

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонська філія

Кафедра автоматики та електроустаткування

Т 7614



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи

к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**МОДЕЛЮВАННЯ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ
Knowledge about «Design of the electromechanics systems»**

рівень вищої освіти	<i>перший (бакалаврський)</i>
тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
мова викладання	<i>українська</i>

Херсон - 2021 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **“Моделювання електромеханічних систем”** однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 - “Електрична інженерія”, спеціальність 141 - “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”, освітні програми “Електромеханіка”, “Експлуатація суднових автоматизованих систем”- “27” серпня 2020 року. – 25 с.

Розробник: Кириллов О.Л. доцент, без вч. звання, кафедри “Автоматики та електроустаткування”, канд. техн. наук.


Проект робочої програми навчальної дисципліни **“Моделювання електромеханічних систем”** узгоджено з гарантами освітніх програм

Гарант освітньої програми “Електромеханіка”

к.т.н., доц.  Надточій В.А.

Проект робочої програми навчальної дисципліни **“Моделювання електромеханічних систем”** розглянуто на засіданні кафедри автоматки та електроустаткування Протокол № 1 від “27” серпня 2021 р.

Завідувач кафедри автоматки та електроустаткування

 (Михаліченко П.Є.)

Робоча програма навчальної дисципліни **“Моделювання електромеханічних систем”** затверджена методичною радою ХФ НУК.

Протокол № 01 від “28” серпня 2021 р.

“28” серпня 2021 р. Голова МР ХФ НУК 2 (Дудченко О.М.)

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	8
6.	
Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Технічні засоби навчання	18
10. Рекомендовані джерела інформації	19
Додаток.....	20

ВСТУП

Анотація

Дисципліною “**Моделювання електромеханічних систем**” передбачено набуття студентами знань про можливості електромеханічних систем, що дозволяє інженеру-електромеханіку забезпечити їх раціональне використання з урахуванням вимог технологічних машин та вимог електропостачання. Ці знання студент реалізує завдяки знайомству з процесом проектування через вивчення його методів, засобів та процесу моделювання.

В промислово-розвинутих країнах, електромеханічні системи є основним і переважним споживачем електроенергії, яку вони перетворюють в механічну енергію. Ця енергія забезпечує високий рівень енергоозброєності праці і дає ріст її продуктивності. Самі електромеханічні системи вимагають якості електроенергії згідно відповідним стандартам, оскільки значно впливають на роботу систем електропостачання та якісні показники електроенергії.

Все перелічене обумовлює актуальність вивчення дисципліни «**Моделювання електромеханічних систем**» для підготовки спеціалістів за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” на базі освітньо-професійної програми “Електромеханіка” в галузі знань 14 “Електрична інженерія”.

Ключові слова: Моделювання електромеханічних систем, електромеханічні системи, інженер-електромеханік, процес проектування, знайомство з процесом проектування.

Annotation

Discipline of "**Design of the electromechanics systems**" is foreseen acquisition by the students of knowledge about possibilities of the electromechanics systems, that allows an engineer-electrician to provide them the rational use taking into account the requirements of technological machines and requirements of power supply. These knowledge, a student will realize due to an acquaintance with the process of planning through the study of his methods, facilities and design process.

In the industrially-developed countries, the electromechanics systems are the basic and repressing consumer of electric power which they convert into mechanical energy. This energy provides high level energy of armed in process and gives a height to her productivity. The electromechanics systems require the internals of electric power according to corresponding standards, as considerably influence to work of the systems of power supply and high-quality indexes of electric power.

The all transferred stipulates actuality of study of discipline of "**Design of electromechanics systems**" for preparation of specialists after speciality a 141 "Electro-energy, electrical engineering and electromechanics" on the base of the educationally-professional program "Electromechanics" in area of knowledge 14 the "Electric engineering".

Keywords: Design of the electromechanics systems, electromechanics systems engineer-electrician, planning process, acquaintance with the process of planning.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 14 - “Електрична інженерія”	Обов'язкова	
		Рік підготовки	
		3-й	3-й
Модулів - 1	<p style="text-align: center;">Спеціальність 141 – “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”</p> <p style="text-align: center;">Освітня програма “Експлуатація суднових автоматизованих систем”</p>	Семестри	
Змістових модулів - 2		6-й	6-й
Електронний адрес на сайті ХФ НУК: http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/Operation-of-ship-automated-systems-b.html		Лекції	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: немає		30 год.	10 год.
Загальна кількість годин - 150		Лабораторні	
		30 год.	8 год.
		Практичні	
		-	-
		Самостійні	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 4;		Освітній рівень: перший (бакалаврський)	90 год
самостійної роботи студента - 6;	Види контролю: Екзамен		
	Форма контролю: усна / письмова / комбінована		

2. Мета навчальної дисципліни

2.1. Метою вивчення дисципліни “**Моделювання електромеханічних систем**” є формування у студентів згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 20.06.2019 р. №867) таких компетентностей:

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 характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

K07. Здатність працювати в команді.

Спеціальні компетентності:

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;

K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу;

K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії;

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці;

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: Теоретичні основи електротехніки, Вища математика; Фізика, Електротехніка.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;

- ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;
- ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем;
- ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
- ПР16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.
- ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням;
- ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль - I

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I.1.

" Основи. Інструмент моделювання. Складові, впливи, режими, двигуни "

Тема 1. Основи електромеханічних систем. Вступ. Загальні відомості.

Поняття і визначення автоматизованих електромеханічних систем (АЕМС).

Склад АЕМС. Класифікація електроприводів ЕМС. Загальні вимоги, які пред'являються до АЕМС. Поняття та визначення процесу керування. Поняття та визначення процесу регулювання. Два рівня вивчення і дослідження АЕМС. Структура слідкуючої АЕМС. Структура програмної АЕМС.

Джерела: [1] – стор. 12-31.

Тема 2. Інструмент моделювання і спостереження за процесами, які виникають в елементах електропривода

Історична довідка і аналіз програмного продукту MATLAB. Процес запуску системи.

Бібліотека **Simulink**, її запуск. Вікно для створення **S** – моделі. Побудова **S** – моделі, алгоритм дій при побудові. Основні операції при редагуванні **S** – моделі. Бібліотека **Simulink** /розділи і елементи/. Приклади побудови **S** – моделей.

Бібліотека **SimPowerSystems** /розділи і елементи/. Специфіка створення **SPS** – моделей. Склад елементів бібліотеки **SimPowerSystems**. Розділи: **/Electrical Sources/**; **/Elements/**; **/Measurements/**; Електричні машини **/Machines/**. Приклади побудови **SPS** – моделей.

Джерела: [2] – стор. 144-199.

Тема 3. Силова складова електромеханічних систем.

Основне рівняння руху електромеханічної системи (ЕМС), його складові. Приведення статичних моментів опору та моментів інерції до валу двигуна. Опис двомасової ЕМС з пружним зв'язком диференціальними рівняннями. Групи робочих механізмів з активним та пасивним (реактивним) статичними моментами. Класи робочих механізмів по виду залежності статичного (корисного) моменту від швидкості обертання. Основні відомості про електричні машини (ЕМ). Види електричних машин. Принцип роботи асинхронних машин. Електрична схема заміщення асинхронного двигуна (АД). Енергетична діаграма АД. Рівняння механічної характеристики АД. Графічне зображення природної механічної характеристики АД. Характерні точки механічної характеристики. Вплив величини напруги живлення на електромеханічні властивості АД.

Джерела: [1] – стор. 32-109.

Тема 4. Вплив різних факторів на механічні характеристики АД.

Регулювання кутової швидкості обертання АД. Вплив величини (амплітуди) напруги. Системи регулювання кутової швидкості обертання АД змінною напругою. Вплив опорів кола статора. Вплив опору на кола ротора. Вплив кількості полюсів. Імпульсне регулювання. Частотне регулювання кутової швидкості обертання АД. Вплив асиметрії напруги.

Джерела: [2] – стор. 52-68.

Тема 5. Гальмівні режими.

Генераторний: природний і штучний; проти вмикання; динамічний; конденсаторний; Індукційно-динамічний режим.

Джерела: [2] – стор. 70-75.

Тема 6. Аналіз параметрів приводних електродвигунів.

Параметри навколишнього середовища, визначення типу двигуна за конструкцією місця установки, вимоги до виробничого механізму, його технічна характеристика і електромеханічні властивості, кліматичні фактори, фактори зовнішнього механічного впливу, експлуатація в спеціальних (агресивних) середовищах по ДСТ 2482-81, ступінь захисту, конструктивне виготовлення і спосіб монтажу, модернізація і спосіб установки двигунів.

Джерела: [2] – стор. 76-78.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.2.

" Вибір електродвигунів, Математичний вид, ланки, схеми, передавальні функції, стійкість і якість систем "

Тема 7. Вибір приводних електродвигунів.

Вибір здійснюється: за параметрами зовнішнього середовища M1...M31; за конструкцією місця установки двигуна; за вимогами з боку виробничого механізму; за потужністю. Потужність вибирають по режимам роботи електродвигунів за тривалістю часу: S1...S8.

Джерела: [4] – стор. 78-92.

Тема 8. Математичний опис систем автоматичного керування.

Поняття про елементи систем автоматичного керування (САК). Приклади елементів САК. Функціональні та структурні схеми САК. Рівняння, які описують процеси в елементах САК і самих САК. Поняття про передаточні функції ланок та їх одержання. Статичні та астатичні САК. Лінеаризація статичної характеристики $y = x_3 \cdot x_2$. Математичний опис динамічного стану двигуна постійного струму з незалежним збудженням (ДПС). Розгорнута структурна схема ДПС. Поняття про динамічні характеристики елементів (ланок) та САК. Часові характеристики елементів і систем.

Джерела: [4] – стор. 110-145.

Тема 9. Типові динамічні ланки систем автоматичного керування.

Основні поняття про типові ланки систем автоматичного керування САК. Аперіодична ланка та її визначення. Перехідна характеристика та вагова функція аперіодичної ланки. Частотні характеристики аперіодичної ланки. Безенергійна (пропорційна) ланка та її характеристики. Інтегруюча ланка та її математичний опис. Математичний опис диференційної ланки. Коливальна ланка на прикладі RLC-електричного колу. Одержання передаточної функції коливальної ланки. Частотні характеристики коливальної ланки. Часові та перехідні характеристики коливальної ланки.

Джерела: [4] – стор. 151-198.

Тема 10. Структурні схеми і передаточні функції безперервних автоматичних систем.

Послідовне та паралельне сполучення ланок САК. Зустрічно-паралельне сполучення ланок САК. Структурні схеми САК. Зворотні зв'язки в САК. Побудова статичної характеристики послідовного сполучення ланок. Побудова статичної характеристики ланок, сполучених зворотним зв'язком. Структурні методи при аналізі САК. Правила перетворення структурних схем. Передаточні функції розімкненої та замкненої САК.

Джерела: [4] – стор. 195-248.

Тема 11. Стійкість системи і якість перехідного процесу.

Загальні поняття про стійкість систем. Комплексна площина розміщення коренів характеристичного рівняння. Сформулювати необхідну умову стійкості САК за коефіцієнтами характеристичного рівняння. Корені характеристичного рівняння САК при яких система буде знаходитись на межі стійкості. Основні критерії стійкості САК: Гурвіца, Михайлова. Фізичний зміст критерій стійкості Найквіста. Поняття про якісні показники регулювання САК. Оцінка якості процесу регулювання за частотними характеристиками розімкненої САК.

Джерела: [4] – стор. 249-315.

Тема 12. Методи підвищення якості лінійних систем автоматичного керування.

Основні відомості про корекцію САК. Корекція САК за допомогою введення додаткових ланок. Корегуючі ланки. Жорсткий та гнучкий зворотний зв'язок САК.

Джерела: [4] – стор. 327-367.

5.1. Структура навчальної дисципліни

Таблиця 5.1.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лаб.	пр.	с.р.		л	лаб.	пр.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VI - СЕМЕСТР										
Модуль 1										
Змістовий модуль 1.1. «Основи. Інструмент моделювання. Складові, впливи, режими, двигуни»										
Тема І.1. Основи електромеханічних систем	5	2			3					4
Тема І.2. Інструмент моделювання і спостереження за процесами, які виникають в елементах електропривода	25	6	14		5					20
Тема І.3. Силова складова електромеханічних систем	5	2			3					4
Тема І.4. Вплив різних факторів на механічні характеристики АД	9	2			7					8
Тема І.5. Гальмівні режими	7	2			5					7
Тема І.6. Аналіз параметрів приводних електродвигунів	9	2			7					8
Разом за змістовим модулем 1.1.	75	16	14		45	75	5	4	0	66

VI - СЕМЕСТР										
Модуль 1										
Змістовий модуль 1.2. «Вибір електродвигунів, Математичний вид, ланки, схеми, передавальні функції, стійкість і якість систем»										
Тема I.7. Вибір приводних електродвигунів за нагріванням	22	4	8		10					21
Тема I.8. Математичний опис систем автоматичного керування	9	2			7					8
Тема I.9. Типові динамічні ланки систем автоматичного керування	7	2			5					6
Тема I.10. Структурні схеми і передаточні функції безперервних автоматичних систем	8	2			6					7
Тема I.11. Стійкість системи і якість перехідного процесу	7	2	4		1					2
Тема I.12. Методи підвищення якості лінійних систем автоматичного керування	7	2	4		1					7
Разом за змістовим модулем 1.2.	75	14	16		45	75	5	4		66
Всього за 6-й семестр	150	30	30		90	150	10	8		132

5.2. Теми лабораторних занять

Таблиця 5.2

№ з/п	Назва тем лабораторних занять	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
Семестр - VI			
Модуль 1			
1	Ознайомлення з операційним середовищем Simulink і прости моделі [3] стор. 5-17	2	1
2	Моделювання простих електричних кіл [3] стор. 5-17	4	1
3	Моделювання розгалуженого RLC-контру [3] стор. 17-24	4	1
4	Моделювання послідовного RLC-контру [3] стор. 17-24	4	1
5	Моделювання двигуна постійного струму з послідовним збудженням [3] стор. 33-39	4	1
6	Моделювання двигуна постійного струму з незалежним збудження [3] стор. 39-46	4	1
7	Моделювання залежного інвертору струму [3] стор. 57-63	4	1
8	Моделювання робочих характеристик трифазного асинхронного двигуна з коротко замкнутим ротором [5] стор. 25	4	1
Разом		30	8

5.3 Самостійна робота

Теми самостійного вивчення теоретичного матеріалу

Таблиця 5.3

№ з/п	Назва теми для самостійного вивчення	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
6-й семестр			
1	Основи електромеханічних систем	2	3
2	Інструмент моделювання і спостереження за процесами, які виникають в елементах електропривода	2	6
3	Силова складова електромеханічних систем	2	4
4	Вплив різних факторів на механічні характеристики АД	2	4
5	Гальмівні режими	2	5
6	Аналіз параметрів приводних електродвигунів	2	4
7	Вибір приводних електродвигунів за нагріванням	2	4
8	Математичний опис систем автоматичного керування	2	4
9	Типові динамічні ланки систем автоматичного керування	2	4
10	Структурні схеми і передаточні функції безперервних автоматичних систем	2	6
11	Стійкість системи і якість перехідного процесу	2	4

12	Методи підвищення якості лінійних систем автоматичного керування	2	2
Разом		24	50

5.4 Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
6-й семестр			
1	Підготовка до лекцій	20	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	10	20
3	Підготовка до практичних занять	-	-
4	Підготовка до поточного модульного контролю	16	-
5	Виконання контрольної роботи	-	16
6	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	24	50
7	Підготовка до поточного модульного контролю	10	16
8	Підготовка до екзамену	10	10
Разом за 6-й семестр		90	132

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методами навчання є: лекції і лабораторні роботи.

- На лекціях викладається базовий матеріал і триває перевірка його засвоєння;
- на лабораторних заняттях засвоюються методи впровадження теоретичних знань до практики засобом моделювання запропонованих процесів у середі програмного забезпечення «MatLab».

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт на комп'ютері з проведенням аналізу і висновку щодо отриманих результатів;
- усні відповіді на лабораторних заняттях;
- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);
- екзамени.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (4 роботи по 5 балів).

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
6-й семестр										
Бал	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал	Критерії оцінювання
20	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено в обсязі, програми наведені без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент не вільно орієнтується в матеріалі.
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно, більша частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах.
0	Роботу не виконано

Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент відповідає на всі теоретичні питання без помилок
30	Студент дає повні відповіді на 70% теоретичних питань, однак після додаткового питання студент дає правильну відповідь на інші питання.
20	Відповідь на 50% питань повна, та дає правильні відповіді на інші питання після уточнюючих питань.
10	Відповідь на 50% питань повна, та дає помилкові відповіді на інші питання після уточнюючих питань
0	Студент дає менше 30% правильних відповідей на теоретичні питання

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
6-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	8 роб. × 5 балів = 40 балів	8 роб. × 5 балів = 40 балів
Поточний модульний контроль	1 МКР × 20 балів = 20 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	1 к.роб. × 20 балів = 20 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістовий модуль	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
1	2	3	4	5	6
Семестр 6					
ЗМ 1	T2	Лабораторна робота № 1	5	Лабораторна робота № 1	5
	T2	Лабораторна робота № 2	5	Лабораторна робота № 2	5
	T2	Лабораторна робота № 3	5	Лабораторна робота № 3	5
	T2	Лабораторна робота № 4	5	Лабораторна робота № 4	5
	T1-T7	Поточний модульний контроль	20	-	-
ЗМ 2	T7	Лабораторна робота № 5	5	Лабораторна робота № 5	5
	T7	Лабораторна робота № 6	5	Лабораторна робота № 6	5
	T11	Лабораторна робота № 7	5	Лабораторна робота № 7	5
	T12	Лабораторна робота № 8	5	Лабораторна робота № 8	5
	-	-	-	Контрольна робота	20
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

9. Технічні засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (MatLab, Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Якимчук Г.С., Кириллов О.Л. Основи автоматизованого електроприводу: Учебний посібник. – Херсон. ХНТУ. 2015. – 206с.
2. Свириденко П.А., Цаделев А.Н. Основы автоматизированного электропривода: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000. -392 с.
3. Кабалык Ю. С. Имитационное моделирование устройств электроподвижного состава: метод. пособие по выполнению лабораторных работ / Ю. С. Кабалык. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2012. – 64 с.: ил.
4. Якимчук Г.С. Теорія автоматичного керування електромеханічними системами: Навч. посіб. – Херсон: Олді-плюс, 2009. -572 с.: іл.
5. Бурденко /Ч.Ф., Котриков К. П. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: Учебное пособие - Одесса: 2004 -62с.
6. Гулятьев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB. СПб.: Питер, 2000. - 429 с: ил.
7. Потемкин В.Г. Инструментальные средства MATLAB 5.X. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. - 332 с: ил.
8. Ануфриев И.И., Смирнов А.А., Смирнова Е.А. MATLAB 7. Наиболее полное руководство. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

Допоміжна література

1. Герман-Галкин С. Г. Школа MATLAB. Урок 6. Программные и инструментальные средства представления результатов моделирования // Силовая электроника. 2007, №54.
2. Худяков В.И. Школа MATLAB. Урок 1-13. Анализ динамических свойств устройств силовой электроники во временной области // Силовая электроника. 2005, № 1-13.
3. Afonin A., Kramarz W., Cierzniewski P. Elektromechaniczne przetworzoki energii z koniulacja elck (ronicyna. Szczecin, 2000. 242 с: ил.
4. Blaschke F. Das Prinzip der Feldorientierung die Grundlage fur Transvcklor Regelung von Drehfeldmascliienen/Siemens-Zeilschrift. 1971. Bd. 45. H. 10. S. 761-764.
5. Kazmierkowski M., Tunia H. Aulomatic Control of Convener-Fed Drives. ELSEVIER Amsterdam — London — New York — Tokio. PWN-POLISH SCIENTIFIC PUBLISHERS. Warszawa, 2000, 559 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

<http://nuos.edu.ua>

Розробник, к.т.н., доцент, без вч. звання,
кафедри “автоматики та електроустаткування”,
ХфНУК

Кириллов О.Л.

Питання для модульного контролю

Контрольні питання до змістовного модуля 1.1.

1. Поняття і визначення автоматизованих електромеханічних систем (АЕМС).
2. Склад АЕМС.
3. Класифікація електроприводів ЕМС.
4. Загальні вимоги, які пред'являються до АЕМС.
5. Поняття та визначення процесу керування
6. Поняття та визначення процесу регулювання.
7. Що таке система автоматичного керування і регулювання?
8. Два рівня вивчення і дослідження АЕМС.
9. Які існують структури АЕМС?
10. Що таке комбіноване та адаптивне керування?
11. Структура слідкуючої АЕМС.
12. Структура програмної АЕМС.
13. Основні поняття статичних та астатичних систем автоматичного керування.
14. Загальні ознаки та визначення АЕМС.
15. Історична довідка і аналіз програмного продукту MATLAB.
16. Процес запуску системи.
17. Запуск бібліотеки Simulink.
18. Дати аналіз вікна для створення S – моделі.
19. Побудова S – моделі, алгоритм дій при побудові.
20. Основні операції при редагуванні S – моделі.
21. Бібліотека Simulink /розділи і елементи/
22. Бібліотека SimPowerSystems /розділи і елементи/
23. Специфіка створення SPS – моделей.
24. Склад елементів бібліотеки SimPowerSystems.
25. Дати аналіз розділу бібліотеки SimPowerSystems: /Electrical Sources/
26. Дати аналіз розділу бібліотеки SimPowerSystems: /Elements/
27. Дати аналіз розділу бібліотеки SimPowerSystems: /Measurements/
28. Дати аналіз розділу бібліотеки SimPowerSystems: /Machines/
29. Приклади побудови SPS – моделей.
31. Записати основне рівняння руху електромеханічної системи (ЕМС) і пояснити його складові.
32. Як виконати приведення статичних моментів опору та моментів інерції до валу двигуна?
33. Як описати двомасову ЕМС з пружним зв'язком диференціальними рівняннями?
34. Групи робочих механізмів з активним та пасивним (реактивним) статичними моментами.
35. Класи робочих механізмів по виду залежності статичного (корисного) моменту від швидкості обертання.

36. Основні відомості про електричні машини (ЕМ). Види електричних машин.
37. Побудова ЕМ змінного та постійного струму.
38. Принцип роботи асинхронних машин.
39. Фізична суть і визначення ковзання в асинхронній ЕМ.
40. Електрична схема заміщення асинхронного двигуна (АД).
41. Енергетична діаграма АД.
42. Рівняння механічної характеристики АД.
43. Графічне зображення природної механічної характеристики АД.
44. Характерні точки механічної характеристики
45. Вплив величини напруги живлення на електромеханічні властивості АД.
46. Залежність швидкості обертання ротора, пускового моменту і струму від величини активного опору в роторній колі АД.
47. Вплив числа пар полюсів магнітного поля на швидкість обертання АД.
48. Залежність швидкості обертання ротора і максимального моменту від частоти напруги живлення ЛД.
49. Механічні характеристики АД при несиметричному живленні.
50. Гальмівні режими ЛД. Режим проти увімкнення АД.
51. Електродинамічний режим гальмування АД.
52. Рекуперативний режим гальмування АД.
53. Принцип роботи машин постійного струму (МПС).
54. Класифікація двигунів постійного струму за способом їх збудження.
55. Аналітичний запис та графічне зображення природної механічної характеристики МПС з незалежним збудженням.
56. Способи пуску двигуна постійного струму.
57. Гальмові режими двигуна постійного струму.
58. Способи регулювання швидкості двигунів постійного струму.
59. Регулювання кутової швидкості обертання АД
60. Вплив величини (амплітуди) напруги
61. Системи регулювання кутової швидкості обертання АД змінною напругою
62. Вплив опорів кола статора
63. Вплив опору на коло ротора
64. Вплив кількості полюсів
65. Імпульсне регулювання
66. Частотне регулювання кутової швидкості обертання АД
67. Вплив асиметрії напруги
68. Генераторний режим гальмування
69. Природне рекуперативне гальмування
70. Штучне рекуперативне гальмування
71. Гальмування проти-вмиканням
72. Динамічне гальмування
73. Конденсаторне гальмування
74. Індукційно - динамічне гальмування
75. Фактори навколишнього середовища
76. Конструкція місця установки двигуна
77. Вимоги до виробничого механізму

78. Фактори зовнішнього механічного впливу
79. Експлуатація в агресивних середах
80. Ступінь захисту двигуна
81. Конструктивне виготовлення і спосіб монтажу

Контрольні питання до змістовного модуля 1.2.

1. Дати класифікацію режимів роботи електродвигунів за тривалістю часу
2. Пояснити S1- тривалий режим роботи двигуна
3. Пояснити S2- короткочасний режим роботи двигуна
4. Пояснити S3- повторно-короткочасний режим роботи двигуна
5. Пояснити S4- повторно-короткочасний режим роботи двигуна з частими пусками
6. Пояснити S5- повторно-короткочасний режим роботи двигуна з частими пусками і електричним гальмуванням
7. Пояснити S6- перемищений режим роботи двигуна
8. Пояснити S7- перемищений режим роботи двигуна з частими реверсами при електричному гальмуванні
9. Пояснити S8- перемищений режим роботи двигуна з двома і більше частотами обертання
10. Як здійснюється вибір потужності електродвигуна?
11. Поняття про елементи систем автоматичного керування (САК).
12. Приклади елементів САК.
13. Типові сигнали та їх математичний опис.
14. Функціональні та структурні схеми САК.
15. Рівняння, які описують процеси в елементах САК і самих САК.
16. Лінійні та нелінійні ланки та їх математичний опис.
17. Поняття про передаточні функції ланок та їх одержання.
18. Статичні характеристики елементів САК.
19. Лінеаризація нелінійних статичних характеристик.
20. Статичні та астатичні САК.
21. Лінеаризувати статичну характеристику $y = x, l \setminus$.
22. Виконати математичний опис процесу роботи генератора постійного струму з незалежним збудженням.
23. Виконати математичний опис і скласти структурні схеми одно- та двомасової механічних систем без і з пружинними зв'язками.
24. Дати математичний опис динамічного стану двигуна постійного струму з незалежним збудженням (ДПС).
25. Одержати розгорнуту структурну схему ДПС.
26. Поняття про динамічні характеристики елементів (ланок) та САК.
27. Часові характеристики елементів і систем.
28. Одержання часових характеристик САК.
29. Зображення часових характеристик.
30. Основні поняття про логарифмічні характеристики елементів САК.
31. Основні поняття про типові ланки систем автоматичного керування САК

32. Аперіодична ланка та її визначення.
33. Перехідна характеристика та вагова функція аперіодичної ланки.
34. Частотні характеристики аперіодичної ланки.
35. Логарифмічні характеристики аперіодичної ланки.
36. Без інерційна (пропорційна) ланка та її характеристики.
37. Інтегруюча ланка та її математичний опис.
38. Основні характеристики інтегруючої ланки.
39. Які частоти пропускає інтегратор?
40. Математичний опис диференційної ланки.
41. Часова характеристика і вагова функція диференційної ланки.
42. Поняття і математичний опис форсуючої ланки.
43. Основні характеристики форсуючої ланки.
44. Які частоти пропускає форсуюча ланка?
45. Приклади форсуючих ланок та їх математичний опис.
46. Коливальна ланка на прикладі ЯБС-електричного кола.
47. Одержання передаточної функції коливальної ланки.
48. Частотні характеристики коливальної ланки.
49. Часові та перехідні характеристики коливальної ланки.
50. Поняття про ланку з запізненням.
51. Передаточна функція та основні характеристики ланки з запізненням.
52. Мінімально-фазові та немінимально-фазові ланки.
53. Стійкі та нестійкі ланки.
54. Інерційно-форсуючі ланки.
55. Послідовне та паралельне сполучення ланок САК.
56. Зустрічно-паралельне сполучення ланок САК.
57. Що таке структурні схеми САК?
58. Зворотні зв'язки в САК.
59. Побудова статичної характеристики послідовного сполучення ланок
60. Побудова статичної характеристики ланок, сполучених зворотним зв'язком.
61. Структурні методи при аналізі САК.
62. Правила перетворення структурних схем.
63. Передаточні функції розімкненої та замкненої САК.
64. Передаточні функції САК за помилкою та збуренням.
65. Логарифмічні частотні характеристики САК.
66. Логарифмічні частотні характеристики для статичних та астатичних САК.
67. Загальні поняття про стійкість систем.
68. На прикладі пояснити стійкість замкненої електромеханічної системи.
69. Пояснити, чому при від'ємних коренях характеристичного рівняння САК буде стійкою, а при додатних - нестійкою.
70. Комплексна площина розміщення коренів характеристичного рівняння.
71. Сформулювати необхідну умову стійкості САК за коефіцієнтами характеристичного рівняння.
72. При яких коренях характеристичного рівняння САК буде знаходитись на межі стійкості?
73. Основні критерії стійкості САК.

74. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца.
75. Використання критерія Гурвіца для визначення стійкості САК, яка описується диференціальним рівнянням п'ятого порядку.
76. Як визначити границі значень коефіцієнта підсилення для САК, яка описується диференціальним рівнянням третього порядку?
77. Основні відомості про частотні критерії стійкості САК.
78. Критерій стійкості САК Михайлова.
79. Голограф Михайлова та його побудова.
80. Визначення стійкості САК за критерієм Михайлова, якщо вона описується диференціальним рівнянням п'ятого порядку.
81. Використовуючи критерій стійкості Михайлова, визначити граничний коефіцієнт підсилення САК.
82. Фізичний зміст критерію стійкості Найквісту.
83. Використовуючи критерій стійкості Найквісту визначити запас стійкості САК за амплітудою та фазою.
84. Використання логарифмічних частотних характеристик для визначення стійкості САК.
85. Поняття про умовно стійкі САК.
86. Поняття про якісні показники регулювання САК.
87. Що таке стандартні перехідні характеристики САК?
88. Оцінка якості процесу регулювання за частотними характеристиками розімкненої САК.
89. Як впливає частота зрізу та запас за фазою на показники якості перехідного процесу?
90. Основні відомості про корекцію САК.
91. Корекція САК за допомогою введення додаткових ланок.
92. Способи ввімкнення корегуючих ланок.
93. Що таке інваріантність САК і як її досягти?
94. Форми інваріантності.
95. Замкнені комбіновані САК.
96. При яких умовах можна одержати повну інваріантність в САК?
97. Що таке корегуючі ланки?
98. Корегована САК за допомогою корегуючого контуру.
99. Корегована САК за допомогою інтегруючого контуру.
100. Корегована САК за допомогою інтегро-диференціюючого контуру.
101. САК за сигналом похибки та похідної від сигналу похибки.
102. Одержання критичного коефіцієнта підсилення САК.
103. Приклад САК з реальною форсуючою ланкою.
104. Приклад САК з допомогою інтегро-диференціюючого контуру.
105. Що таке жорсткий та гнучкий зворотний зв'язок САК?
106. Передаточна функція інтегруючої ланки, яка охоплена зворотним зв'язком за допомогою підсилювача.
107. Еквівалентні перетворення структурних схем зі зворотним зв'язком в схему з послідовним сполученням ланок.