- 2.3. Режим холостого ходу та навантаження ГПС.
- 2.4 Енергетична діаграма перетворення потужності в ГПС.
- 2.5 Енергетичні показники ГПС.
- 2.6. Реакція якоря.
- 2.7 ГПС незалежного збудження: електрична схема, характеристики та властивості.

2.8 ГПС паралельного і змішаного збудження: електрична схема, характеристики та властивості. Принцип самозбудження ГПС.

Тема 3. Двигуни постійного струму [1,2,5,6,9, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 3]:

- 3.1 Призначення та види двигунів постійного струму (ДПС).
- 3.2 Принцип дії та основні рівняння ДПС.
- 3.3 Енергетична діаграма перетворення потужності в ДПС.

3.4 Номінальні дані та методика розрахункового визначення енергетичних показників ДПС за паспортними даними.

3.5 Способи пуску і регулювання частоти обертання ДПС.

3.6 Статичні характеристики ДПС незалежного збудження.

3.7 Регулювання частоти обертання ДПС незалежного збудження.

3.8 Статичні характеристики і властивості ДПС послідовного збудження.

3.9. Статичні характеристики і властивості ДПС змішаного збудження.

3.10 Регулювання частоти обертання ДПС послідовного збудження.

3.11 Регулювання частоти обертання ДПС змішаного збудження.

Тема 4. Комутація машин постійного струму [1-5,9,10, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 4]

4.1 Поняття і оцінка комутації МПС.

4.2 Принципи та причини іскріння щіток МПС.

4.3 Процес і види комутації МПС.

4.3 Способи і шляхи полегшення комутації в процесі роботи МПС.

4.4 Методика експериментальної перевірки і налагодження комутації.

4.5 Комутаційна ЕРС якоря.

Розподіл годин і балів за змістовим модулем 1 наведений у таблиці 2.1, а план-графік самостійного вивчення змістового модуля 1 у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1. Розподіл годин і балів за змістовим модулем 1

№ тижня	Вид заняття	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лк	лаб.	практ.	СРС	
Змістовий модуль 1. <i>Машини постійного струму</i>							
1	Лекція 1	Будова, принцип дії і особливості роботи машин постійного струму	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 1	Вивчення будови машин постійного струму з вимірюванням опорів обмоток якоря та збудження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 1	Підготовка до лекції 1 та лабораторного заняття 1	-	-	-	8	1+1
2	Лекція 2	Основні рівняння та режими роботи генераторів постійного струму	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 2	Дослідження ГПС незалежного збудження в режимі холостого ходу	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 2	Підготовка до лекції 2 та лабораторного заняття 2	-	-	-	8	1+1
3	Лекція 3	Процеси перетворення енергії, характеристики і властивості ГПС паралельного і змішаного збудження	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 3	Дослідження генератора постійного струму незалежного збудження в режимі навантаження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 3	Підготовка до лекції 3 та лабораторного заняття 3	-	-	-	8	1+1

Продовження табл. 2.1.

№ ти- жня	Вид заняття	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лк	лаб.	практ.	СРС	
4	Лекція 4	Основні рівняння та ре- жими роботи двигунів пос- тійного струму	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 4	Дослідження генератора постійного струму паралеле- льного збудження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 4	Підготовка до лекції 4 та лабораторного заняття 4	-	-	-	8	1+1
5	Лекція 5	Енергетичні показники, ре- гулювальні і пускові власти- вості ДПС. Характеристики і способи регулювання част- оти обертання ДПС. Кому- тація в МПС	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 5	Дослідження ДПС паралеле- льного та змішаного збу- дження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 5	Підготовка до лекції 5 та лабораторного заняття 5	-	-	-	8	1+1
6,7	ПМК 1	Підсумковий контроль за змістовий модуль 1	-	-	-	-	10
Всього за змістовий модуль 1 – 60 годин			10	10	-	40	35

Таблиця 2.2. План-графік самостійного вивчення змістового модуля 1

№ ти- жня	№ теми	Питання, що ви- носяться на само- стійну роботу	Література, що рекомендується	Лаборато- рне (прак- тичне) за- няття	Кіл. го- дин	Форма контролю
1	1	Електромашино- будування на су- часному етапі. Конструкція МПС, матеріали констру- ктивні, магнітні, провідникові та ізоляційні. Узагал- ьнений принцип дії ДПС і ГПС.	[1], гл.2, п.2.1, пп. 2.2.1; [2], гл.1, п.1.2, гл.2, п.2.1,2.2; [3], гл.19, п.19.1-19.3; [4], гл.2, п.2.1,2.2, гл.3, п.3.1-3.6; [5], гл.6, п.6.1-6.5	ЛР№1	8	Контрольні запитання ЛР№1; тестування на освіт- ньому пор- талі за те- мою №1

Продовження табл. 2.2.

№ тижня	№ теми	Питання, що виносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
2	2	Основні рівняння та режими роботи ГПС. ЕРС і електромагнітний момент.	[1], гл.3, п.3.1; [3], гл.19, п.19.4; [4], гл.2, п.2.1,2.2, гл.4, п.4.1,4.2; [5], гл.6, п.6.6-6.7	ЛР№2	8	Контрольні запитання ЛР№2; тестування на освітньому порталі за темою №2
3	2	Магнітне поле МПС при холостому ході. Магнітна характеристика. Поле якоря. Реакція якоря. Компенсаційна обмотка.	[2], гл.2, п.2.3; [3], гл.20, п.20.1,20.2; [4], гл.5, п.5.1-5.7, гл.6, п.6.1-6.6; [5], гл.6, п.6.8	ЛР№3	8	Контрольні запитання ЛР№3; тестування на освітньому порталі за темою №2
4	3	Режими роботи ДПС. Гальмування ДПС. Втрати та коефіцієнт корисної дії. Нагрівання і охолодження МПС. Електричні мікромашини постійного струму.	[1], гл.4, п.4.5, 4.7; [2], гл.2, п.2.6-2.8; [3], гл.23, п.23.6; [4], гл.5, п.5.1-5.7, гл.6, п.6.1-6.6; [5], гл.6, пп.6.12.12	ЛР№4	8	Контрольні запитання ЛР№4; тестування на освітньому порталі за темою №3
5	4	Комутація МПС струму. Розрахунок додаткових полюсів. Способи поліпшення комутації. Експериментальна наладка комутації, радіоперешкоди, способи їх зниження.	[1], гл.2, пп.2.2.2; [2], гл.2, п.2.4; [3], гл.21, п.21.1-21.3; [4], гл.7, п.7.1-7.5, гл.8, п.8.1-8.4; [5], гл.6, пп.6.9.1-6.9.7	ЛР№5	8	Контрольні запитання ЛР№5; тестування на освітньому порталі за темою №4

Перелік питань, що виносяться на підсумковий модульний контроль 1

1. Машиною постійного струму називається...
2. Індуктор машини постійного струму призначений для створення...
3. У електричній машині постійного струму літерами Ш1 (E1) та Ш2 (E2) позначаються виводи...
4. Наведіть рівняння для визначення моменту первинного двигуна для ГПС.
5. Принцип оберненості машини постійного струму полягає в тому, що...
6. Наведіть рівняння для визначення полюсної поділки машини постійного струму.
7. Які типи обмоток якоря використовуються в машинах постійного струму?
8. Секцією обмотки якоря називається...
9. Електрорушійна сила, що індукується в обмотці якоря, буде максимальною, якщо...
10. Електрорушійна сила провідника E_{np} обмотки якоря визначається за рівнянням...
11. Реакція якоря машини постійного струму це...
12. Генератор постійного струму призначений для...
13. Наведіть рівняння для визначення напруги на затискачах генератора постійного струму.
14. Наведіть рівняння для визначення моменту холостого ходу генератора постійного струму.
15. Орієнтовна величина струму збудження генератора постійного струму незалежного збудження для машин малої і середньої потужності становить...
16. Тип генератора постійного струму, який за способом збудження не знайшов широкого поширення.
17. Назвіть основні недоліки генератора постійного струму послідовного збудження:
18. Назвіть умови самозбудження генератора постійного струму паралельного збудження.
19. На заводському щитку генератора постійного струму зазначено...
20. Наведіть регулювальну характеристика генератора постійного струму незалежного збудження.
21. Наведіть зовнішню характеристику генератора постійного струму змішаного збудження за згідного включення серієсної обмотки.
22. Причиною появи залишкової електрорушійної сили, що виникає на холостому ході генератора постійного струму за відсутності струму в обмотці збудження, є...

23. За номінального навантаження величина зміни напруги генератора постійного струму незалежного збудження становить...

24. Потужність первинного двигуна для приводу генератора постійного струму за паспортними даними визначається за рівнянням...

25. У коло обмотки збудження генератора постійного струму вводиться регулювальний реостат для регулювання...

27. Напруга на затискачах генератора постійного струму за струму навантаження $I_a=200$ А та опору обмотки якоря $R_a=0,1$ Ом і значення електроорушійної сили $E_a=240$ В становить:

28. Струм короткого замикання генератора постійного струму за значення електроорушійної сили $E_a=240$ В та опору обмотки якоря $R_a=0,1$ Ом, дорівнює:

29. Визначте ККД генератора постійного струму, на щитку якого вказано потужність 0,3 кВт, а сумарні втрати за номінального навантаження становлять 0,1 кВт.

30. Напруга на затискачах генератора постійного струму незалежного та паралельного збудження в разі збільшення навантаження...

31. Швидкість обертання генератора постійного струму з незалежним збудженням збільшилася в 2 рази. Як змінилась ЕРС генератора?

32. У генераторах постійного струму компенсаційна обмотка використовується для...

33. Основне рівняння напруги двигуна постійного струму має вигляд:

34. Назвіть способи збудження двигунів постійного струму.

35. Орієнтовне значення пускового струму двигуна постійного струму за прямого пуску становить...

36. Найбільш поширений спосіб пуску двигунів постійного струму...

37. Під час пуску двигуна постійного струму необхідно забезпечити...

38. Рівняння швидкісної характеристики двигуна постійного струму паралельного (незалежного) збудження має вигляд...

39. Рівняння механічної характеристики двигуна постійного струму паралельного (незалежного) збудження має вигляд...

40. Для зміни напрямку обертання якоря двигуна постійного струму необхідно змінити напрям струму тільки в колі...

41. Тип збудження двигуна постійного струму, якому відповідає механічна характеристика...

42. Назвіть способи регулювання частоти обертання двигуна постійного струму незалежного збудження.

43. Наведіть енергетичну діаграму перетворення потужності в двигуні постійного струму паралельного збудження.

44. Визначте значення пускового опору R_n для обмеження пускового струму I_n до значення $2I_n$ для двигуна постійного струму з наступними номінальними даними: $U_n=220$ В, $I_{a.n.}=10$ А, $R_a=1$ Ом.

45. Номінальний струм двигуна постійного струму визначається за рівнянням...
46. Швидкість якоря двигуна постійного струму збільшилася у 2 рази, як змінилися втрати на вихрові струми в сталі якоря?
47. Двигуни постійного струму якого типу збудження найменш уразливі у разі перевантаження за моментом і важких умов пуску?
48. Назвіть види комутації машин постійного струму.
49. Назвіть основні види причин іскріння щіток.
50. Реактивною електрорушійною силою секції називають...
51. «Круговим вогнем» називають...
52. Довготривала робота машини постійного струму припустима за ступеня іскріння щіток...
53. Прямолінійна комутація спостерігається за значення сумарної електрорушійної сили Σe , індукованої в секції обмотки якоря, що дорівнює...
54. «Теоретично ідеальним» випадком комутації називають...
55. Залежно від виду комутації, іскріння відбувається...
56. Швидкість обертання генератора постійного струму з незалежним збудженням збільшилася в 2,5 рази. Як змінилась ЕРС генератора?
57. У машинах постійного струму компенсаційна обмотка використовується для...
58. Основне рівняння напруги двигуна постійного струму має вигляд:
59. Назвіть способи збудження двигунів постійного струму.
60. Орієнтовне значення пускового струму двигуна постійного струму за прямого пуску становить.

2.2 Змістовий модуль 2. Трансформатори.

Тема 5. Основні теоретичні відомості і загальні питання будови і устрою силових трансформаторів [1-5,6,8,9, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 5]:

- 5.1 Призначення і види трансформаторів.
- 5.2 Будова і принцип дії трансформатора.
- 5.3 Паспортні та номінальні дані трансформаторів.
- 5.4 Схеми та групи з'єднання обмоток силових трансформаторів.
- 5.5 Основні рівняння трансформатора у векторній і диференційній формі.
- 5.6 Векторні діаграми трансформатора.
- 5.7 Приведений силовий трансформатор.
- 5.8 Схеми заміщення силового трансформатора та їх параметри.
- 5.9 Методика визначення параметрів схем заміщення за паспортними даними.

Тема 6. Енергетика силових трансформаторів [1,2,5,6,7, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 6]:

6.1 Енергетичні діаграми перетворення потужності в силовому трансформаторі.

6.2 Дослід холостого ходу і аналіз характеристик холостого ходу.

6.3 Дослід короткого замикання і аналіз характеристик короткого замикання.

6.4 Методика визначення енергетичних показників силового трансформатора за паспортними даними.

6.5 Втрати і ККД силового трансформатора.

6.6 Методика розрахунку і побудови графіка ККД силового трансформатора.

Тема 7. Режими роботи силових трансформаторів [1-5,6,9, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 7]:

7.1 Режим холостого ходу силового трансформатора.

7.2 Режим навантаження силового трансформатора.

7.3 Робочі характеристики силового трансформатора.

7.4 Паралельна робота силових трансформаторів.

7.5 Змінення вторинної напруги силового трансформатора.

7.6 Принципи і способи регулювання напруги силового трансформатора.

7.7 Перехідні процеси в трансформаторі при вмиканні до мережі.

7.8 Раптове коротке замикання в силових трансформаторах.

7.9 Ударний струм короткого замикання.

Тема 8. Спеціальні трансформатори [1,3,5,7-9, конспект лекцій та освітньо-інформаційний портал за темою 8]:

8.1 Призначення, особливості конструкції і властивості автотрансформаторів.

8.2 Призначення, особливості конструкції і властивості багатообмоточних трансформаторів.

8.3 Призначення, особливості конструкції і властивості вимірювальних трансформаторів струму і напруги.

8.4 Призначення особливості конструкції, схеми вмикання і принцип дії зварювальних трансформаторів.

8.5 Призначення особливості конструкції, схеми вмикання і принцип дії групових трансформаторів.

Розподіл годин і балів за змістовим модулем 2 наведений у таблиці 2.3, а план-графік самостійного вивчення змістового модуля 2 у таблиці 2.4.

Таблиця 2.3. Розподіл годин і балів за змістовим модулем 2

№ тижня	Вид заняття	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лк	лаб.	практ	СРС	
8	Лекція 6	Будова та принцип дії силових трансформаторів	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 6	Вивчення будови силових трансформаторів з вимірюванням опорів первинної та вторинної обмоток	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 6	Підготовка до лекції 6 та лабораторного заняття 6	-	-	-	8	1+1
9	Лекція 7	Робочий процес силового трансформатора. Перетворення енергії в силовому трансформаторі. Енергетичні показники, коефіцієнт корисної дії силового трансформатора	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 7	Дослідне визначення коефіцієнту трансформації трифазного силового трансформатора	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 7	Підготовка до лекції 7 та лабораторного заняття 7	-	-	-	8	1+1
10	Лекція 8	Режими роботи і робочі характеристики силового трансформатора. Змінення вторинної напруги	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 8	Дослідне визначення групи з'єднання обмоток трифазного силового трансформатора	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 8	Підготовка до лекції 8 та лабораторного заняття 8	-	-	-	8	1+1
11	Лекція 9	Паралельна робота силових трансформаторів. Способи регулювання напруги силового трансформатора. Перехідні процеси в трансформаторі.	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 9	Дослід холостого ходу і короткого замикання трифазного силового трансформатора	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 9	Підготовка до лекції 9 та лабораторного заняття 9	-	-	-	8	1+1

Продовження табл. 2.3

№ ти-жня	Вид заняття	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				Балів
			лк	лаб.	практ	СРС	
12	Лекція 10	Спеціальні трансформатори	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 10	Дослід трифазного силового трансформатора в режимі навантаження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 10	Підготовка до лекції 10 та лабораторного заняття 10	-	-	-	8	1+1
13,14	ПМК 2						10
Всього за змістовий модуль 2 – 60 години			10	10	-	40	35
Всього за змістові модулі			20	20	-	80	70
Екзамен							30
Всього з навчальної дисципліни - 120 годин							100

Таблиця 2.4. План-графік самостійного вивчення змістового модуля 2

№ ти-жня	№ теми	Питання, що виносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
8	5	Конструктивні елементи трансформатора. Рівняння ЕРС і НС трансформатора. Векторні діаграми трансформатора.	[1], гл.5, п.5.1, п. 5.2; [2], гл.3, п.3.1, п.3.2; [3], гл.1, п.1.1-1.6; [4], гл.12, п.12.1-12.6, гл.13, п.13.1,13.2; [5], гл.2, п.2.1-2.10	ЛР№6	8	Контрольні запитання ЛР№6; тестування на освітньому порталі за темою №5
9	6	Визначення параметрів за дослідами холостого ходу і короткого замикання. Струм холостого ходу й опір взаємодукції. Опір короткого замикання. Втрати і ККД трансформатора.	[1], гл.6, п.6.4,6.5; [2], С.179-188, 191-195; [3], гл.2, п.2.1-2.6, гл.3, п.3.5; [4], гл.15, п.15.2,15.3, гл.16, п.16.4; [5], гл.2, п.2.16,2.17	ЛР№7	8	Контрольні запитання ЛР№7; тестування на освітньому порталі за темою №6

Продовження табл. 2.4.

№ тижня	№ теми	Питання, що виносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
10	7	Режим навантаження силового трансформатора. Робочі характеристики силового трансформатора. Несиметрична навантаження трансформатора. Паралельна робота силових трансформаторів. Змінення вторинної напруги силового трансформатора.	[1], гл.5, п.5.8, гл.6, п.6.3, 6.6-6.8; [3], гл.4, п.4.1-4.4; гл.5, п.5.1,5.2; [4], гл.16, п.16.2; гл.18, п.18.1-18.4; гл.21, п.21.1-21.7; [5], гл.2, п.2.19,2.24	ЛР№8	8	Контрольні запитання ЛР№8; тестування на освітньому порталі за темою №7
11	7	Регулювання напруги трансформаторів. Перехідні процеси в трансформаторі при вмиканні до мережі. Раптове коротке замикання в силових трансформаторах. Ударний струм короткого замикання.	[3], гл.3, п.3.6; гл.6, п.6.1-6.3; [4], гл.16, п.16.1-16.3,16.5, гл.19, п.19.1-19.3; [5], гл.2, п.2.20	ЛР№9	8	Контрольні запитання ЛР№9; тестування на освітньому порталі за темою №7
12	8	Призначення, особливості конструкцій і властивості: автотрансформаторів, багатообмоточних трансформаторів, вимірювальних трансформаторів струму і напруги. Призначення, особливості конструкції, схеми вмикання і принцип дії зварювальних та групових трансформаторів.	[1], гл.5, п.5.7; [2], гл.3, п.3.6; [3], гл.7, п.7.1-7.3; [4], гл.20, п.20.1,20.2; [5], гл.2, пп.2.25.1-2.25.3	ЛР№10	8	Контрольні запитання ЛР№10; тестування на освітньому порталі за темою №8

Перелік питань, що виносяться на підсумковий модульний контроль 2

1. Силовий трансформатор – це...
2. Принцип дії трансформаторів базується на явищі...
3. Магнітопровід трансформатора призначений для...
4. До складу електротехнічної сталі додається кремній для збільшення...
5. Назвіть типи магнітопроводів силових трансформаторів.
6. Призначення маслорозширювального бака.
7. Під групою з'єднання обмоток трансформатора розуміють...
8. Скільки існує можливих варіантів груп з'єднань трифазних трансформаторів?
9. З якими групами з'єднань обмоток випускаються промисловістю трифазні силові трансформатори?
10. Група з'єднання обмоток трансформатора залежить від...
11. Під час проходження струму первинною обмоткою трансформатора утворюється магнітне поле, силові лінії цього поля проходять переважно магнітопроводом і зчіплюються з...
12. Як визначається амплітудне значення потоку Φ_m в магнітопроводі трансформатора за заданої частоти струму f , числа витків обмотки W і заданого значення ЕРС E ?
13. Чому буде дорівнювати неприведене значення активного опору вторинної обмотки трансформатора R_2 , якщо коефіцієнт трансформації дорівнює $k = 10$ і значення приведенного опору вторинної обмотки трансформатора складає $R_2' = 0,1$ Ом?
14. Назвіть типи обмоток, які використовують як обмотки ВН трансформаторів.
15. Наведіть рівняння, за яким визначається ККД трансформатора за зміни навантаження та параметрів навантаження.
16. Сумарні втрати Σp за змінного навантаження трансформатора визначаються за рівнянням...
17. За потужність електричних втрат у трансформаторі за стандартом приймається активна потужність короткого замикання $P_{кн}$ при...
18. Струм холостого ходу в трансформаторі визначається...
19. За паспортними даними параметри короткого замикання трансформатора, для схеми з'єднання обмоток «зірка», визначаються...
20. Як визначається коефіцієнт завантаження трансформатора?
21. Назвіть характер навантаження, за якого ККД трансформатора буде максимальним.
22. Як експериментально визначається величина коефіцієнту трансформації трансформатора?

23. Як змінюється напруга короткого замикання $u_k\%$ у разі збільшення номінальної потужності трансформаторів?
24. Величина магнітних втрат Δp_{mg} в трансформаторі залежить від...
25. Наведіть рівняння балансу ЕРС для первинної обмотки трансформатора.
26. Що відбулося з навантаженням трансформатора, якщо струм первинної обмотки зменшився?
27. Як зміниться величина магнітного потоку в магнітопроводі трансформатора, якщо струм первинної обмотки зросте у 2 рази?
28. Повна потужність, що підводиться до трифазного трансформатора із мережі, визначається за формулою:
29. Якому режиму роботи силового трансформатора відповідає наведене визначення: «режим роботи трансформатора, за якого первинна обмотка підключається до мережі з номінальною напругою номінальної частоти трансформатора, обмоткою протікає струм, який створює магнітний потік, у вторинній обмотці індукуються ЕРС, але струм відсутній»
30. Особливості холостого ходу, притаманні трифазному груповому трансформатору.
31. Що називається кутом магнітного запізнення на векторній діаграмі трансформатора за холостого ходу?
32. Назвіть режими роботи силового трансформатора.
33. Наведіть енергетичну діаграму перетворення активної потужності в силовому трансформаторі.
34. Номінальним режимом роботи силового трансформатора називається режим, при якому...
35. Зміною напруги трансформатора називається..
36. Наведіть рівняння зовнішньої характеристики трансформатора.
37. Зміна вторинної напруги трансформатора залежить від:
38. Наведіть зовнішню характеристику трансформатора за активно-індуктивного навантаження.
39. Назвіть умови включення трансформаторів на паралельну роботу
40. Характер навантаження трансформатора, за якого ККД вищий є...
41. Паралельна робота трансформаторів необхідна для:
42. Наведіть векторну діаграму паралельно працюючих трансформаторів з різними коефіцієнтами трансформації.
43. Назвіть припустиму різницю між коефіцієнтами трансформації трансформаторів, що включаються на паралельну роботу, при коефіцієнті трансформації $K > 3$.
44. Як завантажуватимуться трансформатори під час паралельної роботи, якщо в них різні напруги короткого замикання.
45. У разі включення трансформатора в мережу з розімкненою вторинною обмоткою, найкращою умовою проходження перехідних процесів є...

46. Триобмоткові трансформатори використовуються для..
47. Головна особливість автотрансформаторів полягає у...
- 48 Назвіть основні вимоги до автотрансформаторів.
49. Розрахунковою потужністю автотрансформатора називається...
50. Коефіцієнтом вигідності автотрансформатора називається...
- 51 Назвіть основні вимоги до зварювальних трансформаторів.
52. Назвіть основні вимоги до вимірювальних трансформаторів напруги.
53. Вимірювальний трансформатор напруги працює в режимі...
54. У зварювальних трансформаторах обмеження зварювального струму за короткого замикання і стабілізації горіння дуги досягається за рахунок...
55. Назвіть основні типи зварювальних трансформаторів.
56. За рахунок чого досягається збільшення напруги короткого замикання в зварювальних трансформаторах?
57. Наведіть зовнішню характеристику зварювального трансформатора.
58. Назвіть основні вимоги до імпульсних трансформаторів.
59. Назвіть основні вимоги до вимірювальних трансформаторів струму.
60. Назвіть основний режим роботи зварювального трансформатора.

3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Таблиця 3.1. Оцінювання знань за національною шкалою і шкалою ECTS

Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
67-74	D		
60-66	E	задовільно	не зараховано
35-59	FX	незадовільно	
0-34	F		

Відповідь здобувача оцінюється за національною шкалою «**відмінно**» або за шкалою ECTS «**A**», якщо він при вивченні освітнього компонента (дисципліни) набрав **90–100** включно балів і:

- вільно володіє програмним матеріалом;
- послідовно дає логічні відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- вільно відповідає на додаткові запитання;
- грамотно використовує знання теоретичного матеріалу при розв'язанні практичних задач;
- володіє логічним мисленням;
- вільно застосовує ЕОМ при розв'язанні практичних задач.

Відповідь здобувача оцінюється «**добре**» або «**B**», якщо він набрав більше **82–89** включно балів і:

- твердо володіє програмним матеріалом;
- грамотно і логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- при викладенні матеріалу припускається тільки деяких помилок з другорядних запитань;
- правильно відповідає на додаткові запитання;
- впевнено працює з ЕОМ.

Відповідь здобувача оцінюється «**добре**» або «**C**», якщо він набрав більше **75–81** включно балів і:

- твердо володіє програмним матеріалом;
- грамотно й логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- при викладенні матеріалу припускається помилок з другорядних запитань;

- правильно відповідає на додаткові запитання;
- вміє використовувати готові програмні матеріали при розв'язанні практичних задач.

Відповідь здобувача оцінюється «**задовільно**» або «**D**», якщо він набрав більше **67–74** включно балів та:

- твердо володіє основним програмним матеріалом;
- припускає деякі неточності у формулюваннях та виводах основних залежностей;
- невпевнено відповідає на додаткові запитання;
- правильно, але не до кінця розв'язав задачу;
- вміє працювати з ЕОМ.

Відповідь здобувача оцінюється «**задовільно**» або «**E**», якщо він набрав більше **60–66** включно балів і:

- недостатньо твердо володіє основним програмним матеріалом;
- допускає неточності при формулюванні основних залежностей;
- має слабкі навички роботи з ЕОМ.

Відповідь здобувача оцінюється «**незадовільно з можливістю повторного складання**» або «**FX**», якщо він набрав більше **35–59** включно балів і:

- слабо володіє основним програмним матеріалом;
- допускає грубі помилки при формулюванні, визначенні і виводі основних залежностей;
- на додаткові запитання не відповідає або відповідає невпевнено і неправильно;
- навички роботи з ЕОМ слабкі.

Відповідь студента оцінюється «**незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни**» або «**F**», якщо він набрав від **0** до **34** включно балів і:

- не володіє основним програмним матеріалом;
- навички роботи з ЕОМ слабкі.

Навчальне видання

Галько Сергій Віталійович

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ
частина 1

*Методичні вказівки до самостійної роботи
здобувачів вищої освіти*

Формат 60x84
Ум. друк. арк. 1,6