

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.09.2024 16:02:02
Уникальный программный ключ:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfb610e203

Шифр ОПОП: 2014.13.03.02.01

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

Год начала подготовки (по учебному плану): 2020
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.О.16
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Электрические машины

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

доцент

(должность)

Кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

О.А. Князев

(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом

Электромеханического факультета

(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Председатель совета

Е.А. Григорьев

(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Заведующий кафедрой

Е.В. Иванова

(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель рабочей группы по разработке ОПОП по направлению 13.03.02

(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Электроэнергетика и электротехника»

Д.Т.Н.

(ученая степень)

Е. В. Иванова

(И.О.Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является обеспечение базового уровня знаний, умений и навыков, необходимых для формирования способности профессиональной эксплуатации современного оборудования. Рассматриваются законы электро-механического преобразования энергии, устройство, принцип действия, параметры, характеристики и особенности эксплуатации электрических машин и трансформаторов.

1.2. Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модулю), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

1.2.1. Общекультурные компетенции (ОК):

Дисциплина не формирует общекультурных компетенций.

1.2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Дисциплина не формирует общепрофессиональных компетенций.

1.2.3. Профессиональные компетенции (ПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ПК-5	Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	I-III	Знать: Теоретические основы электрических машин и трансформаторов. Устройство, характеристики режимов работы электрооборудования. Уметь: Определять основные параметры электрических машин постоянного и переменного тока и трансформаторов. Владеть: Методами расчёта электрических машин и трансформаторов.
ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	I-III	Знать: Технические, энергоэффективные и экологические требования к электрическим машинам. Уметь: Проводить обоснование проектных решений. Владеть: Навыками проектирования электрических машин.

1.2.4. Профессиональные компетенции профиля или специализации (ПКС):
Дисциплина не формирует компетентности профиля или специализации.

1.2.5. Компетентности МК ПДНВ (КМК):
Дисциплина не формирует компетентности МК ПДНВ.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках вариативной части
(базовой, вариативной или факультативной)
основной профессиональной образовательной программы.

3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения:
(очной, заочной)

Формы контроля						Всего часов				з.е.		Курс 2							Курс 3							
						По з.е.	По плану	в том числе				Семестр 4							Семестр 5							
Экзамен	Зачет	Зачты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	РГР			Контакт. раб.	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.
45			5			324	324	152	109	63	9	9	34	34		6	34	36	4	17	34	17	10	75	27	5
в том числе тренажерная подготовка:																										

Для заочной формы обучения:
(очной, заочной)

Формы контроля						Всего часов					з.е.		Курс 3						
						По з.е.	По плану	в том числе											
Экзамен	Зачет	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	КР			Контакт. раб.	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.
3			3			324	324	36	270	18	9	9	14	14	4	4	270	18	9
в том числе тренажерная подготовка:																			

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах):

№	Разделы и темы дисциплины (модуля)	Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
4,5 семестр – очная форма обучения, 3 курс – заочная форма обучения									
1	Машины постоянного тока	24	6	28	7			26	80
2	Трансформаторы	10		8				12	20
3	Машины переменного тока	3	2			9	4	14	50
4	Асинхронные машины	7	3	16	7	4		33	60
5	Синхронные машины	7	3	16		4		24	60
	ИТОГО	51	14	68	14	17	4	109	270

Примечания: О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения.

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Машины постоянного тока [1-4]

Основы электромеханического преобразования энергии

Физические основы и законы электрического преобразования. Уравнения мощности и момента.

Работа машин постоянного тока в режиме генератора и двигателя. Конструкция м.п.т., способы возбуждения.

Типы обмоток, конструкции, обмоточные данные, построение схем соединения катушек.

Закон полного тока. Особенности расчёта магнитной цепи электрических машин. Расчёт м.д.с. обмотки возбуждения. Характеристики холостого хода.

Виды и расчёт реакции якоря. Влияние положения щеток. Воздействия поля якоря на магнитную цепь.

Определение процесса коммутации; роль коллектора, основное уравнение коммутации. Виды коммутации. Способы улучшения и настройки коммутации. Метод В.Т. Касьянова.

Характеристики генераторов возбуждения. Построение характеристик. Самовозбуждение: условия, процесс. Параллельная работа генераторов постоянного тока.

Характеристики двигателей по видам возбуждения. Работа двигателя в составе электропривода: моменты, устойчивость. Пуск, регулирование частоты вращения, торможение двигателей.

Униполярные машины. Сварочные генераторы. Электромагнитные усилители.

Принципы нагрева. Классификация машин по нагреву. Основы теплового вентилиационного расчёта.

Тема 2 Трансформаторы [1-4]

Явление взаимной индукции. Принцип действия. Конструкция однофазного трансформатора.

Опыт холостого хода. Схема замещения. Уравнения напряжений, э.д.с., падения напряжения. Коэффициент трансформации. Опыт короткого замыкания. Схемы замещения. Приведённый трансформатор. Параметры короткого замыкания.

Режим нагрузки машины

Основные уравнения схемы замещения. Векторные диаграммы. Изменение напряжения.

Типы. Конструкция. Схемы соединения обмоток. Особенности холостого хода и несимметричной нагрузки.

Автотрансформаторы. Многоблочные, сваренные, измерительные трансформаторы.

Тема 3 Машины переменного тока [1-4]

Классификация машин переменного тока по видам, принципу действия, по конструкции, по способу возбуждения и другим признакам. Сетевые обмотки (обмотки статора): типы по соединению катушек, по конструкциям катушек (мягкие, жёсткие, полужёсткие, стержневые), составление схем.

Формирование э.д.с. обмотки. Обмоточные данные и коэффициенты. Высшие

гармоники э.д.с. и способы их снижения. М.д.с. витка, группы катушек. Пульсирующее поле. М.д.с. многофазной обмотки. Образование вращающегося переменного полюсного магнитного поля в воздушном заряде.

Тема 4 Асинхронные машины [1-4]

Устройство и принцип действия асинхронных машин. Конструкция асинхронных машин с короткозамкнутым и фазным ротором.

Холостой ход при неподвижном роторе и при вращении. Короткое замыкание; приведение параметров ротора к обмотке статора. Нагрузочные режимы двигателя, генератора, тормоза; схемы замещения, векторные диаграммы. Потери в асинхронной машине, к.п.д.

Характеристики асинхронного двигателя. Круговая диаграмма токов. Построение круговой диаграммы и характеристик.

Способы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Устойчивость работы асинхронного двигателя в составе электропривода. Критерии.

Способы регулирования: реостатный, изменением числа пар полюсов, дополнительный э.д.с. в цепи ротора, изменением напряжения частоты (метод М.П. Костенко).

Двигатели с двойной беличьей клеткой, глубокопазные: устройство, принцип действия, характеристики.

Тема 5 Синхронные машины [1-4]

Принцип действия и конструкция синхронных машин: общепромышленного назначения, судовых, турбо- и парогенераторов.

Реакция якоря при активной, индуктивной, ёмкостной и смешанной нагрузках. Формирование результирующего поля в воздушном зазоре.

Векторные диаграммы: полные и упрощённые. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Определение параметров синхронных машин в установленном режиме. Определение номинального тока возбуждения по диаграмме.

Характеристики: внешняя, нагрузочная, регулируемая. Структура потерь и их расчёт; к.п.д. Энергетическая диаграмма. Электромагнитная и синхронизирующая мощность. Синхронные двигатели (Особенности конструкции. Характеристика. Способы пуска. Синхронные компенсаторы).

Переходные процессы в синхронных машинах.

Синхронные машины при внешнем коротком замыкании: параметры, схемы замещения, токи, моменты. Формировка возбуждения.

4.3. Содержание лабораторных работ [7-8]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ или деловых игр
<i>4,5 семестр – очная форма обучения, 3 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 1 Машины постоянного тока	Исследование генераторов постоянного тока (параллельного, смешанного возбуждения). Параллельная работа генераторов параллельного, смешанного возбуждения.
Тема 1 Машины постоянного тока	Исследование двигателей постоянного тока (шутовой, серийный и компаундный двигатели).

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ или деловых игр
<i>4,5 семестр – очная форма обучения, 3 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 2 Трансформаторы	Исследование трехфазного трансформатора
Тема 4 Асинхронные машины	Исследование трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.
Тема 5 Синхронные машины	Исследование трехфазного синхронного генератора
Тема 5 Синхронные машины	Параллельная работа трехфазных синхронных генераторов

4.4. Содержание практических занятий [1-6]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических работ
<i>5 семестр – очная форма обучения, 3 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 3 Машины переменного тока	Составление схемы обмотки статора.
Тема 4 Асинхронные машины	Построение круговой диаграммы по данным опытов холостого хода и короткого замыкания. Частотное регулирование скорости вращения асинхронных двигателей.
Тема 5 Синхронные машины	Расчёт реакции якоря. Влияние насыщения параметра синхронной машины. Построение характеристик синхронных генераторов. Расчёт потерь. Расчёт параметров и токов при внезапном коротком замыкании.

4.5. Курсовой проект [1-6, 9]

№ раздела (темы) дисциплины	Работы, выполняемые по курсовому проектированию	Объём, стр.		Часы
		графическая часть	текстовая часть	
Тепловой и вентиляционный расчёт электродвигателя				
Тема 1Машины постоянного тока	Анализ технического задания. Расчёт размеров магнитной цепи. Расчёт обмоточных данных. Составление схемы обмотки статора.	1-2	2-3	5
Тема 3 Машины переменного тока	Расчёт тока намагничивания при постоянном напряжении.	2-3	5-7	4
Тема 4Асинхронные машины	Расчёт параметров, схема замещения электродвигателя. Расчёт потери энергии и определения к.п.д.	3-4	5-7	4
Тема 4Асинхронные машины	Расчёт пусковой и рабочей характеристик судовых асинхронных машин.	3-4	5-7	7
ВСЕГО		9-13 формата А4	17-24 формата А4	20

4.6. Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы [1-15]

В самостоятельную работу обучающихся входит подготовка к лекционным и практическим занятиям путём изучения соответствующего теоретического материала, оформления отчётов по результатам лабораторных занятий, а также подготовка к демонстрации сформированности всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля).

Текущий контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется в ходе практических и лабораторных занятий, а также при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

Итоговый контроль освоения всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля), включает оценку самостоятельной проработки лекционного материала в виде контрольного теста и анализ результатов практических занятий.

5 Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля)

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
<i>ПК-5</i>	I – Формирование знаний	Тема 1 Машины постоянного тока Тема 2. Трансформаторы	Экзамен
	II – Формирование способностей	Тема 3 Машины переменного тока.	Комплект практических заданий
	III – Интеграция способностей	Тема 1 Машины постоянного тока Тема 2 Трансформаторы	Отчет по лабораторным работам Курсовой проект
<i>ПК-6</i>	I – Формирование знаний	Тема 3 Машины переменного тока Тема 4 Асинхронные машины Тема 5 Синхронные машины	Экзамен

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
	II – Формирование способностей	Тема 4 Асинхронные машины Тема 5 Синхронные машины	Комплект практических заданий
	III – Интеграция способностей	Тема 3 Машины переменного тока. Тема 4 Асинхронные машины Тема 5 Синхронные машины	Отчет по лабораторным работам Курсовой проект

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ПК-5	I-Формирование знаний	Экзамен по дисциплине	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « освоен ». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « не освоен ».	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	II- Формирование способностей	Комплект практических зада-	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических зада-	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено»

		ний		ний данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	III – Интеграция способностей	Отчеты по лабораторным работам	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
		Курсовая работа	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
ПК-6	I-Формирование знаний	Экзамен по дисциплине	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «осво-	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

				ен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций « освоено ». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоен».	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	III – Интеграция способностей	Отчеты по лабораторным работам	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций « освоено ». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоен».	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
		Курсовая работа	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « освоен ». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

				этапа формирования компетенции «не освоен».	
--	--	--	--	---	--

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 Компетенция ПК-5 «Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену:

Машины постоянного тока

- 1 Устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока.
- 2 Конструкция машин постоянного тока.
- 3 Назначение обмоток машин постоянного тока. Якорные обмотки: их разновидности, параметры и выбор.
- 4 Электродвижущая сила и сопротивление обмотки якоря машин постоянного тока.
- 5 Назначение магнитной цепи электрических машин и методика её расчёта. Кривая намагничивания. Характеристика холостого хода.
- 6 Реакция якоря в машинах постоянного тока. Расчёт намагничивающей силы р.я. Влияние р.я. на результирующее магнитное поле в воздушном зазоре.
- 7 Учёт реакции якоря в токе возбуждения при нагрузке и при расчёте магнитной цепи.
- 8 Коммутация в электрических машинах постоянного тока. Оценка степени искрения.
- 9 Основное уравнение коммутации. Виды коммутации.
- 10 Назначение, устройство и включение добавочных полюсов. Настройка коммутации методом В.Т.Касьянова.
- 11 Потери и коэффициент полезного действия (К.П.Д.) в машинах постоянного тока. Характеристика К.П.Д. Энергетическая диаграмма генератора.
- 12 Генератор постоянного тока. Устройство и принцип действия. Основное уравнение. Виды генераторов по способу возбуждения.
- 13 Генератор независимого возбуждения. Схема. Характеристики.
- 14 Генератор параллельного возбуждения. Схема. Условия и процесс самовозбуждения. Характеристики.
- 15 Генератор смешанного возбуждения. Схема. Характеристики при согласном и встречном включении обмоток возбуждения.
- 16 Параллельная работа генераторов постоянного тока. Условия включения. Схемы.

- 17 Построение внешних и регулировочных характеристик генератора постоянного тока по семейству нагрузочных характеристик. Характеристический треугольник.
- 18 Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока.
- 19 Управление напряжения, частоты вращения и момента двигателя постоянного тока.
- 20 Энергетическая диаграмма двигателя постоянного тока. К.П.Д. и зависимость его от мощности на валу.
- 21 Двигатель постоянного тока с параметром возбуждения. рабочие и механические характеристики. Скоростные и регулировочные характеристики.
- 22 Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением. Рабочие и механические характеристики.
- 23 Двигатель смешанного возбуждения. Рабочие и механические характеристики.
- 24 Обратимость электрических машин. Классификация двигателей по способу возбуждения.
- 25 Способы пуска и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока.
- 26 Способы электрического торможения двигателей постоянного тока.
- 27 Требования регистра к судовым электрическим машинам.
- 28 Устройство и принцип действия униполярной электрической машины постоянного тока.

Трансформаторы

- 29 Устройство и принцип действия однофазного трансформатора.
- 30 Сердечники магнитопроводов однофазных трансформаторов: типы и устройство.
- 31 Обмотки трансформаторов: конструкция, расположение на сердечнике, вывод.
- 32 Охлаждение силовых трансформаторов. Виды трансформаторов по способу охлаждения.
- 33 Опыт холостого хода однофазного трансформатора. Схема опыта. Уравнения напряжений, э.д.с., падений напряжения. Уравнение намагничивающих сил.
- 34 Схема замещения трансформатора при холостом ходе. Векторная диаграмма.
- 35 Коэффициент трансформации. Потери холостого хода Трансформации.
- 36 Опыт короткого замыкания однофазного трансформатора. Схема опыта и его проведение.
- 37 Уравнения напряжений, э.д.с., падений напряжения трансформатора при коротком замыкании. Уравнение намагничивающих сил.
- 38 Приведённый трансформатор. Принципы приведения вторичных обмоток к первичной.
- 39 Приведения вторичных обмоток трансформатора к первичной по э.д.с. и току.

- 40 Приведения вторичных обмоток трансформатора к первичной по параметрам.
- 41 Схема замещения и векторная диаграмма приведённого однофазного трансформатора при коротком замыкании.
- 42 Треугольник короткого замыкания трансформатора. Напряжение короткого замыкания, $U_{кз}$.
- 43 Потери короткого замыкания в трансформаторах.
- 44 Работа однофазного трансформатора под напряжением, э.д.с. и падений напряжения; уравнение намагничивающих сил.
- 45 Схема замещения приведённого однофазного трансформатора при нагрузке.
- 46 Векторная диаграмма однофазного трансформатора при активно-индуктивной нагрузке.
- 47 Векторная диаграмма однофазного трансформатора при активно-ёмкостной нагрузке.
- 48 Изменение напряжения на вторичной обмотке однофазного трансформатора в зависимости от коэффициента мощности.
- 49 Потери и коэффициент полезного действия трансформатора (К.П.Д.). Характеристика К.П.Д. в зависимости от нагрузки.
- 50 Требования Регистра к судовым трансформаторам.

Этап II-Формирование способностей

Практические занятия:

Практическое занятие 1. Составление схемы обмотки статора.

Этап III-Интеграция способностей.

Лабораторные работы:

Лабораторная работа 1. Исследование генераторов постоянного тока (параллельного, смешанного возбуждения). Параллельная работа генераторов параллельного, смешанного возбуждения.

Лабораторная работа 2. Исследование двигателей постоянного тока (шутовой, серийный и компаундный двигатели).

Лабораторная работа 3. Исследование трехфазного трансформатора

Лабораторные работы выполняются бригадой обучающихся с последующим оформлением отчетов по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

5.3.2. Компетенция ПК-6 «Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности»

этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену:

Трёхфазные трансформаторы

1. Конструкция трёхфазных трансформаторов. Виды магнитопроводов: достоинства, недостатки.
2. Группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов.
3. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу и последствия их невыполнения.
4. Автотрансформаторы: устройство, принцип действия, основные уравнения. Оценка целесообразности применения.
5. Специальные трансформаторы: многоблочные, сварочные, измерительные: конструкция, схемы включения, особенности.
6. Требования регистра к судовым трансформаторам.

Электрические машины переменного тока

7. Общие вопросы теории машин переменного тока. Основные определения. Классификация машин.
8. Э.Д.С. обмоток статора машин переменного тока (синхронных, асинхронных). Обмоточные коэффициенты. Способы уменьшения содержания высших гармоник в кривой Э.Д.С.
9. М.Д.С. обмоток статора машин переменного тока (синхронных, асинхронных). Пульсирующие и вращающиеся магнитные поля.

Асинхронные электрические машины

10. Принцип действия и конструкция асинхронной электрической машины. Режимы работы (двигательный, генераторный, тормозной).
11. Трёхфазная асинхронная машина при неподвижном роторе с разомкнутой и короткозамкнутой обмоткой ротора. Основные уравнения, схемы замещения, векторная диаграмма.
12. Приведение параметров обмотки ротора асинхронной электрической машины к обмотке статора: принципы и коэффициенты приведения. Схемы замещения векторные диаграммы с приведённой короткозамкнутой обмоткой ротора.
13. Асинхронная машина при вращающемся роторе на холостом ходу. Взаимодействие магнитных потоков обмоток статора ротора.

14. Асинхронная машина под нагрузкой в режиме двигателя. Основные уравнения, схема замещения, векторная диаграмма.
15. Энергетическая диаграмма, потери и КПД асинхронного двигателя.
16. Вращающий момент асинхронного двигателя: формулы для его определения.
17. Механическая характеристика асинхронного двигателя и её построение по каталожным данным и формуле класса.
18. Рабочие характеристики асинхронного двигателя и построение их по круговой диаграмме.
19. Пуск в ход асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором.
20. Специальные асинхронные двигатели: двухклеточные и глубокопазные.
21. Регулирование частоты вращения трёхфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.
22. Способы электрического торможения асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.
23. Способы повышения коэффициента мощности асинхронного двигателя. Влияние на работу двигателя, напряжения и частоты.
24. Устойчивость работы асинхронного двигателя в составе электропривода. Критерии устойчивости.
25. Однофазные асинхронные двигатели: виды, конструкция, обмотки, дополнительные элементы. Трёхфазный двигатель в однофазном режиме.

Синхронные электрические машины

26. Принцип действия и устройство синхронного генератора и его системы возбуждения.
27. Реакция якоря синхронного генератора при симметричной активной, индуктивной и ёмкостной нагрузках.
28. Векторная диаграмма Blondеля: полная, упрощённая. Синхронные сопротивления и сопротивления взаимоиндукции.
29. Характеристики синхронного генератора. Характеристический (реактивный) треугольник и его применение.
30. Условия включения синхронного генератора на параллельную работу. Синхронизация, её способы.
31. Режимы работы синхронных машин.
32. Электромагнитная мощность и момент синхронного генератора, угловая характеристика.
33. Статическая устойчивость синхронной машины. Предел статической устойчивости.
34. Синхронизирующая мощность и момент синхронного генератора; угловая характеристика.
35. Переходные процессы в синхронной машине при внезапном коротком замыкании. Схемы замещения и параметры.
36. Однофазные синхронные генераторы, особенности их работы и области применения.

37. Синхронные двигатели, принцип работы. Угловые и U–образные характеристики.
38. Пуск в ход синхронного двигателя. Рабочие характеристики.
39. Реактивный синхронный двигатель: устройство и принцип действия.
40. Синхронный компенсатор. Назначение. Векторная диаграмма.
41. Энергетика синхронной машины. Потери, к.п.д.
42. Свободные и вынужденные колебания ротора синхронной машины. Статическая и динамическая устойчивость синхронных машин.
43. Практическая диаграмма синхронного генератора.
44. Характеристика холостого хода и короткого замыкания синхронной машины. Определение синхронного индуктивного сопротивления по продольной оси, x_d .
45. Одноякорный преобразователь: устройство, принцип действия, режимы работы.
46. Требование регистра к судовым электрическим машинам.

Коллекторные машины переменного тока

47. Однофазный коллекторный двигатель последовательного возбуждения. Устройство, принцип действия, вращающий момент, механическая характеристика.
48. Репульсионный коллекторный двигатель Томсона. Устройство, принцип действия, характеристики.
49. Коллектор, как преобразователь частоты тока.
50. Двигатель Шраге–Рихтера. Устройство, принцип действия, характеристики.

Этап II-Формирование способностей.

Практические занятия:

Практическое занятие 2. Построение круговой диаграммы по данным опытов холостого хода и короткого замыкания.

Практическое занятие 3. Частотное регулирование скорости вращения асинхронных двигателей.

Практическое занятие 4. Расчёт реакции якоря.

Практическое занятие 5. Влияние насыщения параметра синхронной машины.

Практическое занятие 6. Построение характеристик синхронных генераторов. Расчёт потерь.

Практическое занятие 7. Расчёт параметров и токов при внезапном коротком замыкании.

Этап III-Интеграция способностей.

Лабораторные работы:

Лабораторная работа 4. Исследование трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.

Лабораторная работа 5. Исследование трехфазного синхронного генератора

Лабораторная работа 6. Параллельная работа трехфазных синхронных генераторов

Лабораторные работы выполняются бригадой обучающихся с последующим оформлением отчетов по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.1 Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине содержит теоретическую часть, направленную на оценку знаний и практическую часть, направленную на оценку умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит два вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине и задачу. Экзамен проводится в письменном виде (задача) и устной форме - ответы на вопросы. После получения экзаменационного билета обучающемуся представляется 60 минут для решения задачи и подготовки к ответам на вопросы билета.

Оценка за экзамен выставляется с учетом результатов выполнения теоретической и практической частей в соответствии с приведенными ниже требованиями.

Критерии оценки экзамена по дисциплине

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
5 (отлично)	Обучающийся дает правильные ответы на 2 вопроса, свободно владеет понятийным аппаратом	Решение задачи выполнено в полном объеме и без ошибок
4 (хорошо)	Правильный ответ на 1 вопрос и при ответе на 2-ой вопрос обучающийся допускает ошибки прин-	Решение задачи выполнено в полном объеме, но с ошибками не влияющими на алгоритм

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
	ципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции или при ответе на оба вопроса обучающийся допускает непринципиальные неточности при изложении ответов	расчета
3 (удовлетворительно)	При ответе на оба вопроса обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции	Решение задачи выполнено в неполном объеме
2 (неудовлетворительно)	все остальные случаи	все остальные случаи

В спорных случаях преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы и давать дополнительные практические задания.

5.4.2 Методика оценки комплекта практических заданий по дисциплине

Комплект практических заданий по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенции.

При проведении практикума оценивается достижение обучающимся целей, поставленных в работе в соответствии с заданием. Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он достиг всех целей, поставленных в работе, выполнил все задания по теме занятия, оформил их соответствующим образом, смог правильно ответить при необходимости на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если он не выполнил или не предоставил все задания по теме занятия, не смог правильно ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.3 Методика оценки комплекта лабораторных работ по дисциплине

Комплект лабораторных работ по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенций.

В комплект входят лабораторные работы, каждая из которых оценивается критерием **«зачтено»** или **«не зачтено»**. Условиями сформированности всех предусмотренных этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля) является выполнение всех лабораторных работ, соответствующих данному этапу компетенции, на оценку **«зачтено»**.

Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, правильно оформлен отчет по лабораторной работе. Обучающийся понимает содержание выполненной работы (знает определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.), владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует соб-

ственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, но он не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.4 Методика оценки курсового проекта по дисциплине

Защита курсового проекта является обязательной и проводится публично.

Анализ результатов курсового проектирования проводится по следующим критериям:

1 Навыки самостоятельной работы с материалами, по их обработке, анализу и структурированию.

2 Умение грамотно интерпретировать полученные результаты.

3 Способность осуществлять необходимые расчеты, получать результаты и грамотно излагать их в отчетной документации.

4 Умение выявить проблему, предложить способы ее разрешения, умение делать выводы.

5 Умение оформить итоговый отчет в соответствии со стандартными требованиями.

6 Умение защищать и грамотно представлять результаты своей работы, использование презентации.

7 Уровень самостоятельности, творческой активности при выполнении курсового проекта.

Критерии оценки курсового проекта

Оценка **«отлично»** ставится обучающемуся, который в срок, в полном объеме в соответствии с заданием выполнил курсовой проект. При защите и написании работы обучающийся продемонстрировал навыки и умения, формируемые в результате освоения компетенции. Тема, заявленная в работе раскрыта полностью, все выводы обучающегося подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. В ходе защиты обучающийся демонстрирует необходимый уровень сформированности всех предусмотренных этапов компетенций, дает четкие ответы на поставленные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.

Оценка **«хорошо»** ставится обучающемуся, который выполнил курсовой проект, но с незначительными замечаниями (описки, грамматические ошибки и т.д.). Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. В ходе защиты демонстрирует сформированные на достаточном уровне знания, умения и навыки, указанных в рабочей программе этапов освоения компетенции, допускает принципиальные неточности при ответах на вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится обучающемуся, который допустил просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, сделал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и

навыки работы с теоретическими источниками. При защите демонстрирует не до конца сформированные этапы компетенции и знания только основного материала, допускает ошибки принципиального характера при ответах на вопросы.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится обучающемуся, который не выполнил курсовой проект, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95139> . — Загл. с экрана.
2. Ванурин, В.Н. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / В.Н. Ванурин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72974> . — Загл. с экрана.

б) дополнительная учебная литература

3. Ванурин, В.Н. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / В.Н. Ванурин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72974> . — Загл. с экрана.
4. Копылов, И.П. Электрические машины [Текст]: учебник / Копылов И. П. - 3-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2002. - 607 с.
5. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / И. П. Копылов ; отв. ред. И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. :Издательство Юрайт, 2017. — 767 с. — (Серия :Бакалавр. Академический курс). — Режим доступа :<https://biblio-online.ru/book/F89AE53B-1EF0-4A63-A2B0-B51EB0724096>. — Загл. с экрана.
6. ПУЭ [электронный ресурс] : правила устройства электроустановок / 6-е и 7-е изд. - Электронные текстовые данные. - доступ из СПС Консультант Плюс.

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

7. Князев, О.А. Электрические машины [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работам : в 2 ч. Ч. 1 : Электрические машины постоянного тока / О. А. Князев ; М-во трансп. Рос. Федерации, Федер. агентство мор. и реч. трансп., ФГОУ ВПО "НГавт". - Новосибирск : НГавт, 2010. - 53 с. : ил., табл. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe Reader версии 9.0 и новее.

8. Князев, О.А. Электрические машины [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работам для студентов электротехн. спец. Ч. 2 : Трансформаторы. Электрические машины переменного тока / О. А. Князев ; М-во трансп. Рос. Федерации, Федер. агентство мор. и реч. трансп., ФГОУ ВПО "НГавт". - Новосибирск : НГавт,

2010. - 82 с. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe Reader версии 9.0 и новее.

8 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

9. Князев, О.А. Электрические машины: асинхронные двигатели [Электронный ресурс] : метод. указ. для выполнения курсового проекта для студ. электротехн. спец. / О. А. Князев, Г. Е. Солнцев ; М-во трансп. Рос. Федерации; Федер. агентство мор. и реч. трансп.; ФГБОУ ВО "Новосиб. гос. акад. вод. трансп.". - Новосибирск : НГАВТ, 2015. - 50 с. : ил. - Библиогр.: с. 12 (4 назв.). - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe Reader версии 9.0 и новее.

10. Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. — Санкт-Петербург : Лань, 2006. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/591>.— Загл. с экрана.

11. Шлепнёв, А.А. Электрические машины на водном транспорте [Текст] : учеб. пособие для студентов электротехн. спец. Ч. 1 : Машины постоянного тока. Трансформаторы / А. А.Шлепнёв ;Новосиб. гос. акад. вод. трансп., Каф. теорет. основ электротехники. - Новосибирск : НГАВТ, 1999. - 229 с.

12. Шлепнёв А.А. Электрические машины на водном транспорте [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов электротехн. спец. Ч. 2 : Машины переменного тока / А. А. Шлепнёв ; Новосибир. гос. акад. вод. трансп., Каф. электроэнергет. систем и электротехники. - Новосибирск : НГАВТ, 2001. - 237 с. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe Reader версии 9.0 и новее.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

13. ФГУП «Стандартинформ» -[Электронный ресурс] –Режим доступа:<http://www.standards.ru/collect/4199456.aspx>, свободный.Загл.с экрана.

14. Журнал «Электротехнический рынок». Электротехнический интернет-портал [Электронный ресурс] –Режим доступа:www.elec.ru, свободный.Загл.с экрана.

15. Научная электронная библиотека -[Электронный ресурс] - –Режим доступа:<http://elibrary.ru/>, свободный.Загл.с экрана.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Пакет программного обеспечения для проведения лабораторных и практических занятий.
- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
- Консультационно-правовая система «Консультант Плюс».
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для выполнения курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Компьютерное оборудование с необходимым программным и методическим обеспечением.
Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
Лаборатория электрических машин	Универсальные стенды для проведения лабораторных работ, доска учебная