

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 31.05.2024 10:15:16
 Уникальный программный ключ:
 cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.О.16

Электрические машины

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Электроэнергетических систем и электротехники	
Образовательная программа	13.03.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника" Профиль "Электроснабжение" год начала подготовки 2022	
Квалификация	бакалавр	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	11 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	396	Виды контроля в семестрах: экзамены 5, 4 курсовые работы 5
в том числе:		
аудиторные занятия	118	
самостоятельная работа	190	
часов на контроль	72	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	4 (2.2)		5 (3.1)		Итого	
Неделя	19 2/6		14 5/6			
Вид занятий	УП	ИП	УП	ИП	УП	ИП
Лекции	54	54	14	28	68	82
Лабораторные	36	36	14	28	50	64
Иная контактная работа	8	8	8	8	16	16
Итого ауд.	90	90	28	56	118	146
Контактная работа	98	98	36	64	134	162
Сам. работа	82	82	108	80	190	162
Часы на контроль	36	36	36	36	72	72
Итого	216	216	180	180	396	396

Рабочая программа дисциплины

Электрические машины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана образовательной программы:

13.03.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника"
Профиль "Электроснабжение"
год начала подготовки 2022

Рабочую программу составил(и):

старший преподаватель, Смыков Юрий Николаевич

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Электроэнергетических систем и электротехники**

Заведующий кафедрой Горелов Сергей Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	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, пара-метры, характеристики и особенности эксплуатации электрических машин и трансформаторов.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Общая энергетика	
2.1.2	Теоретические основы электротехники	
2.1.3	Метрология, стандартизация и сертификация	
2.1.4	Электротехнические и конструкционные материалы	
2.1.5	Введение в профессию	
2.1.6	Основы электропривода	
2.1.7	Электрическая часть электростанций и подстанций	
2.1.8	Электроэнергетические системы и сети	
2.1.9	Ознакомительная практика	
2.1.10	Основы электропривода	
2.1.11	Электрическая часть электростанций и подстанций	
2.1.12	Электроэнергетические системы и сети	
2.1.13	Теоретические основы электротехники	
2.1.14	Общая энергетика	
2.1.15	Ознакомительная практика	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Основы автоматического управления	
2.2.2	Производственная практика	
2.2.3	Технологическая практика	
2.2.4	Переходные процессы в электроэнергетических системах	
2.2.5	Экономика	
2.2.6	Электростанции на основе возобновляемых источников энергии	
2.2.7	Моделирование электроэнергетических и электротехнологических комплексов	
2.2.8	Преддипломная практика	
2.2.9	Проектирование систем электроснабжения	
2.2.10	Электроэнергетические системы и сети	
2.2.11	Приемники и потребители электроэнергии систем электроснабжения	
2.2.12	Основы электропривода	
2.2.13	Электрическая часть электростанций и подстанций	
2.2.14	Электробезопасность	
2.2.15	Техника и технологии энергосбережения	
2.2.16	Электроснабжение	
2.2.17	Математические задачи энергетики	
2.2.18	Основы электромагнитной совместимости	
2.2.19	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	
2.2.20	Теоретические основы электротехники	
2.2.21	Основы эксплуатации систем электроснабжения	
2.2.22	Судовые автоматизированные электроэнергетические системы	
2.2.23	Учет и контроль электроэнергии	
2.2.24	Технологическая практика	
2.2.25	Микропроцессорные средства и системы	
2.2.26	Переходные процессы в электроэнергетических системах	
2.2.27	Экономика	

2.2.28	Электростанции на основе возобновляемых источников энергии
2.2.29	Моделирование электроэнергетических и электротехнологических комплексов
2.2.30	Научно-исследовательская работа
2.2.31	Основы эксплуатации систем электроснабжения
2.2.32	Преддипломная практика
2.2.33	Проектирование систем электроснабжения
2.2.34	Учет и контроль электроэнергии
2.2.35	Основы автоматического управления
2.2.36	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

ОПК-4.1:	Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
ОПК-4.2:	Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
ОПК-4.3:	Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами
ОПК-4.4:	Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств
ОПК-4.5:	Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик
ОПК-4.6:	Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

ПК-3: Способен участвовать в проектировании энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативными документами, разработке и сопровождении технической документации

ПК-3.1:	Владеет знаниями в области проектирования электроэнергетических объектов
ПК-3.2:	демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.
ПК-3.3:	Способен решать производственно-технические задачи по техническому перевооружению и реконструкции объектов ПД
ПК-3.4:	Владеет стандартными средствами автоматизации проектирования технических систем
ПК-3.5:	Владеет методами проектирования, составления конкурентно-способных вариантов технических решений, обоснования выбора целесообразного технического решения, подготовки разделов проектной документации на основе типовых технических решений, используя в работе нормативную и техническую документацию
ПК-3.6:	Владеет статистическими методами обработки результатов испытаний и измерений
ПК-3.7:	Умеет оформлять проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

ПК-5: Способен, используя знания об особенностях функционирования системы электроснабжения и ее основных элементов, осуществлять эксплуатацию, техническое обслуживание оборудования электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций
ПК-5.1: Способен решать производственно-технические задачи по сопровождению эксплуатации, техническому обслуживанию электрооборудования электроэнергетических объектов
ПК-5.2: Умеет оценивать техническое состояние электротехнического оборудования для поддержания и восстановления работоспособности объекта ПД
ПК-5.3: Знает нормативные правовые акты по вопросам энергоснабжения потребителей и учета энергии при ее производстве, передаче, распределении и отпуске потребителям
ПК-5.4: Владеет методами и техническими средствами испытаний и диагностики электрооборудования электроэнергетических объектов
ПК-5.5: Демонстрирует знания по охране труда и безопасности при производстве работ в электроустановках различного уровня напряжения
ПК-5.6: Умеет обосновывать своевременный вывод трансформаторных подстанций и распределительных пунктов для ремонта
ПК-5.7: Владеет методами определения надежности работы оборудования и умеет прогнозировать надежность работы оборудования
ПК-5.8: Умеет выявлять дефекты ЭТО, определять характер неисправностей в работе оборудования и устранять незначительные дефекты ЭТО
ПК-5.9: Умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей
ПК-5.10: Умеет систематизировать и анализировать информацию по техническому обслуживанию устройств РЗА
ПК-5.11: Умеет определять причины неисправностей и отказов ЭТО
ПК-5.12: Умеет применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области диагностирования оборудования электрических сетей методами испытаний и измерения его параметров

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
3.3	Владеть:

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	Раздел 1. Машины постоянного тока				
Лек	Физические основы и законы электрического преобразования. Уравнения мощ-ности и момента. /Лек/	4	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лек	Основы электромеханического преобразования энергии Физические основы и законы электрического преобразования. Уравнения мощ-ности и момента. Работа машин постоянного тока в режиме генератора и двигателя. Конструкция м.п.т., способы возбуждения. /Лек/	4	4	Л1.1Л2.1	0

Лек	Закон полного тока. Особенности расчёта магнитной цепи электрических машин. Расчёт м.д.с. обмотки возбуждения. Характеристики холостого хода. /Лек/	4	4	Л2.1Л3.1	0
Лек	Характеристики генераторов возбуждения. Построение характеристик. Само-возбуждение: 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. /Лек/	4	4	Л3.1	0
Лаб	Исследование генераторов постоянного тока параллельного /Лаб/	4	6	Л2.1Л3.1	0
Лек	Типы обмоток, конструкции, обмоточные данные, построение схем соединения катушек. /Лек/	4	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Ср	Генераторы постоянного тока /Ср/	4	43	Л1.1Л2.1	0
Лаб	Исследование генераторов постоянного тока смешанного возбуждения и независимого возбуждения /Лаб/	4	6	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Ср	Двигатели постоянного тока /Ср/	4	39	Л1.1Л2.1	0
ИКР	Машины постоянного тока /ИКР/	4	8		0
Лек	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 /Лек/	4	8	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лаб	Исследование электродвигателя постоянного тока параллельного. /Лаб/	4	8	Л2.1Л3.1	0
Лаб	Исследование электродвигателей постоянного тока смешанного возбуждения и независимого возбуждения /Лаб/	4	8	Л1.1Л3.1	0
Лек	Униполярные машины. Сварочные генераторы. Электромагнитные усилители. Принципы нагрева. Классификация машин по нагреву. Основы теплового вентилиационного расчёта. /Лек/	4	6	Л1.1Л2.1	0
Раздел	Раздел 2. Трансформаторы				
Лек	Явление взаимной индукции. Принцип действия. Конструкция однофазного трансформатора. /Лек/	4	4	Л1.1	0
Лек	Опыт холостого хода. Схема замещения. Уравнения напряжений, э.д.с., падения напряжения. Коэффициент трансформации. Опыт короткого замыкания. Схемы замещения. Приведённый трансформатор. Параметры короткого замыкания. /Лек/	4	4	Л1.1Л2.1	0
Лек	Режим нагрузки машины Основные уравнения схемы замещения. Векторные диаграммы. Изменение напряжения. /Лек/	4	4	Л1.1Л2.1	0
Лек	Типы. Конструкция. Схемы соединения обмоток. Особенности холостого хода и несимметричной нагрузки. /Лек/	4	2	Л1.1Л3.1	0
Лаб	Исследование трансформатора /Лаб/	4	8	Л1.1Л3.1	0
Лек	Автотрансформаторы. Многоблочные, сваренные, измерительные трансформаторы. /Лек/	4	2	Л1.1	0
Раздел	Раздел 3. Машины переменного тока				
Лек	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 схемы. /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1	0
Ср	Машины переменного тока /Ср/	5	20	Л1.1Л2.1	0

Лек	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 зазоре. /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1	0
Раздел	Раздел 4. Асинхронные машины				
Лек	Характеристики асинхронного двигателя. Круговая диаграмма токов. Построение круговой диаграммы и характеристик. /Лек/	5	2	Л2.1	0
Лаб	Исследование асинхронного электродвигателя /Лаб/	5	13	Л3.1	0
Лек	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). /Лек/	4	4		0
Лек	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. /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Ср	Асинхронный электродвигатель /Ср/	5	30	Л1.1Л2.1	0
Лек	Двигатели с двойной беличьей клеткой, глубокопазные: устройство, принцип действия, характеристики. /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Раздел	Раздел 5. Синхронные машины				
Лек	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. /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лек	Векторные диаграммы: полные и упрощённые. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Определение параметров синхронных машин в установленном режиме. Определение номинального тока возбуждения по диаграмме. /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лаб	Исследование синхронного генератора /Лаб/	5	15	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лек	Характеристики: внешняя, нагрузочная, регулированная. Структура потерь и их расчёт; к.п.д. Энергетическая диаграмма. Электромагнитная и синхронизирующая мощность. Синхронные двигатели (Особенности конструкции. Характеристика. Способы пуска. Синхронные компенсаторы). /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лек	Переходные процессы в синхронных машинах. Синхронные машины при внешнем коротком замыкании: параметры, схемы замещения, токи, моменты. Формировка возбуждения. /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Ср	Генераторы переменного тока /Ср/	5	30	Л1.1Л2.1	0

ИКР	Машины переменного тока /ИКР/	5	8		0
-----	-------------------------------	---	---	--	---

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. 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.иреч. трансп., ФГОУ ВПО "НГАВТ". - Новосибирск : НГАВТ, 2010. - 53 с. : ил., табл. - Сетевой ре-сурс. Открывается с использованием Adobe Reader версии 9.0 и новее.
2. 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.иреч. трансп., ФГОУ ВПО "НГАВТ". - Новосибирск : НГАВТ, 2010. - 82 с. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe Reader версии 9.0 и новее.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам;
Зачет
Экзамен
Тест промежуточного контроля.

6.2. Темы письменных работ

6.3. Контрольные вопросы и задания

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. Работа однофазного трансформатора под напряжением, э.д.с. и падений напряжения; уравнение намагничивающих сил.
1. Потери и коэффициент полезного действия (К.П.Д.) в машинах постоянного тока. Характеристика К.П.Д. Энергетическая диаграмма генератора.
 2. Генератор постоянного тока. Устройство и принцип действия. Основное уравнение. Виды генераторов по способу возбуждения.
 3. Генератор независимого возбуждения. Схема. Характеристики.
 4. Генератор параллельного возбуждения. Схема. Условия и процесс самовозбуждения. Характеристики.
 5. Генератор смешанного возбуждения. Схема. Характеристики при согласном и встречном включении обмоток возбуждения.
1. Схема замещения приведённого однофазного трансформатора при нагрузке.
 2. Векторная диаграмма однофазного трансформатора при активно-индуктивной нагрузке.
 3. Векторная диаграмма однофазного трансформатора при активно-ёмкостной нагрузке.
 4. Изменение напряжения на вторичной обмотке однофазного трансформатора в зависимости от коэффициента мощности.
 5. Потери и коэффициент полезного действия трансформатора (К.П.Д.). Характеристика К.П.Д. в зависимости от нагрузки.
 6. Требования Регистра к судовым трансформаторам. Треугольник короткого замыкания трансформатора. Напряжение короткого замыкания, $u_{кз}$.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

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 предоставляется 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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Епифанов А.П.	Электрические машины	Москва: Лань, 2006

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Ванурин В. Н.	Электрические машины	Москва: Лань, 2016
7.1.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Князев Орест Аркадьевич	Электрические машины: метод. указ. к лаб. работам для студентов электротехн. спец.	Новосибирск: НГАВТ, 2010
7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"			
Э1			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Лаборатория электрических машин - учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Технология электромонтажных работ, 2 шт., Электрические машины, 2 шт., Испытание машин постоянного тока, 3 шт., Испытание электромагнитного преобразователя, Испытание двигателей с короткозамкнутым ротором, Испытание синхронных генераторов