

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра суднових електроенергетичних систем

T7215



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Електричні машини
ELECTRIC MACHINES**

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

тип дисципліни _____ обов'язкова _____

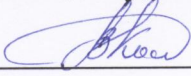
мова(и) викладання _____ українська _____

Робоча програма навчальної дисципліни «Електричні машини» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 27 Транспорт» спеціальності 271 "Морський та внутрішній водний транспорт", освітня програма «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики».

«20» 05 2022 року. 27 с.

Розробник: Ставинський Р.А., доцент кафедри суднових електроенергетичних систем, канд. техн. наук, доцент.

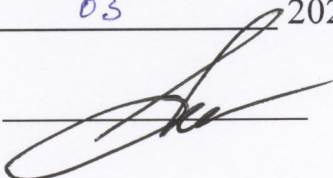
Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електричні машини» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики», к.т.н., доцент  В.І. Костюченко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електричні машини» розглянуто на засіданні кафедри суднових електроенергетичних систем.

Протокол № 9 від "23" 05 2022 року.

Завідувач кафедри СЕЕС,
канд.техн.наук, доцент

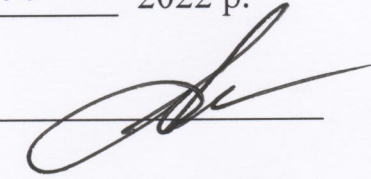
 Д.О. Жук

Проект робочої програми розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки.

Протокол № 1 від «29» 08 2022 р.

Голова МР ННІАЕ,

канд.техн.наук, доцент

 В.А. Скороходов

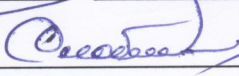
Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електричні машини» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

 А.В. Лабарткава

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електричні машини» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 6 від "29" 08 2022 року.

Голова НМР НУК  Трушляков Є.І.

© НУК, 2022

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	7
6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування.....	17
7. Форми поточного та підсумкового контролю	18
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	23
9. Засоби навчання	24
10. Рекомендовані джерела інформації	24
Додатки.....	27

ВСТУП

Анотація

Дисципліна "Електричні машини" є невід'ємним складником формування професійної компетентності здобувачів вищої освіти. Програма курсу розрахована на студентів, які раніше вивчали курси фізики та теоретичні основи електротехніки.

Курс електричних машин відноситься до циклу професійної підготовки та входить до нормативних навчальних дисциплін. Він охоплює наступні розділи: загальні питання теорії електричних машин; машини постійного струму; трансформатори; асинхронні машини; синхронні машини.

Ключові слова: електричні машини; електромеханіка; електродвигуни, генератори; трансформатори.

Summary

The discipline "Electric Machines" is an integral part of the formation of professional competence of higher education applicants. The course program is designed for students who have previously studied physics courses and theoretical fundamentals of electrical engineering.

The course of electric machines belongs to the cycle of vocational training and is included in the normative educational disciplines. It covers the following sections: general questions about the theory of electric machines; DC machines; transformers; asynchronous machines; synchronous machines.

Keywords: electric machines; electromechanics; electric motors, generators; transformers.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання (ДФН)	Заочна форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів – 10	Галузь знань: 27 "Транспорт"	Обов’язкова Дисципліна циклу професійної підготовки	
Модулів – 3	Спеціальність: 271 "Морський та внутрішній водний транспорт" Освітня програма: «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики»"	Рік підготовки	
Змістових модулів – 6		3-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету		Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (ІНДЗ): курсовий проект (КП)		5, 6-й	5, 6-й
Загальна кількість годин – 300 Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3/4; самостійної роботи студента – 4	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	60 год.	28 год.
		Практичні	
		30 год.	8 год.
		Лабораторні	
		30 год.	22 год.
		Індивідуальні завдання	
		КП	КП
		Самостійна робота	
		180 год.	242 год.
		Вид контролю: 5 – залік; 6 – екзамен, захист КП	
		Форма контролю: письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Електричні машини» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми наступних компетентностей:

СК1. Здатність здійснювати нагляд за експлуатацією електричних і електронних систем, а також систем управління.

СК3. Навички експлуатації генераторів та систем розподілу електроенергії.

СК6. Здатність здійснювати технічне обслуговування та ремонт електричного та електронного обладнання.

СК9. Здатність здійснювати технічне обслуговування та ремонт електричних, електронних систем та систем управління палубними механізмами та вантажопідйомним обладнанням.

СК12. Здатність розв'язувати складні непередбачувані задачі і проблеми експлуатації суднових електроенергетичних установок та обладнання.

СК13. Критичне осмислення основних теорій, принципів, методів і понять сучасної морської інженерії та електротехніки.

СК15. Уміння обґрунтовувати власну точку зору та висновки, використовуючи основні теорії та концепції у сфері електротехніки та морської інженерії.

СК16. Здатність до аналізу та прогнозування процесів та стану суднового електрообладнання в умовах неповної або обмеженої інформації.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення електричних машин є дисципліни: Вища математика; Фізика; Теоретичні основи електротехніки.

4. Очікувані результати навчання

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

РН1. Знання та розуміння електротехнології та теорії електричних машин; основ електроніки та силової електроніки; конструкції та принципу дії електричних розподільних щитів та електрообладнання; основ автоматики, автоматичних систем та технології управління; приладів, сигналізації та систем стеження; електроприводу; технології електричних матеріалів; електрогідравлічних та електропневматичних систем управління.

РН3. Концептуальні знання, включаючи певні знання сучасних досягнень, у сфері електротехніки та електромеханіки, електроніки та систем управління та їх застосування у морській інженерії.

РН10. Знання устрою, принципу дії та правил технічної експлуатації електричних систем, розподільних щитів, електродвигунів, генераторів, а також електросистем та обладнання змінного та постійного струму.

РН16. Уміння виявляти несправності в електричних ланцюгах, встановлювати місця несправностей і застосовувати заходи щодо запобігання ушкоджень.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Денна форма навчання (обсяг кожної лекції 2 год.)

Змістовий модуль 1. Загальні питання теорії ЕМ.

Тема 1. Терміни і визначення, поняття та створення магніторушійної сили (МРС) ЕМ.

Визначення науки „Електромеханіка” і терміну ЕМ, класифікації ЕМ за призначенням, принципом дії, потужністю, частотою обертання. Поняття активної і конструктивної частин та магнітного кола, різновиди магнітних кіл ЕМ.

Поняття і обґрунтування формули МРС ЕМ. Розподіл та гармонічний склад МРС у просторі (робочому зазорі) ЕМ при живленні обмотки постійним і змінним струмом.

Тема 2 . Особливості створення, розподілу і розрахунку МП ЕМ.

Обґрунтування способу отримання і гармонійного складу обертової МРС ЕМ з двохфазною згуртованою обмоткою. Обґрунтування способу отримання і гармонійного складу обертової МРС ЕМ з трифазною згуртованою обмоткою.

Обґрунтування методу розрахунку МП на основі поняття питомої провідності робочого зазору ЕМ. Аналіз та облік впливу зубчатості активних поверхонь і насичення магнітного кола на структуру та інтенсивність МП. Визначення понять головного МП і МП розсіювання, складові МП розсіювання та параметри ЕМ. Поняття електромагнітних навантажень ЕМ. Обґрунтування зв'язку потужності, електромагнітних навантажень і головних розмірів ЕМ. Метод та порядок розрахунку магнітного кола обертових ЕМ. Метод та порядок розрахунку магнітного кола статичних ЕМ.

Змістовий модуль 2. Особливості і характеристики КМПС.

Тема 3. Загальні питання теорії КМПС.

Особливості будови колекторних електромашин, призначення і будова колектора, типи та особливості обмоток якоря.

Обґрунтування особливостей розподілу МП збудження, МП якоря і МП режиму навантаження, визначення поняття реакції якоря і аналіз впливу конструктивних чинників на розподіл МП КМПС (компенсаційна обмотка, зсув щіток, нерівномірність зазору).

Обґрунтування формули електрорушійної сили (ЕРС) якоря і електромагнітного моменту (ЕММ) КМПС, зубцеві пульсації ЕРС та послаблення їх впливу. Рівняння, втрати енергії та енергетичні діаграми роботи колекторної ЕМ на режимах генератора і двигуна.

Визначення процесу, обґрунтування та рішення рівняння ЕРС секцій обмотки якоря в режимі комутації. Аналіз варіантів режиму комутації та їх вплив на надійність ЕМ.

Обґрунтування способів та технічних рішень поліпшення умов комутації. Експериментальна перевірка процесу комутації.

Тема 4. Особливості і характеристики колекторних електрогенераторів.

Обґрунтування і аналіз характеристик генератора незалежного збудження. Обґрунтування поняття і використання характеристичного трикутника.

Умови і перехідний процес самозбудження, особливості генераторів з паралельним і послідовним самозбудженням.

Умови стійкої автономної та паралельної роботи генераторів, особливості генераторів змішаного збудження.

Тема 5. Особливості і характеристики колекторних електродвигунів.

Обґрунтування функціональних залежностей швидкісної і механічної характеристик двигунів паралельного, послідовного і змішаного збудження.

Обґрунтування умов стійкої роботи, вигляду графічних залежностей і особливостей робочих характеристик колекторних двигунів постійного струму. Обґрунтування способів пуску колекторних двигунів постійного струму.

Обґрунтування і аналіз способів і границь регулювання частоти обертання колекторних двигунів.

Змістовий модуль 3. Особливості і характеристики трансформаторів.

Тема 6. Математична модель, заступна схема і характеристики трансформатора.

Принцип дії, структурні схеми і конструктивні різновиди магнітопроводів і обмоток одно і трифазних трансформаторів.

Аналіз режимів неробочого руху і навантаження та обґрунтування виразу ЕРС обмотки, рівнянь МРС і струмів електромагнітних кіл трансформатора.

Обґрунтування особливостей гармонічного складу, виразів активної і реактивної складових частин та діючого значення струму неробочого руху.

Система рівнянь трансформатора у диференціальній формі та обґрунтування вказаної системи рівнянь в комплексній формі, приведення вторинної обмотки до первинної. Перетворення чотириполюсника трансформатора в електричні заступні схеми ідеального і реального трансформатора.

Заступні схеми, параметри і векторні діаграми режимів навантаження, неробочого руху та короткого замикання трансформатора. Експериментальне визначення параметрів заступних схем трансформатора.

Обґрунтування практичної формули зміни вторинної напруги та зовнішніх характеристик трансформатора. Втрати потужності, енергетична діаграма та обґрунтування практичного виразу та умови максимуму коефіцієнту корисної дії трансформатора та інших типів ЕМ.

Схеми і групи з'єднань обмоток, особливості трансформації трифазного струму. Аналіз впливу схеми з'єднань обмотки та конструктивних особливостей магнітопровода на гармонічний склад ЕРС і додаткові втрати трансформатора.

Аналіз умов паралельної роботи трансформаторів і можливих наслідків їх невиконання. Регулювання напруги розподільних трансформаторів.

Тема 7. Трифазні і спеціальні виконання, паралельні, перехідні і несиметричні режими роботи розподільних трансформаторів.

Метод розрахунку і аналіз особливостей несиметричних режимів навантаження у залежності від схем з'єднань обмоток.

Рівняння електромагнітного процесу, аналіз особливостей три-обмоткового трифазного трансформатора. Рівняння електромагнітного процесу та аналіз особливостей одно і трифазного автотрансформатора.

Атмосферні перенапруги і ємкісний захист трансформатора. Аналіз, рішення рівняння та облік можливих наслідків перехідного процесу короткого замикання трансформатора. Аналіз, рішення рівняння та облік наслідків перехідного процесу включення трансформатора на режим неробочого руху.

Модуль 2

Змістовий модуль 4. Технічні рішення наближення розподілу МП ЕМ до синусоїди, конструкції і параметри ЕМ змінного струму.

Тема 8. Конструкції активної частини, способи і конструкторсько-технологічні рішення поліпшення структур магніторушійних сил, МП та електрорушійних сил, параметри обмоток змінного струму.

Конструктивні різновиди АМ і СМ за типом ротора. Конструктивні і схемотехнічні рішення систем збудження СМ. Обґрунтування способу наближення розподілу МРС і структури ЕРС до синусоїди розподілом обмотки у просторі та зкороченням кроку витків секцій обмотки. Вплив скосу пазів та зсуву секцій магнітопровода на структуру ЕРС. Складові частини виразу обмоткового коефіцієнту.

Різновиди пазів магнітопровода, зубцові гармоніки МРС і ЕРС, аналіз типів і конструктивних особливостей, метод та приклади складання практичних схем розподілених обмоток ЕМ.

Обґрунтування виразів ЕРС витка, котушки, фази обмотки. Обґрунтування виразу головної індуктивності та складові виразу індуктивності розсіяння фази і обмотки ЕМ змінного струму з рівномірним робочим зазором.

Змістовий модуль 5. Особливості і характеристики АМ.

Тема 9. Математична модель, заступні схеми режимів роботи і електромеханічні характеристики АМ.

Режими реального і ідеального неробочого руху, принцип дії і режим навантаження АМ. Поняття ковзання і залежність частоти ЕРС і індуктивного опору ротора від ковзання. Рівняння і векторні діаграми МРС і струмів АМ.

Рівняння напруг і ЕРС, векторні діаграми первинного і вторинного електричних кіл АМ. Особливості МП і структури ЕРС ротора, зв'язок ЕРС взаємної індукції з намагнічувальним струмом АМ.

Обґрунтування загального аналітичного виразу електромагнітної потужності і ЕММ ЕМ. Зв'язок електромагнітної потужності АМ і потужності електричних втрат обмотки ротора. Обґрунтування віртуальної заміни обертового ротора АМ нерухомим ротором, приведення параметрів вторинної обмотки до первинної обмотки і перетворення рівняння вторинного кола АМ.

Система рівнянь, обґрунтування Т-подібної заступної схеми АМ. Перетворення Т-подібної схеми в Г-подібну заступну схему. Аналітичне і графічне тлумачення комплексного коефіцієнта перетворення заступної схеми АМ.

Тема 10. Особливості режимів роботи, пуск і регулювання АМ.

Обґрунтування практичного виразу залежностей струму і ЕММ АМ від ковзання і параметрів, електромеханічні характеристики і режими роботи АМ. Визначення особливостей, енергетичні і векторні діаграми роботи АМ в режимах двигуна, генератора і електромагнітного гальма.

Механічна характеристика, стійка робота і показники пускових і навантажувальних властивостей АД. Вплив на механічну характеристику додаткових ЕММ від вищих гармонік МП. Асинхронні і синхронні додаткові ЕММ та вібраційні сили, засоби їх обмеження.

Засоби пуску потужних АД з короткозамкненим і фазним ротором. АД з поліпшеними пусковими характеристиками. Обґрунтування способів плавного і східчастого регулювання частоти обертання АД. Принципові схеми електромеханічних систем регулювання АД. Робочі і пускові характеристики АД.

Змістовий модуль 6. Особливості і характеристики СМ.

Тема 11. Особливості параметрів обмотки статора СМ, рівняння і характеристики автономної роботи синхронного генератора.

Конструктивні рішення забезпечення форми кривої МП збудження і ЕРС неробочого руху СМ, обґрунтування виразу магнітного потоку збудження. Характеристика неробочого руху та коефіцієнт розсіювання МП збудження. Обґрунтування методу двох реакцій і понять подовжнього і поперечного струмів статора явнопольової СМ.

Аналіз розподілу індукції і обґрунтування коефіцієнтів форми МП подовжньої і поперечної реакції якоря. Визначення МП і ЕРС зазору, індуктивних опорів реакції якоря і синхронних індуктивних опорів СМ.

Рівняння напруги і ЕРС, векторні діаграми різновидів СМ. Приведення МРС і струму якоря до обмотки збудження, визначення струму збудження під навантаженням з урахуванням насичення магнітного кола СМ.

Характеристики режиму автономної роботи СМ (зовнішня, регульовальна і навантажувальна). Експериментальне визначення синхронного індуктивного опору і індуктивного опору розсіювання СМ по характеристикам неробочого руху, короткого замикання та навантаження.

Тема 12. Паралельні і перехідні режими СМ.

Умови та способи включення СМ на паралельну роботу, призначення опору погашення МП. Визначення та обґрунтування синхронних режимів та спрощені векторні діаграми паралельної роботи СМ з електроенергетичною системою. Обґрунтування виразів електромагнітної потужності і ЕММ СМ. Кутові характеристики активної і реактивної потужностей СМ. Аналіз переваг і недоліків та обґрунтування векторної діаграми, особливостей і способів пуску СД. Відображення режимів роботи СМ на $V(U)$ -подібних характеристиках.

Перехідні процеси коливань ротора, статична і динамічна стійкість СМ. Особливості роботи СГ при несиметричному навантаженні. Аналіз фізичного процесу і зміни струмів електричних кіл СМ при короткому замиканні. Вигляд варіантів заступної схеми та зміна параметрів у залежності від стадії перехідного процесу короткого замикання СМ.

Конструктивні виконання, нагрів і охолодження, методи теплових розрахунків рухомих і статичних ЕМ. Способи зниження питомої і технологічної матеріалоемності ЕМ, сучасний стан теорії і практики та напрямки розвитку електромеханіки.

Індивідуальне науково-дослідне завдання (ІНДЗ): КП на тему: «Проектування електро-механічного перетворювача енергії» – див. додаток 1.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Денна форма						Заочна форма					
	Кількість годин											
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	л		п	лаб	інд	с.р	
Модуль 1 (М1)												
Змістовий модуль 1. Загальні питання теорії ЕМ												
Тема 1. Терміни і визначення, поняття та створення магніторушійної сили (МРС) ЕМ.	10	2	2	–	–	6	10	2	–	2	–	6
Тема 2 . Особливості створення, розподілу і розрахунку МП ЕМ.	16	4	2	2	–	8	16	2	–	–	–	14
Разом за змістовим модулем 1	26	6	4	2	–	14	26	4	–	2	–	20
Змістовий модуль 2. Особливості і характеристики КМПС												
Тема 3. Загальні питання теорії КМПС.	18	6	4	–	–	8	18	2	–	–	–	16
Тема 4. Особливості і характеристики колекторних електрогенераторів.	18	4	2	8	–	4	18	2	1	4	–	11
Тема 5. Особливості і характеристики колекторних електродвигунів.	14	4	2	4	–	4	14	2	1	4	–	7
Разом за змістовим модулем 2	50	14	8	12	–	16	50	6	2	8	–	34
Змістовий модуль 3. Особливості і характеристики трансформаторів												
Тема 6. Математична модель, заступна схема і характеристики трансформатора.	14	6	2	–	–	6	14	4	1	–	–	9
Тема 7. Трифазні і спеціальні виконання, паралельні, перехідні і несиметричні режими роботи розподільних трансформаторів.	20	4	4	4	–	8	20	2	1	2	–	15
Разом за змістовим модулем 3	34	10	6	4	–	14	34	6	2	2	–	24

Назви змістових модулів і тем	Денна форма						Заочна форма					
	Кількість годин											
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	л		п	лаб	інд	с.р	
Модуль 2 (М2)												
Змістовий модуль 4. Технічні рішення наближення розподілу МП ЕМ до синусоїди, конструкції і параметри ЕМ змінного струму												
Тема 8. Конструкції активної частини, способи і конструкторсько-технологічні рішення поліпшення структур магніторухлих сил, МП та електрорухлих сил, параметри обмоток.	26	8	4	–	–	14	26	4	–	–	–	22
Разом за змістовим модулем 4	26	8	4	–	–	14	26	4	–	–	–	22
Змістовий модуль 5. Особливості і характеристики АМ												
Тема 9. Математична модель, заступні схеми режимів роботи і електромеханічні характеристики АМ.	16	6	2	–	–	8	16	2	2	–	–	12
Тема 10. Особливості режимів роботи, пуск і регулювання АМ.	22	6	2	6	–	8	22	2	–	4	–	16
Разом за змістовим модулем 5	38	12	4	6	–	16	38	4	2	4	–	28
Змістовий модуль 6. Особливості і характеристики СМ.												
Тема 11. Особливості параметрів обмотки статора СМ, рівняння і характеристики автономної роботи синхронного генератора	18	6	2	2	–	8	18	2	2	4	–	10
Тема 12. Паралельні і перехідні режими СМ.	18	4	2	4	–	8	18	2	–	2	–	14
Разом за змістовим модулем 6	36	10	4	6	–	16	36	4	2	6	–	24
Модуль 3 (М3)												
ІНДЗ (КП) Виконання, консультування, захист курсового проекту	90					90	90					90
Усього годин	300	60	30	30	–	180	300	28	8	22	–	242

Тут і далі: заняття лекційні – л, практичні – п, лабораторні – лаб, індивідуальні – інд і самостійна робота – с.р.

Теми семінарських занять
Семінарські заняття не передбачено.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Характеристики, області розповсюдження і рівняння МП в ЕМ.	2
2	Короткі теоретичні відомості та основні рівняння колекторних МПС.	2
3	Параметри і характеристики генераторів постійного струму.	2
4	Параметри і характеристики двигунів постійного струму.	2
5	Короткі теоретичні відомості та основні показники трансформаторів.	2
6	Параметри і характеристики одно- і трифазних трансформаторів.	2
7	Розрахунок і оптимізація головних розмірів трансформатора.	2
8	Статорні обмотки машин змінного струму.	6
9	Визначення параметрів та основних показників асинхронних машин.	6
	Визначення параметрів та основних показників синхронних машин.	4
	Разом	30

Заочна форма навчання

1	Параметри і характеристики генераторів і двигунів постійного струму.	2
2	Параметри і характеристики одно- і трифазних трансформаторів.	2
3	Параметри та характеристики АМ.	2
4	Параметри і характеристики СМ.	2
	Разом	8

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з загальною конструкцією та особливостями активної і конструктивної частин ЕМ на спеціалізованих плакатах і стендах лабораторії ЕМ. Інструктаж з техніки безпеки та охорони праці під час роботи в лабораторії	2
2	Характеристики генератора з незалежним збудженням. (Досліди неробочого руху і короткого замикання. Побудова характеристик неробочого руху, короткого замикання та характеристичного трикутника)	2
3	Характеристики генератора з незалежним збудженням. (Досліди визначення зовнішньої і регулювальної характеристик. Побудова та порівняння розрахункових і експериментальних зовнішньої, регулювальної та навантажувальної характеристик)	2
4	Характеристики генератора паралельного і змішаного збудження. (Випробування та побудова характеристик генератора паралельного збудження)	2
5	Характеристики генератора паралельного і змішаного збудження. (Випробування та побудова характеристик генератора змішаного збудження)	2
6	Характеристики двигуна паралельного збудження. (Випробування та побудова характеристик)	2
7	Характеристики двигуна змішаного збудження. (Випробування та по-	2

	будова характеристик)	
8	Випробування трифазного двообмоткового трансформатора. (Досліди неробочого руху і короткого замикання. Побудова характеристик неробочого руху, короткого замикання та визначення зміни напруги під навантаженням)	2
9	Випробування трифазного двообмоткового трансформатора. (Дослід навантаження, побудова зовнішньої характеристики, характеристики ККД і векторної діаграми трансформатора	2
10	Дослідження трифазного АД з короткозамкненим ротором. (Досліди неробочого руху і короткого замикання. Побудова характеристик неробочого руху, короткого замикання та визначення механічних втрат і втрат у сталі).	2
11	Дослідження трифазного АД з короткозамкненим ротором. (Дослід навантаження, визначення та побудова робочих і пускових характеристик АД)	2
12	Дослідження трифазної асинхронної машини з фазним ротором. (Випробування трифазного індукційного регулятора, дослідження режимів неробочого руху і короткого замикання, поділ втрат АМ)	2
13	Характеристики трифазного СГ. (Експериментальне визначення номінального струму збудження, визначення та побудова характеристик неробочого руху, короткого замикання, зовнішньої, регульованої та навантаження).	2
14	Паралельна робота СГ з мережею.	2
15	Характеристики трифазного СД. (Пуск, визначення V(U)-подібних і робочих характеристик, їх розрахунки і побудова)	2
	Разом	30

Заочна форма навчання		
1	Ознайомлення з загальною конструкцією та особливостями активної і конструктивної частин ЕМ на спеціалізованих плакатах і стендах лабораторії ЕМ. Інструктаж з техніки безпеки та охорони праці під час роботи в лабораторії	2
2	Характеристики генератора з незалежним збудженням.	2
3	Характеристики генератора паралельного і змішаного збудження.	2
4	Характеристики двигуна паралельного збудження.	2
5	Характеристики двигуна змішаного збудження.	2
6	Випробування трифазного двообмоткового трансформатора.	2
7	Дослідження трифазного АД з короткозамкненим ротором.	2
8	Дослідження трифазної асинхронної машини з фазним ротором.	2
9	Характеристики трифазного СГ.	2
10	Паралельна робота СГ з мережею.	2
11	Характеристики трифазного СД.	2
	Разом	22

Самостійна робота

Метою самостійної роботи є повторення й осмислення студентом усіх питань кожної теми, висвітлених на лекційних і лабораторних заняттях. Самостійна робота проводиться в лабораторіях НУК, читальних залах, на об'єктах майбутньої діяльності і/або вдома. Результати цієї роботи фіксуються студентом в індивідуальному робочому зошиті (конспекті). Також до самостійної роботи відносяться підготовка до поточних лабораторних робіт і виконання індивідуального завдання – КР. Обсяг частини самостійної роботи, пов'язаної безпосередньо з вивчення навчальної дисципліни, становить, згідно з розділом 4, для денної форми навчання 180 год., у тому числі на виконання КП передбачено 90 год.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1	Загальні питання теорії ЕМ	14
2	Особливості і характеристики КМПС	16
3	Особливості і характеристики трансформаторів	14
4	Технічні рішення наближення розподілу МП ЕМ до синусоїди, конструкції і параметри ЕМ змінного струму	14
5	Особливості і характеристики АМ	16
6	Особливості і характеристики СМ.	16
Усього		90
Заочна форма навчання		
1	Загальні питання теорії ЕМ	20
2	Особливості і характеристики КМПС	34
3	Особливості і характеристики трансформаторів	24
4	Технічні рішення наближення розподілу МП ЕМ до синусоїди, конструкції і параметри ЕМ змінного струму	22
5	Особливості і характеристики АМ	28
6	Особливості і характеристики СМ.	24
Усього		152

Індивідуальні завдання

Індивідуальним завданням є курсовий проект робота (КП), яку спрямовано на формування практичних навичок проектування рухомих електромеханічних пристроїв та аналізу залежності їх енергетичних та масовартісних показників від електромагнітних навантажень та конструктивних чинників.

Основою для КП є лекційний матеріал та матеріал лабораторних робіт.

Виконання КП – це технічний текст з розрахунками й ілюстраціями, що оформлюється згідно з вимогами ЄСКД й іншими нормативними документами.

Зміст КП полягає у розрахунку і конструюванні (збіркове креслення) та складанні електричної схеми обмотки статора (якоря) електромеханічного перетворювача (трифазний трансформатор, трифазний асинхронний двигун)

Бланк завдання на КП подано у додатку 1.

№ з/п	Назва теми
1	Аналіз технічного завдання, вибір розрахункових коефіцієнтів і електромагнітних навантажень.
2	Розрахунок головних розмірів і обмоткових даних.
3	Розрахунок геометричних співвідношень елементів магнітопроводу.
4	Розрахунок магнітного кола і намагнічувального струму.
5	Розрахунок втрат режиму неробочого руху.
6	Розрахунок активних і індуктивних параметрів.
7	Розрахунок робочих (зовнішніх) характеристик.
8	Розрахунок пускових (регулювальних) характеристик.
9	Розробка збіркового креслення зі специфікацією, креслення електричної схеми і підготовка пояснювальної записки.

6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Засобами оцінювання та методами їх демонстрування є: екзамени; кусова робота; завдання на лабораторному обладнанні; розрахункові роботи.

З метою оперативного і якісного засвоєння матеріалу на лекціях і лабораторних заняттях використовуються наочні матеріали: слайди, презентації, приклади розрахунків. За відвідування цих занять і за результатами бліцопитувань на лабораторних заняттях студент отримує певну кількість балів.

Студент ДФН виконує контрольні роботи КР1 та КР2 за матеріалами 1-го та 2-го змістовних модулів. За цю контрольну роботу він отримує також певну кількість балів. Лабораторні заняття проводяться в лабораторії електричних машин та в аудиторіях університету (оформлення звітів та послідовний захист цих робіт). Таким чином здійснюється поточний контроль стосовно 1-го, 2-го та 3-го змістових модулів. Для студента також важливу роль відіграє самостійна робота, обсяг якої (з роботою над КП) становить 50 % від загального обсягу дисципліни. У зв'язку з цим на лекціях окреслюються основні питання стосовно спеціальних електричних машин і надаються рекомендації по використанню базової та додаткової літератури.

Наприкінці семестру студент:

- 1) пред'являє викладачеві результати самостійної роботи у персональному конспекті та вибірково, за вказівкою викладача, їх коментує, а також надає виконаний КП і на підставі цього отримує певну кількість балів; мінімальна кількість балів при цьому становить 60 % від максимуму за цю частину роботи; у іншому разі студент повинен доопрацювати свій конспект і/або КП до складання екзамену;
- 2) складає екзамен у обов'язковому порядку.

Протягом семестру на лекціях і лабораторних заняттях студенту надається можливість отримати відповідний "роздавальний" матеріал (на електронних і/або паперових носіях). Цей матеріал додається до персонального конспекту, який повинен містити розгляд питань, що засвідчують самостійну роботу студента над усіма темами навчальної дисципліни.

Усі лабораторні роботи пов'язані із здобуттям навичок дослідження та розрахунків спеціальних електричних машин і являють собою практичну підготовку до подальшого освоєння дисципліни.

В окремих випадках (позапланова практика, сімейні обставини, форсмажорні ситуації тощо) студент в установленому порядку може бути переведений на індивідуальний графік навчання, що оформлюється належним чином. Відвідування студентом лекційних і лабораторних занять скорочується, а роль і обсяг його самостійної роботи зростає. Лабораторні і контрольні роботи виконуються в додатковий (при необхідності) час навчання у повному обсязі.

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 заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – 40 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному і лабораторному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми під час роботи на практичних заняттях та набутих практичних навичок 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.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
2	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.
1,6	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.
1,2	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.
0,8	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0,4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 16 балів (8 робіт по 2 бали).</i>

Розрахункові роботи на практичних заняттях	Критерії оцінювання
2	Робота виконана у встановлений термін. Помилки не має.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів або виконана з помилками.
0	Студент не розв'язує задачі.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 16 балів (8 робіт по 2 бали).</i>

Курсовий про- ект	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
1	2	3
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсового проекту.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту.
	25	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових проектів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, чітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових проектів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	10	Робота не носить дослідницького характеру, але відповідає вимогам, які пред'являються до курсових проектів. В проекті є висновки, але вони носять декларативний характер.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових проектів. У роботі немає висновків.
1	2	3

Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилення у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист проекту	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення проекту, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення проекту.
	20	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення проекту.
	15	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, робить спроби аргументувати положення проекту, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення проекту.
	5	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

Поточний модульний контроль у формі контрольної роботи

Контрольна робота	Критерії оцінювання
10	Відповідь змістовна і опирається крім основної, також на додаткову літературу. Студент відтворює основні поняття і весь необхідний графічний матеріал. Формули в роботі наводяться з виводом.
9	Відповідь змістовна. Студент відтворює основні поняття і весь необхідний графічний матеріал. Формули в роботі наводяться з виводом.
8	Відповідь змістовна і студент відтворює всі поняття і формули, а також весь необхідний графічний матеріал. Є елементи виводу формул.
7	Відповідь змістовна і студент відтворює всі поняття і формули, а також весь необхідний графічний матеріал
6	Студент відтворює всі поняття і формули, а також весь необхідний графічний матеріал.
5	Студент відтворює поняття і основні формули, а також весь необхідний графічний матеріал.
4	Студент відтворює поняття і основні формули, а також не весь необхідний графічний матеріал.
3	Студент відтворює основні поняття і формули, а також не весь необхідний графічний матеріал.
2	Студент відтворює основні поняття і не весь необхідний графічний матеріал.
1	Студент відтворює лише основні поняття.
0	Робота не виконувалася.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (3 роботи по 10 балів).</i>

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних завдань	8x2 бали = 16 балів	8x2 бали = 16 балів
Виконання лабораторних робіт	7x2 балів = 14 балів	7x2 балів = 14 балів
Поточний модульних контроль	3x10 бали = 30 балів	3x10 бали = 30 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

5-й семестр

Теми		Вид роботи	Кількість балів	
			Денне відділення	Заочне відділення
ЗМ 1	T1 –	Лабораторна робота №1,	2	
	T2	Розрахункова робота №1,	2	
		Контрольна робота	6	20
ЗМ 2	T3 –	Лабораторні роботи №2-№6	10	
	T5	Розрахункова робота №2, №3, №4	6	
		Контрольна робота	10	20
ЗМ 3	T6 –	Лабораторні роботи №7, №8	4	
	T7	Розрахункова робота №5, №6 №7, №8	8	
		Контрольна робота	10	20
Підсумковий контроль		Залік	40	40
Сума			100	100

6-й семестр

Теми		Вид роботи	Кількість балів	
			Денне відділення	Заочне відділення
ЗМ 4	T8	Лабораторна робота № 9	2	20
		Контрольна робота	18	
ЗМ 5	T9 –	Лабораторні роботи №10, №11, №12	6	20
	T10	Контрольна робота	14	
ЗМ 6	T11 –	Лабораторні роботи №13, №14, №15	6	20
	12	Контрольна робота	14	
Підсумковий контроль		Іспит	40	40
Сума			100	100

Курсовий проект

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

9. Засоби навчання

лабораторне обладнання;
графічні засоби;
проекційна апаратура.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Яцун М.А. Електричні машини: Навчальний посібник.–2-ге вид., стереот. [Текст] / М.А. Яцун. –Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2004.–440с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины: Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. [Текст] /А.И. Вольдек. –Л.: «Энергия», 1974.–840 с.
3. Костенко М.П. Электрические машины: в 2-х ч.–ч.1. Машины постоянного тока. Трансформаторы: Учебник для студентов высш. техн. учеб. заведений. Изд. 3-е, перераб. [Текст] / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. –Л.: «Энергия», 1972.–544 с.
4. Костенко М.П. Электрические машины: в 2-х ч.–ч.2. Машины переменного тока: Учебник для студентов высш. техн. учеб. заведений. Изд. 3-е, перераб. [Текст] / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. –Л.: «Энергия», 1973.–648 с.
5. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: Учебн. для ВУЗов [Текст] / А.В. Иванов-Смоленский. –М: Энергия, 1980. –928 с.
6. Проектирование электрических машин.: Учебное пособие для ВУЗов [Текст] / И.П.Копылов, Б.К.Клоков, В.П.Морозкин и др.; под ред. И.П.Копылова. – М.:Энергия, 1980.–496 с.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з електричних машин: у 3 ч.–ч.1. Електричні машини постійного струму і трансформатори [Текст] / О.Ю. Кімстач, О.П. Коновалов, А.А. Ставинський; під ред.. А.А.Ставинського. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. –44 с.
8. Методичні вказівки до лабораторних робіт з електричних машин: у 3 ч.–ч.2. Електричні машини змінного струму [Текст] / О.Ю. Кімстач, А.А.Ставинський, В.К. Чекунов; під ред. А.А.Ставинського.–Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 36 с.

9. Ставинський Р.А. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу „Електричні машини”: у 2 ч.—ч.1. Електричні машини постійного струму і трансформатори [Текст] / Р.А. Ставинський. —Миколаїв: НУК, 2007.—32 с.
- 10.Ставинський Р.А. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу „Електричні машини”: у 2 ч.—ч.2. Машини змінного струму [Текст] / Р.А. Ставинський. — Миколаїв: НУК, 2007.—20 с.
- 11.Ставинський А.А. Розрахунок трифазних трансформаторів з просторовим магнітопроводом: Навчальний посібник [Текст] / А.А. Ставинський, Р.А. Ставинський, О.О. Плахтир. — Миколаїв: НУК, 2004. —106 с.

Додаткові джерела інформації

1. Ермолин Н.П. Расчет трансформаторов малой мощности [Текст] / Н.П. Ермолин. —Л.: Энергия, 1970. —190 с.
2. Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы их проектирования: Учеб. пособие для ВУЗов [Текст] / О.Д. Гольдберг, О.Б. Буль, И.С.Свириденко и др.; под ред. Гольдберга О.Д. —М.: Высш. школа, 2001.— 512 с.
3. Яковлев А.И. Электрические машины с уменьшенной материалоемкостью [Текст] / А.И. Яковлев.—М.: Энергоатом—издат, 1989.—240 с.
4. Ставинский А.А. Проблема и направления дальнейшей эволюции устройств электромеханики [Текст] / А.А. Ставинский // Електротехніка і електромеханіка. —2004. — №1. —с.57-61.
5. Ставинский А.А. Проблема и нетрадиционные технические решения улучшения виброакустических характеристик асинхронных двигателей [Текст] / А.А. Ставинский // Електротехніка і електромеханіка. —2004.—№4.—с.81-85.
6. Ставинский А.А. Перспективы и особенности дальнейшего усовершенствования индукционных электромеханических и статических преобразователей [Текст] / А.А. Ставинский, И.А. Тищенко, Н.И. Зеленый //Електротехнічні комп'ютерні системи. — 2010.—№01(77).—с.64-69.

Інформаційні ресурси

1. Роздавальний матеріал по всім розділам навчальної дисципліни.
2. Приклад виконання курсового проекту.
3. Зразки звітів по лабораторним роботам.
4. Періодичний науково-практичний журнал „Електротехніка і електромеханіка”. ISSN2074–227X(<http://www.kpi.kharkiv.edu/eie/>).
5. Періодичний науково-технічний журнал „Технічна електродинаміка”.ISSN1607–7970(<http://www.techned.org.ua>).
6. Періодичний науково-технічний журнал „Електротехнічні та комп'ютерні системи”. ISSN2221–3805(www.etks.opu.ua).

Міністерство освіти і науки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
НН Інститут автоматики та електротехніки

Кафедра суднових електроенергетичних систем

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ (КП)
з дисципліни
"Електричні машини"

Тема: «Проектування електромеханічного перетворювача енергії»

Дані для виконання КП: Номінальна потужність, частота мережі, кількість пар полюсів, виконання.

ЗМІСТ І ОБСЯГ КП

Вступ.

1. Аналіз технічного завдання, вибір розрахункових коефіцієнтів і електромагнітних навантажень.
2. Розрахунок головних розмірів і обмоткових даних електричних кіл.
3. Розрахунок геометричних співвідношень елементів магнітопроводу.
4. Розрахунок магнітного кола і намагнічувального струму.
5. Розрахунок втрат режиму неробочого руху.
6. Розрахунок активних і індуктивних параметрів.
7. Розрахунок робочих (зовнішніх) характеристик.
8. Розрахунок пускових (регульовальних) характеристик.

Висновок.

Список використаної літератури.

До пояснювальної записки додаються збіркове креслення загального вигляду (зі специфікацією) електромеханічного перетворювача та схема обмотки статора (якоря).

Загальні вимоги до КП

1. Текст зі змістом курсового проекту – 20..30 сторінок формату А4.
2. Оформлення курсового проекту повинно відповідати вимогам ДСТУ
3. Посилання на використані літературні джерела – обов'язково.

Завдання видано "___" "___" 201__ р.
Плановий термін захисту КП "___" "___" 201__ р.

Виконавець – студент гр. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Консультант _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Приклад двох екзаменаційних білетів

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.

Напрямок підготовки – "".

Професійне спрямування – "".

Семестр: для денної форми навчання – 5.

Навчальна дисципліна – "Електричні машини"

БІЛЕТ № XX

1. Класифікація електричних машин.
2. Електромагнітний момент та потужність машин постійного струму.
3. Визначення параметрів з трансформатора з досліду неробочого руху.

Затверджено на засіданні кафедри суднових електроенергетичних систем.

Протокол №__ від "__" _____ 201_р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Екзаменатор

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.

Напрямок підготовки – "".

Професійне спрямування – "".

Семестр: для денної форми навчання – 6.

Навчальна дисципліна – "Електричні машини "

БІЛЕТ № XX

1. Засоби поліпшення розподілу електромагнітного поля у повітряному проміжку в машинах змінного струму.
2. Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.
3. Рівняння та векторна діаграма явно полюсного синхронного генератора.

Затверджено на засіданні кафедри суднових електроенергетичних систем.

Протокол №__ від "__" _____ 201_р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Екзаменатор

(підпис)

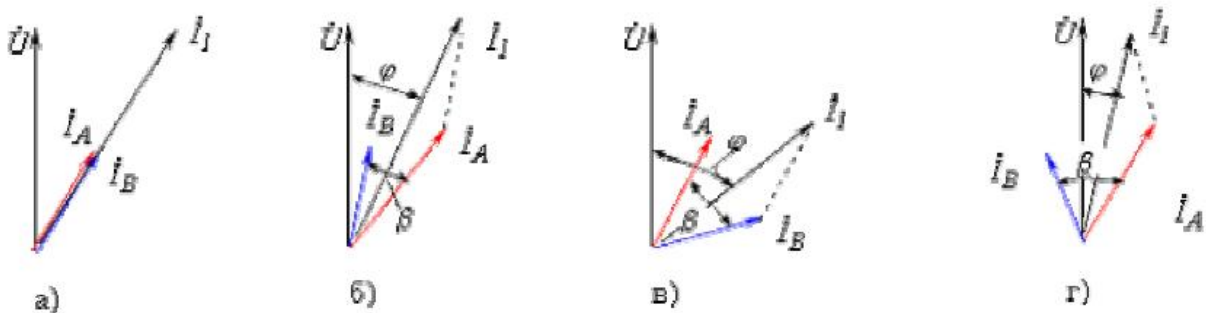
(прізвище та ініціали)

Характерні (як приклад) тести для самоконтролю та поточного контролю

1. Яке рівняння описує реальну вихідну характеристику колекторного тахогенератору?

- (1) $U_{\text{ТГ}} = c_e n \Phi_\delta - I_a r_a - \Delta U_{\text{щ}};$
- (2) $U_{\text{ТГ}} = Kn;$
- + (3) $U_{\text{ТГ}} = \frac{c_e \Phi_\delta}{(1 + r_a / r_H)} n - \frac{\Delta U_{\text{щ}}}{(1 + r_a / r_H)} = K_{\text{ТГ}} n - \Delta n;$
- (4) $U_{\text{ТГ}} = Kn + \Delta n.$

2. Яка діаграма струмів двофазного асинхронного двигуна відповідає фазозсувному елементу з активним опором?



- (1) Активному опору зсуву фаз відповідає діаграма а).
- + (2) Активному опору зсуву фаз відповідає діаграма б).
- (3) Активному опору зсуву фаз відповідає діаграма в).
- (4) Активному опору зсуву фаз відповідає діаграма г).

Примітка: Правильна відповідь позначена знаком "+".