

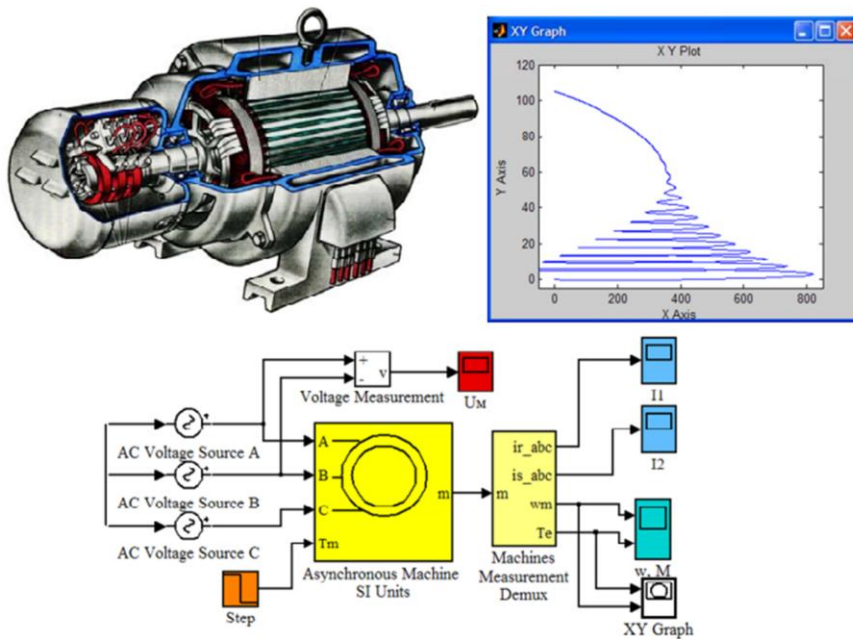
Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

ГАЛЬКО С. В.

**ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ,
частина 2**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

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



УДК 621.313(072)

Г17

*Рекомендовано методичною комісією
факультету енергетики і комп'ютерних технологій
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
(Протокол № 5 від 24 грудня 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 2: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр». Запоріжжя: ТДАТУ, 2025. 28 с.

Методичні вказівки призначені для здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр» зі спеціальності G3 «Електрична інженерія» і спрямовані на самостійного вивчення та закріплення матеріалу з машин змінного струму: асинхронних, синхронних, а також машин систем автоматики. 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 фахівця.....	8
1.3 Навчально-методична література.....	9
2 МОДУЛЬ 2. МАШИНИ ЗМІННОГО СТРУМУ. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ.....	11
2.1 Змістовий модуль 1. Машини змінного струму. Асинхронні машини.....	11
2.2 Змістовий модуль 2. Синхронні машини. Електричні машини систем автоматики.....	16
3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	23

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 складати не менше $2/3$ 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 2» дозволяє здобувачам вищої освіти отримати уявлення про основні фізичні закони, на яких базується принцип дії і процеси перетворення енергії в електричних машинах змінного струму і машинах систем автоматики, а також взаємозалежності електричних, енергетичних і техніко-економічних характеристик та показників таких машин.

Навчальна дисципліна «Електричні машини, частина 2» відіграє важливу роль у загальній програмі підготовки фахівців зі спеціальністю G3 «Електрична інженерія» і передбачає вивчення призначення, будови, принципу дії, основних технічних і експлуатаційних характеристик машин змінного струму (асинхронних і синхронних) загальнопромислового виконання; основ теорії машин змінного струму; призначення, будову, принцип дії, основні експлуатаційні і технічні характеристики машин систем автоматики, а саме: тахогенераторів постійного і змінного струму, виконавчих двигунів постійного і змінного силових струму, сельсинів, обертових трансформаторів, тощо. Надає практичні навички, пов'язаних з підключенням, експлуатацією, визначенням параметрів електричних машин змінного струму.

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.2», 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.2»

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 і електромеханіка»</u>	Курс	Семестр
Змістових модулів – 2		3-й	6-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.2» є:

- формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань основних фізичних законів, на яких базується принцип дії і процеси перетворення енергії в електричних машинах змінного струму та машинах систем автоматики;

- вивчення взаємозалежності електричних, енергетичних і техніко-економічних характеристик і показників електричних машин змінного струму та машинах систем автоматики;

- набуття та свідоме застосування на практиці знань з вищезазначених електричних машин.

Завдання дисципліни полягає у вивченні основних положень теорії електричних машин, вмінні творчого вирішення питань проектування, експлуатації і ремонту електричних машин змінного струму та машинах систем автоматики, 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.

PH11. 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.

PH19. 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, ч.2»: «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, ч.2»: «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. Загірняк М. В., Невзілін Б. І. Електричні машини: підручник. К.: Знання, 2009. 399 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: Нац. гірничий ун-т, 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: асинхронні і синхронні машини: лабораторний практикум / 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: навч. посібник. К.: НУХТ, 2010. 366 с.
9. Проектування трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненою обмоткою ротора: навч. посібник [для студ. спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»] / В. І. Мілих. Харків: ФОП Панов А.М., 2023. 112 с.
10. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина III. Асинхронні машини: навч. посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький, М. О. Казак. Вінниця: ВНТУ, 2007. 197 с.
11. Проектування електричних машин: навч. посібник / Д. В. Ципленков, О. Б. Іванов, О. В. Бобров, В. В. Кузнецов, В. В. Артемчук, М. О. Баб'як; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Д.: НТУ «ДП», 2020. 408 с.

12. Дослідження синхронних машин: лабораторний практикум / В. І. Мілих, Б. О. Єгоров, Г. Г. Єгорова, А. Г. Мірошніченко, В. Д. Юхимчук; за ред. В. І. Мілих. Харків: НТУ «ХП», 2010. 117 с.

13. Методичні рекомендації до самостійного вивчення із навчальної дисципліни «Електричні машини» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, спеціалізації «Електричні системи і комплекси транспортних засобів», «Електричний транспорт», «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: М. Л. Глебова, О. Б. Єгоров, Я. Б. Форкун. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 26 с.

14. 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=1563>
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 2. МАШИНИ ЗМІННОГО СТРУМУ. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

2.1 Змістовий модуль 1. Машини змінного струму. Асинхронні машини

Тема 1. Машини змінного струму [1-5, 7-9, конспект лекцій за темою 1]:

1.1 Призначення і види машин змінного струму (МЗС).

1.2 Будова МЗС.

1.3 Будова обмоток змінного струму, конструкція пазової ізоляції обмоток змінного струму.

1.4 Виконання розгорнутих схем обмоток змінного струму.

1.5 Принципи утворення обертового магнітного поля МЗС.

1.6 Принцип зворотності МЗС.

Тема 2. Загальні питання та енергетика асинхронних машин [1, 3-5, 7, 8, конспект лекцій за темою 2]:

2.1 Призначення і види асинхронних машин (АМ).

2.2 Будова, принцип дії і режими роботи АМ.

2.3 Схеми заміщення АМ та їх параметри.

2.4 Особливості роботи асинхронних двигунів (АД).

2.5 Кругова діаграма АМ.

2.6 Енергетичні діаграми перетворення потужності в АМ.

2.7 Досліди холостого ходу (х.х.) та короткого замикання (к.з) АД.

2.8 Дослідне визначення втрат, ККД і коефіцієнту потужності АД.

2.9 Розрахунок енергетичних показників і побудова графіка ККД АД за паспортними даними.

Тема 3. Статичні характеристики, способи пуску і регулювання частоти обертання асинхронних двигунів [1, 2, 4-7, конспект лекцій за темою 3]:

3.1 Обертовий момент АД.

3.2 Статичні характеристики і векторні діаграми АД.

3.3 Розрахунок і побудова моментних і механічних характеристик за каталожними даними.

3.4 Способи пуску і регулювання частоти обертання АД.

Тема 4. Електричні машини спеціального призначення [1, 3, 5, 7, 9, 10, конспект лекцій за темою 4]:

4.1 Принцип дії, різновиди і моментні характеристики однофазних та конденсаторних АД.

4.2 Будова і принцип дії однофазних конденсаторних АД та АД з екранованими полюсами.

4.3 Робота трифазних АД при живленні від однофазної мережі.

4.4 Асинхронний генератор (АГ) із збудженням від мережі. Автономний АГ.

4.5 Асинхронні мікромашини.

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 занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лек	лаб	прак	срс	
Змістовий модуль 1. Машини змінного струму. Асинхронні машини							
1	Лекція 1	Загальні відомості будови і устрою МЗС. Обмотки МЗС	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 1	Вивчення будови АМ з вимірюванням опорів обмоток статора	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 1	Підготовка до лекції 1 та лабораторного заняття 1	-	-	-	8	1+1
2	Лекція 2	АД: особливості будови і роботи	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 2	Дослід х.х. трифазного АД з короткозамкненим ротором	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 2	Підготовка до лекції 2 та лабораторного заняття 2	-	-	-	8	1+1
3	Лекція 3	Процеси перетворення енергії в АМ. Енергетичні показники АМ. Режими роботи АД	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 3	Дослід к.з. трифазного АД з к.з. ротором	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 3	Підготовка до лекції 3 та лабораторного заняття 3	-	-	-	8	1+1

Продовження табл. 2.1.

№ тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лек	лаб	прак	срс	
4	Лекція 4	Моментні і механічні характеристики АД	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 4	Дослідження трифазного АД з короткозамкненим ротором в режимі навантаження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 4	Підготовка до лекції 4 та лабораторного заняття 4	-	-	-	8	1+1
5	Лекція 5	Способи пуску і регулювання частоти обертання АД. Особливості будови і устрою однофазних АМ. Характеристики і режими роботи АМ від однофазної мережі. АГ та мікромашини	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 5	Розрахунок енергетичних показників і величин, що визначають властивості АД за паспортними даними	-	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

№ тижня	№ теми	Питання, що виносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
1	1	Конструкція АМ з к.з. і фазним роторами. Обмотки статора МЗС і ротора АМ. Магніторушійна сила, електрорушійна сила та індуктивні опори обмоток	[1], гл.3, п.3.1-3.5; [3], гл.8, п.8.1-8.4; [4], гл.23-26; [5], гл.3, п.3.1-3.6	ЛРН№1	8	Контрольні запитання ЛРН№1; тестування на освітньому порталі за темою №1
2	2	Будова, принципи і режими роботи АМ. Схеми заміщення АМ та їх параметри. Особливості роботи АД. Кругова діаграма АМ.	[1], гл.3, п.3.5; [2], гл.4, п.4.1,4.2; [3], гл.8, п.8.5, гл.9, п.9.1-9.3, гл.11, п.11.1-11.5; [4], гл.27, гл.28, п.28.1-28.6; [5], гл.4, п.4.1-4.5, 4.7-4.10	ЛРН№2	8	Контрольні запитання ЛРН№2; тестування на освітньому порталі за темою №2
3	2	Енергетичні діаграми перетворення потужності в АМ Досліди х.х. та к.з. АД. Дослідне визначення втрат, ККД і коефіцієнту потужності АД. Розрахунок енергетичних показників і побудова графіка ККД за паспортними даними	[1], гл.3, п.3.6; [2], гл.4, п.4.3, с.265-267; [3], гл.10, п.10.1; [4], гл.28, п.28.7, гл.31, п.31.1, 31.2; [5], гл.4, п.4.1-4.5, 4.7-4.10	ЛРН№3	8	Контрольні запитання ЛРН№3; тестування на освітньому порталі за темою №2

Продовження табл. 2.2.

№ тижня	№ теми	Питання, що вносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
4	3	Обертвий момент АД. Статичні характеристики. Розрахунок і будова моментних і механічних характеристик за каталожними даними. Способи пуску і регулювання частоти обертання АД	[1], гл.3, п.3.7, 3.8; [2], гл.4, п.4.3,4.4; [3], гл.10, п.10.2-10.4, гл.12, п.12.1-12.5; [4], гл.29, гл.30, гл.32; [5], гл.4, п.4.11-4.18	ЛР№4	8	Контрольні запитання ЛР№4; тестування на освітньому порталі за темою №3
5	4	Будова, принципи дії, різновиди і моментні характеристики однофазних, конденсаторних АД та АД з екранованими полюсами. Робота трифазних АД при живленні від однофазної мережі. АГ із збудженням від мережі. Автономний АГ. Асинхронні мікромашини	[1], гл.3, п.3.9; [2], гл.4, п.4.5-4.9; [3], гл.13, п.13.1,13.2; [4], гл.33, гл.34; [5], гл.4, п.4.19-4.21	ЛР№5	8	Контрольні запитання ЛР№5; тестування на освітньому порталі за темою №4

Перелік питань, що виносяться на підсумковий модульний контроль 1

1. Кількість катушок у катушковій групі обмотки статора МЗС визначається за рівнянням...
2. Крок обмотки називається повним або діаметральним, якщо...
3. Обмотка статора МЗС називається зосередженою або розподіленою, якщо...
4. Коефіцієнтом скорочення кроку обмотки називають...
5. Крок катушки, необхідний для компенсації n -ої гармонійної складової магніторушійної сили, розраховується за виразом...
6. Полюсом ділення МЗС називається...
7. Амплітуда основної гармонійної складової магніторушійної сили трифазної обмотки більше, ніж амплітуда основної гармонійної складової магніторушійної сили однофазної обмотки...
8. Назвіть основні елементи конструкції АМ.
9. Назвіть призначення статора МЗС.
10. Назвіть призначення ротора МЗС.
11. Назвіть види обмоток статора.
12. Які класи нагрівостійкості Ви знаєте?
13. Послідовність виконання обмоток змінного струму.
14. Як визначається величина електричного градусу?
15. При якій умові обмотка буде скорочена?
16. Які Вам відомі види ізоляції?
17. Як позначаються початок і кінець обмотки?
18. ЕРС фази обмотки визначається за рівнянням...
19. Синхронна частота обертання n_1 кругового обертового магнітного поля визначається за рівнянням...
20. Центральний кут між сусідніми пазами β (ел.гр.) визначається за рівнянням...
21. Електрорушійна сила катушкової групи E_q визначається...
22. Обмотковий коефіцієнт $k_{обм}$ обмотки МЗС...
23. Вкажіть тип обмотки, наведений на рисунку.
24. Головною особливістю АМ є те, що...
25. Обертовий момент АМ створюється...
26. Ковзанням АМ називається...

27. Під час пуску АД ковзання S має значення...
28. Назвіть втрати трифазного АД, що відносять до змінних втрат.
29. Назвіть умови, за яких ККД сягає максимального значення в разі збільшення навантаження АД.
30. Наведіть та поясніть енергетичну діаграму перетворення активної потужності в АД.
31. Наведіть та поясніть енергетичну діаграму перетворення реактивної потужності в АД.
32. В чому полягає мета проведення дослідів х.х. АД?
33. Поясніть методику проведення дослідів х.х. АД?
34. Наведіть та поясніть характеристики х.х. АД?
35. В чому полягає мета проведення дослідів к.з. АД?
36. Поясніть методику проведення дослідів к.з. АД?
37. Наведіть та поясніть характеристики к.з. АД?
38. Швидкість обертання, яку має магнітне поле статора АМ за частоти $f = 50$ Гц та $2p=2$...
39. В чому полягає мета проведення дослідів безпосереднього навантаження АД?
40. Наведіть рівняння для визначення номінального струму АД за паспортними даними.
41. Наведіть рівняння для визначення номінального моменту АД за паспортними даними.
42. Наведіть рівняння для визначення номінального ковзання АД за паспортними даними.
43. Наведіть рівняння для визначення потужності, що споживає з мережі АД за паспортними даними.
44. Запишіть рівняння, за якими визначаються параметри к.з. АД.
45. Наведіть енергетичну діаграму перетворення активної потужності в АД.
46. За відносним співвідношенням найбільшими втратами в АД є...
47. Коефіцієнт корисної дії АМ за паспортними даними визначається за рівнянням...
48. Момент АД в параметричній формі визначається за рівнянням...
49. Кутова швидкість ротора при будь-якому ковзанні визначається за рівнянням...

50. Критичне ковзання за паспортними даними визначається за рівнянням...

51. Момент, при якому частота струму в обмотці статора буде дорівнювати частоті струму в обмотці ротора називається...

52. Для того, щоб АМ працювала в режимі генератора, необхідно підключити обмотку статора до мережі змінного струму і обернути ротор...

53. У разі зменшення напруги мережі змінного струму на 20%, момент АД зменшиться на...

54. Частота струму в обмотці ротора f_2 АД, якщо величина ковзання $S = 0,04$ і частота струму в обмотці статора $f_1 = 50$ Гц:

55. Що означає вираз P_{em}/Ω_1 для трифазного АД?

56. В режимі генератора, АМ ...

57. Максимальний пусковий момент за мінімального пускового струму можна отримати...

58. Назвіть особливості роботи АМ в режимі двигуна.

59. Назвіть особливості роботи АМ в режимі генератора.

60. Назвіть особливості роботи АМ в режимі електромагнітного гальма.

Змістовий модуль 2. Синхронні машини. Електричні машини систем автоматики

Тема 5. Основні теоретичні відомості і загальні питання будови синхронних машин [1-5, 7-9, конспект лекцій за темою 5].

5.1 Призначення та види синхронних машин (СМ).

5.2 Загальна будова СМ.

5.3 Принцип дії СМ.

5.4 Схеми збудження СМ.

5.5 Поняття кута навантаження СМ.

Тема 6. Синхронні генератори [1,2,4-7,9, конспект лекцій за темою 6].

6.1 Призначення, види і принцип дії синхронного генератора (СГ).

6.2 Режими роботи та параметри СГ. Вплив реакції якоря СГ при зміні навантаження.

6.3 Векторні діаграми СГ.

6.4 Статичні характеристики і властивості СГ.

6.5 Втрати і ККД СМ.

6.6 Рівняння активної потужності та кутові характеристики СГ.

6.7 Коливання СГ.

6.8 Паралельна робота СГ з мережею.

Тема 7. Синхронні двигуни [1,2,4-7,9, конспект лекцій за темою 7].

7.1 Особливості будови та принцип дії синхронних двигунів (СД).

7.2 Енергетична діаграма і основні рівняння СД.

7.3 Способи пуску та статичні характеристики СД.

7.4 Синхронний реактивний двигун (СРД).

7.5 Синхронні компенсатори (СК).

Тема 8. Електричні машини систем автоматики [1,2,4-7,9,10, конспект лекцій за темою 8].

8.1 Призначення і класифікація електричних мікромашин систем автоматики.

8.2 Тахогенератори постійного струму, показники і властивості.

8.3 Асинхронний тахогенератор, показники і властивості.

8.4 Виконавчі двигуни постійного струму.

8.5 Асинхронні виконавчі двигуни.

8.6 Сельсини.

8.7 Обертові трансформатори.

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 занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лек	лаб	прак	срс	
Змістовий модуль 2. Синхронні машини. Електричні машини систем автоматики							
8	Лекція 6	Особливості будови і устрою СМ. Схеми збудження СМ	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 6	Вивчення будови СМ з вимірюванням опору обмоток якоря та збудження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 6	Підготовка до лекції 6 та лабораторного заняття 6	-	-	-	8	1+1

Продовження табл. 2.3.

№ тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лек	лаб	прак	срс	
9	Лекція 7	Особливості будови, режими роботи СГ. Характеристики і властивості СГ	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 7	Дослідження автономного трифазного СГ в режимі х.х.	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 7	Підготовка до лекції 7 та лабораторного заняття 7	-	-	-	8	1+1
10	Лекція 8	Рівняння активної потужності та кутові характеристики СГ. Паралельна робота з мережею і характеристики СГ	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 8	Дослідження автономного трифазного СГ в режимі навантаження	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 8	Підготовка до лекції 8 та лабораторного заняття 8	-	-	-	8	1+1
11	Лекція 9	Особливості будови, перетворення енергії, статичні характеристики та властивості СД. Способи пуску СД. СРД. СК.	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 9	Дослідження трифазного СГ при паралельній роботі з мережею	-	2	-	-	3
	Самостійна робота 9	Підготовка до лекції 9 та лабораторного заняття 9	-	-	-	8	1+1

Продовження табл. 2.3.

№ тижня	Вид заняття	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість годин				балів
			лек	лаб	прак	срс	
12	Лекція 10	Тахогенератори постійного струму. Асинхронні тахогенератори. Виконавчі двигуни. Сельсини. Обертові трансформатори	2	-	-	-	-
	Лабораторне заняття 10	Дослідне отримання U-подібних характеристик трифазного СД	-	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 годин			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

№ тижня	№ теми	Питання, що виносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
8	5	Призначення та види СМ. Загальна будова СМ. Принцип дії СМ. Схеми збудження СМ. Поняття кута навантаження СМ.	[1], гл.4, п.4.1, п.4.2; [2], гл.5, п.5.1-5.4; [3], гл.14, п.14.1, п.14.2; [4], гл.36, гл.37; [5], гл.5, п.5.1-5.4	ЛР№6	8	Контрольні запитання ЛР№6; тестування на освітньому порталі за темою №5

Продовження табл. 2.4.

№ тижня	№ теми	Питання, що виносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
9	6	Призначення, види і принцип дії СГ. Режими роботи та параметри СГ. Вплив реакції якоря СГ при зміні навантаження. Векторні діаграми СГ. Статичні характеристики і властивості СГ. Втрати і ККД СМ.	[1], гл.4, п.4.3, п.4.4; [2], гл.5, п.5.5, п.5.6; [3], гл.15, п.15.1-15.5, гл.16, п.16.1-16.4; [4], гл.38-40; [5], гл.5, п.5.5-5.16	ЛРН№7	8	Контрольні запитання ЛРН№7; тестування на освітньому порталі за темою №6
10	6	Рівняння активної потужності та кутові характеристики СГ. Коливання СГ. Паралельна робота СГ з мережею.	[1], гл.4, п.4.5, п.4.6; [2], гл.5, п.5.7; [3], гл.16, п.16.5; гл.17, п.17.1-17.5; [4], гл.41, п.41.1-41.8; [5], гл.5, п.5.17, п.5.18	ЛРН№8	8	Контрольні запитання ЛРН№8; тестування на освітньому порталі за темою №7
11	7	Особливості будови та принцип дії СД. Енергетична діаграма і основні рівняння СД. Способи пуску та статичні характеристики СД. СРД. СК.	[1], гл.4, п.4.7; [2], гл.5, п.5.8, п.5.9; [3], гл.18, п.18.1-18.7; [4], гл.42, п.42.1-42.8; [5], гл.5, п.5.19, п.5.20	ЛРН№9	8	Контрольні запитання ЛРН№9; тестування на освітньому порталі за темою №7

Продовження табл. 2.4.

№ тижня	№ теми	Питання, що виносяться на самостійну роботу	Література, що рекомендується	Лабораторне (практичне) заняття	Кіл. годин	Форма контролю
12	8	Призначення і класифікація електричних мікромашин систем автоматики. Тахогенератори постійного струму, показники і властивості. Асинхронний тахогенератор, показники і властивості. Виконавчі двигуни постійного струму. Асинхронні виконавчі двигуни. Сельсини. Оберткові трансформатори	[2], гл.2, п.2.8; гл.4, п.4.8, п.4.9	ЛР№10	8	Контрольні запитання ЛР№10; тестування на освітньому порталі за темою №8

Перелік питань, що виносяться на підсумковий модульний контроль 2

1. СМ – це така обертова машина змінного струму, в якій...
2. Турбогенератором називається...
3. Гідрогенератором називається...
4. Дизель-генератором називається...
5. СД називається...
5. СК називається...
6. Обмотка статора СГ призначена для...
7. Потужність, необхідна для збудження СМ, порівняно з повною потужністю орієнтовно складає...

8. Частина полюсної поділки неявнополюсного ротора, яка не має пазів, називається ...
9. СМ з відсутнім вихідним (робочим) кінцем валу, що призначена для генерування реактивної потужності, називається...
10. З суцільної металевої поковки магнітом'якої сталі та максимальною кількістю полюсів $2p = 4$ виготовляється ...
11. Поясніть конструкцію статора СМ.
12. Поясніть конструкцію ротора СМ.
13. Поясніть принцип дії СМ в режимі СГ.
14. Поясніть принцип дії СМ в режимі СД.
15. Поясніть принцип дії СМ в режимі СК.
16. Наведіть існуючі схеми збудження СМ.
17. Що називається кутом навантаження СМ?
18. Відношенням короткого замикання (ОКЗ) СМ називається...
19. Орієнтовне значення активного опору якоря R_a^* у відносних одиницях складає...
20. В режимі недозбудження СГ ...
21. Паралельна робота СГ з мережею в режимі кутової характеристики проводиться при умовах...
22. Величина додаткової складової кутової характеристики явнополюсного СГ визначається...
23. Наведіть умови включення на паралельну роботу СГ при точній синхронізації з мережею.
24. Паралельна робота СГ з мережею в режимі U-подібної характеристики проводиться при умовах...
25. У випадку, коли лампи синхроскопа по черзі розжарюються, створюючи ефект «оберткового вогню», необхідно...
26. СГ з мережею, при використанні наведеної схеми лампового синхроскопа, вважається завершеною, якщо
27. Назвіть особливості роботи СД.
28. Наведіть енергетичну діаграму перетворення активної потужності в СД.
29. Основні конструктивні відмінності СД, порівняно з СГ.
30. Наведіть повний перелік способів пуску СД.
31. Кут навантаження θ_{max} , при якому спостерігається максимальне значення моменту СД, в залежності від конструкції ротора дорівнює...

32. Назвіть переваги і недоліки СД.
33. Для запобігання явищу одноосного ефекту і забезпечення безаварійної роботи СД необхідно...
34. При асинхронному пуску СД не допускається...
35. Реактивний момент СД розраховується за рівнянням...
36. Режими роботи СК за призначенням поділяються...
37. Кут навантаження Θ_{max} , при якому спостерігається максимальне значення моменту СРД, дорівнює...
38. Чим СК конструктивно відрізняється від СД?
39. Назвіть способи керування швидкістю обертання асинхронного виконавчого двигуна.
40. Способи керування швидкістю обертання виконавчого двигуна постійного струму.
41. В тахогенераторах постійного струму неточність встановлення щіток на геометричній нейтралі викликає ...
42. Режим роботи сельсина, за якого на валу сельсин-приймальника відсутній гальмівний момент.
43. Назвіть особливості будови обертових трансформаторів.
44. Назвіть та охарактеризуйте способи пуску СД.
45. В чому сутність принципу дії СГ?
46. В чому сутність принципу дії СД?
47. Призначення і класифікація машин систем автоматики.
48. Назвіть основні властивості тахогенераторів постійного струму
50. Назвіть основні властивості асинхронних тахогенераторів.
51. Наведіть конструктивну схему асинхронного тахогенератора.
53. Поясніть принцип дії асинхронного тахогенератора.
54. Наведіть та поясніть рівняння вихідної характеристики асинхронного тахогенератора.
55. Назвіть переваги а недоліки асинхронних тахогенераторів.
56. Назвіть призначення і види виконавчих двигунів.
- 57 Назвіть особливості будови та роботи синхронних виконавчих двигунів.
58. Поясніть принципи і способи керування асинхронними виконавчими двигунами.
59. Поясніть призначення та будову обертових трансформаторів.
60. Назвіть особливості режимів роботи обертових трансформаторів.

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 2

*Методичні вказівки до самостійної роботи
здобувачів вищої освіти*

Формат 60x84
Ум. друк. арк. 1,75