

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор АВТ



А.Б. Володин

22 января 2021 г.

Кафедра «Судовые энергетические установки» Академии водного транспорта

Автор Попов Евгений Владимирович, к.т.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Частотное регулирование в судовом электроприводе

Специальность:	26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики
Специализация:	Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики
Квалификация выпускника:	Инженер-электромеханик
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2020

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии академии Протокол № 5 21 января 2021 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">А.Б. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 2 15 января 2021 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Л.Ф. Мокеров</p>
--	--

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 1057338
Подписал: Заведующий кафедрой Мокеров Лев Федорович
Дата: 15.01.2021

Москва 2021 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения данной дисциплины является формирование профессиональных компетенций, в области эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматизации

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Частотное регулирование в судовом электроприводе" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

2.2. Наименование последующих дисциплин

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПК-1 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;	<p>Знать и понимать: -</p> <p>Уметь: ПК-1.1. Умеет осуществлять безопасное техническое использование судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> <p>ПК-1.2. Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> <p>ПК-1.3. Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями</p> <p>Владеть: -</p>
2	ПК-7 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;	<p>Знать и понимать: -</p> <p>Уметь: ПК-7.1. Умеет осуществлять безопасное техническое использование электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> <p>ПК-7.2. Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> <p>ПК-7.3. Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями</p> <p>Владеть: -</p>
3	ПК-23 Способен принять участие в разработке и оформлении проектной, нормативной и технологической документации для ремонта, модернизации и модификации судового электрооборудования и средств автоматики ;	<p>Знать и понимать: ПК-23.1. Знает порядок разработки и оформления проектной документации для модернизации и модификации судового электрооборудования и средств автоматики</p> <p>Уметь: ПК-23.2. Умеет разрабатывать и оформлять нормативную и технологическую документацию для ремонта судового электрооборудования и средств автоматики</p> <p>Владеть: -</p>
4	ПК-25 Способен осуществлять монтаж, наладку, техническое наблюдение судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, эффективно использовать	<p>Знать и понимать: ПК-25.3. Знает алгоритмы и программы для расчетов параметров технологических процессов</p>

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
	материалы, электрооборудование, соответствующие алгоритмы и программы для расчетов параметров технологических процессов.	<p>Уметь: ПК-25.1. Умеет осуществлять монтаж, наладку, техническое наблюдение судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации;</p> <p>ПК-25.2. Умеет эффективно использовать материалы и электрооборудование</p> <p>Владеть: -</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

4 зачетные единицы (144 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 11
Контактная работа	84	84,15
Аудиторные занятия (всего):	84	84
В том числе:		
лекции (Л)	48	48
практические (ПЗ) и семинарские (С)	36	36
Самостоятельная работа (всего)	60	60
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ТК	ТК
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Диф.зачёт	Диф.зачёт

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	Раздел 1 Введение Введение. Назначение курса и его связь со смежными дисциплинами. Структура курса. Краткая история развития частотно-регулируемого электропривода.	6		4		8	18	Диф.зачёт, ТК
2	11	Раздел 2 Основные сведения о конструкции и теории асинхронного электродвигателя Принцип действия и устройство асинхронной машины. Создание вращающегося магнитного поля в асинхронной машине. Основные принципы выполнения обмоток асинхронных машин. Работа асинхронной машины при заторможенном роторе. Работа асинхронной машины при вращающемся роторе. Схема замещения и векторная диаграмма асинхронной машины. Механическая характеристика асинхронного двигателя.	8		4		6	18	Диф.зачёт, ТК

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Потери и КПД асинхронной машины.							
3	11	Раздел 3 Работа асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении питания Работа асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении питания. Схема замещения асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении. Механические характеристики асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении. Управление по закону $U/f = \text{const}$. Управление с постоянным критическим моментом. IR-компенсация. IZ-компенсация.	8		8		6	22	Диф.зачёт, ТК
4	11	Раздел 4 Векторное управления частотно-регулируемым электроприводом Понятия векторного управления. Выбор уравнения момента и системы координат. Структурная схема АД при управлении по	8		8		8	24	Диф.зачёт, ТК

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ПП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		вектору потокосцепления ротора. Информационная часть систем векторного управления. Особенности настройки регуляторов скорости при векторном управлении.							
5	11	Раздел 5 Преобразователи частоты для асинхронного электропривода Основные типы преобразователей частоты (ПЧ). Структура инвертора напряжения (АИН) с промежуточным звеном постоянного тока. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Синусоидально-управляемая ШИМ. Синхронная ШИМ. Асинхронная ШИМ. Тормозной режим в частотно-регулируемом электроприводе с АИН.	6		4		10	20	Диф.зачёт, ТК
6	11	Раздел 6 Прямое управление моментом в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе. Преимущества и область	6		4		10	20	Диф.зачёт, ТК

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		применения прямого управления моментом. Алгоритм прямого управления моментом.							
7	11	Раздел 7 Современные преобразователи частоты. Преобразователи частоты, представленные на российском рынке. Сопутствующее оборудование для преобразователей частоты. Основные функции и защиты, реализуемые в современных преобразователях частоты.	6		4		12	22	Диф.зачёт, ТК
8		Всего:	48		36		60	144	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 36 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	11	РАЗДЕЛ 1 Введение	Введение Состав и структура дисциплины. Рекомендуемая литература. Основные этапы и перспективы развития судовых электрических машин.	4
2	11	РАЗДЕЛ 2 Основные сведения о конструкции и теории асинхронного электродвигателя	Основные сведения о конструкции и теории асинхронного электродвигателя 1. Устройство асинхронных электродвигателей (по макетам, плакатам и реальным образцам). 2. Решение задач. Основные задачи по расчету механической характеристики асинхронного электродвигателя при номинальной частоте и напряжении питания на компьютерной модели	4
3	11	РАЗДЕЛ 3 Работа асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении питания	Работа асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении питания 1. Решение задач. Основные задачи по расчету механической характеристики асинхронного электродвигателя при регулировании частоты и напряжения по закону U/f на компьютерной модели. 2. Исследование механических характеристик асинхронного электродвигателя при регулировании частоты и напряжения по закону U/f (на стенде с преобразователем частоты)	8
4	11	РАЗДЕЛ 4 Векторное управления частотно-регулируемым электроприводом	Векторное управления частотно-регулируемым электроприводом 1. Решение задач. Основные задачи по расчету механической характеристики асинхронного электродвигателя при векторном регулировании на компьютерной модели. 2. Исследование механических характеристик асинхронного электродвигателя при векторном регулировании (на стенде с преобразователем частоты)	8
5	11	РАЗДЕЛ 5 Преобразователи частоты для асинхронного электропривода	Преобразователи частоты для асинхронного электропривода Устройство преобразователя частоты. (по макетам, плакатам и реальным образцам).	4

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
6	11	РАЗДЕЛ 6 Прямое управление моментом в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе.	Прямое управление моментом в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе. Решение задач. Основные задачи по расчету механической характеристики асинхронного электродвигателя при прямом управлении моментом на компьютерной модели	4
7	11	РАЗДЕЛ 7 Современные преобразователи частоты.	Современные преобразователи частоты. Программирование преобразователя частоты	4
ВСЕГО:				36/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью.

Практические занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения, для контроля знаний проводятся опросы, решение тестовых заданий.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	11	РАЗДЕЛ 1 Введение	Введение Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, текущей и промежуточной аттестации во внеучебное время[1]; [2]	8
2	11	РАЗДЕЛ 2 Основные сведения о конструкции и теории асинхронного электродвигателя	Основные сведения о конструкции и теории асинхронного электродвигателя Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, текущей и промежуточной аттестации во внеучебное время[1]; [2]	6
3	11	РАЗДЕЛ 3 Работа асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении питания	Работа асинхронного электродвигателя при переменной частоте и напряжении питания Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, текущей и промежуточной аттестации во внеучебное время[1]; [2]	6
4	11	РАЗДЕЛ 4 Векторное управления частотно-регулируемым электроприводом	Векторное управления частотно-регулируемым электроприводом Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, текущей и промежуточной аттестации во внеучебное время[1]; [2]	8
5	11	РАЗДЕЛ 5 Преобразователи частоты для асинхронного электропривода	Преобразователи частоты для асинхронного электропривода Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, текущей и промежуточной аттестации во внеучебное время [1]; [2]	10
6	11	РАЗДЕЛ 6 Прямое управление моментом в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе.	Прямое управление моментом в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе. Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, текущей и промежуточной аттестации во внеучебное время [1]; [2]	10
7	11	РАЗДЕЛ 7 Современные преобразователи частоты.	Современные преобразователи частоты. Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, текущей и промежуточной аттестации во внеучебное время[1]; [2]	12
ВСЕГО:				60

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами	А.Е. Поляков, А.В. Чесноков, Е.М. Филимонова	М.: Форум, ИНФРА-М, 2019 https://znanium.com/read?id=340978	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4, Раздел 5, Раздел 6, Раздел 7

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
2	Основы частотного регулирования	Попов Е.В., Кальнев О.Ф, Мышев И.А.	0 https://msawt.ru/obrazovanie-v-mgavt/studentam/metodicheskie-dokumenty-dlya-obespecheniya-udalennogo-obucheniya/	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4, Раздел 5, Раздел 6, Раздел 7

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электронная библиотека znanium.com <https://znanium.com>

Бесплатная техническая библиотека www.diagram.com.ua/library/index.shtml

Клуб судовых механиков mes.novomor.com/automatic.htm

Студенческий блог для электромеханика. Обучение и практика, новости науки и техники.

В помощь студентам и специалистам www.electroengineer.ru/

Морской форум «Мореход» www.morehod.ru/forum/eletromehanika/

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Операционная система Microsoft Windows 7 Операционная система Полная лицензионная версия

MS Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint) Офисный пакет приложений Полная лицензионная версия

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций. Специализированная мебель.

Стенд исследования пуска в ход и торможения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (1 шт)

Стенд исследования электромеханических и механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором (1 шт)

Стенд исследования рабочих характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (1 шт)

2. Учебный кабинет автоматизированного электропривода и диагностирования АЭП.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций. Специализированная мебель

Стенд универсальный ЭО 1-СК (2 шт)

Стенд универсальный ЭП 1-СК (1шт)

3 компьютеризированных рабочих места

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний.

Значительную часть теоретических знаний обучающийся должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета).

Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к занятиям, текущей и промежуточной аттестации, при выполнении самостоятельных заданий.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов.

Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

Рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к занятиям, выполнение домашних заданий, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение.