

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГМТУ»)**

Морской факультет
Кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства



Декан морского факультета
Н.В. Ивановский

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Импульсная преобразовательная техника**

Уровень основной профессиональной образовательной программы – магистратура
Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Автоматизированные электротехнические комплексы
транспортных средств
Учебный план 2019 года разработки

Описание учебной дисциплины по формам обучения

Очная										Заочная															
Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	РГР, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)	Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	Контрольная работа, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)
1	1	180/5	32	16		16		110			2	36 (экз.)	1	1	180/5	6	2		4		145		18	2	9 (экз.)
Всего		180/5	32	16		16		110			2	36 (экз.)	Всего		180/5	6	2		4		145		18	2	9 (экз.)

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, учебного плана.

Программу разработал С.П. Голиков, канд. техн. наук, доцент кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Рассмотрено на заседании выпускающей кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО «КГМТУ»

Протокол № 6 от 01.12. 2019 г. Зав. кафедрой С.Г. Черный

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

В результате освоения ОПОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)	Планируемые результаты освоения дисциплины	Указание раздела (-ов) дисциплины, где предусмотрено освоение компетенции
ПК-1. Способен разрабатывать технические решения для систем электроприводов	ПК-1.1. Знает современные системы электроприводов.	*	Знать: - методы широтно-импульсного и векторного регулирования напряжений питания электродвигателей с оценкой спектральных характеристик напряжений и токов и рабочих характеристик электродвигателей; - цифровые сигнальные процессоры, ориентированные на решение задач управления электродвигателями в реальном масштабе времени; - номенклатуру, технические характеристики и принципы использования по назначению транзисторных модулей инверторов и регуляторов напряжения питания электродвигателей; - принципы построения и схемы интеллектуальных электроприводов, включая наблюдатели состояния, оптимальное и адаптивное управление ими.	Тема 1-4
	ПК-1.2. Умеет разрабатывать системы электроприводов для работы в автономных электротехнических комплексах.	*	Уметь: - обоснованно выбирать вид широтно-импульсной модуляции, вид огибающей и характеристики несущей; - использовать по назначению цифровые сигнальные процессоры в части настройки его встроенных периферийных устройств, вычисления огибающей и программирования алгоритмов формирования сигналов состояния; - выбирать и подключать к сигнальному процессору силовые модули; - оценивать рабочие характеристики цифрового электропривода в зависимости от исполнения управляющей и силовой частей электропривода; - разрабатывать алгоритмы наблюдателей состояния электропривода; - реализовывать способы оптимального и адаптивного управления электроприводами.	Тема 1-4

	ПК-1.3. Владеет навыками эксплуатации электроприводов для работы в автономных электротехнических комплексах.	*	Владеть: - методами расчета параметров элементов электропривода; - методами расчета изменения параметров элементов электропривода; - навыками эксплуатации электроприводов для работы в автономных электротехнических комплексах.	
--	--	---	---	--

* Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем электропривода», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.08.2021 № 607н.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений. Задачи дисциплины – дать студентам сведения о принципах построения, технической реализации и характеристиках электроприводов на базе транзисторной силовой преобразовательной техники и цифровых систем автоматического управления.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, необходимы при выполнении трудовых функций.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5з.е., 180 часов.

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

4.1 Структура дисциплины

Наименования разделов, тем	Общее количество часов	Очная форма									Заочная форма									
		Распределение часов по видам занятий									Распределение часов по видам занятий									
		Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	РГР	Консультации	Контроль	Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	Контрольная работа	Консультации	Контроль	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Тема 1. Принципы ШИМ питания электродвигателей	38	8	4		4	30						2	1		1	32		4		
Тема 2. Управление ЭП с использованием цифровых сигнальных процессоров	38	8	4		4	30						2	1		1	32		4		
Тема 3. Робастный электропривод с адаптивными регуляторами	38	8	4		4	30						1			1	33		4		
Тема 4. Робастный электропривод с нейро-нечеткими регуляторами	28	8	4		4	20						1			1	21		6		
Курсовой проект (работа)							-										-			
Консультации	2								2										2	
Контроль	28															27				9
Всего часов в семестре	180	32	16	-	16	110	-	-	2	36	6	2	-	4	145	-	18	2	9	
Всего часов по дисциплине	180	32	16	-	16	110	-	-	2	36	6	2	-	4	145	-	18	2	9	

4.2 Содержание лекций

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
Тема 1. Принципы ШИМ питания электродвигателей			
1	Состояние, тенденции развития и области применения цифрового электропривода. Принципы широтно-импульсного питания электродвигателей от инверторов. Принцип формирования однофазных ШИМ-напряжений при гармонической огибающей. Гармонический состав однофазного ШИМ-напряжения при гармонической огибающей	2	1
2	Принцип формирования трехфазных напряжений классической ШИМ при гармонической огибающей. Принцип формирования трехфазных напряжений векторной ШИМ. Принцип формирования регулируемых постоянных напряжений питания ДПТ методом ШИМ. Принцип ШИМ-управлений тормозными режимами АД	2	
Тема 2. Управление ЭП с использованием цифровых сигнальных процессоров			
3	Технические средства цифрового управления электроприводами на базе цифровых сигнальных процессоров. Архитектура цифрового сигнального процессора TMS320x24x. Вспомогательное регистровое арифметическое устройство. Регистры состояния процессора. Способы адресации ЦСП TMS320x24x. Типы и структура команд. Порты дискретного ввода/вывода ЦСП TMS320x24x. Организация системы прерываний ЦСП TMS320x24x	2	1
4	Структурные схемы, базовые функции и настройка таймеров общего назначения ЦСП. Структурная схема и настройка модуля полного сравнения ЦСП. Структурная схема и настройка блока генерации сигналов управления трехфазной классической ШИМ. Алгоритм и программа генерации сигналов классической трехфазной центрированной ШИМ. Структурная схема и настройка блока генерации векторной ШИМ. Структурная схема и настройка модулей захвата. Структурная схема и настройка модуля квадратурного декодера. Структурная схема и настройка модуля АЦП. Силовые модули цифрового электропривода. Математические блоки программ цифрового электропривода	2	
Тема 3. Робастный электропривод с адаптивными регуляторами			
5	Эксплуатационные рабочие характеристики автоматизированного электропривода и актуальность создания робастного ЭП. Структура и принцип действия беспоисковых адаптивных САУ электроприводом. Адаптивный электропривод с параметрической подстройкой регулятора. Структура наблюдателей сигналов состояния электропривода. Устойчивость наблюдателей сигналов. Автоматизированный электропривод с наблюдателями сигналов состояния	2	
6	Структура наблюдателей параметров звеньев автоматизированного электропривода. Устойчивость наблюдателей параметров звеньев автоматизированного электропривода. Автоматизированный электропривод с наблюдателями параметров звеньев электропривода. Управление свободным движением АЭП с помощью регуляторов скользящего режима. Управление свободным движением с помощью регуляторов скользящего режима в САУ, обрабатывающей сигнал задания. Автоматизированный электропривод с регулятором скользящего режима	2	
Тема 4. Робастный электропривод с нейро-нечеткими регуляторами			
7	Основные предпосылки нечеткого управления и базовые положения нечеткой логики. Разработка регулятора на базе нечеткой логики. АЭП с регулятором на базе нечеткой логики	2	
8	Основные положения теории искусственных нейронных сетей. Методы обучения нейронных сетей. Динамически управляемые рекуррентные нейронные сети. Применение нейронных сетей в автоматизированном электроприводе	2	
Всего часов		16	2

4.3 Темы лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

4.4 Темы практических занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
Тема 1. Принципы ШИМ питания электродвигателей			
1	Исследование цифровой системы управления однофазным бесколлекторным двигателем постоянного тока с датчиком Холла	2	
2	Разработка цифровой системы управления трёхфазным бесколлекторным двигателем постоянного тока без датчика положения вала	2	1
Тема 2. Управление ЭП с использованием цифровых сигнальных процессоров			
3	Исследование системы считывания данных инкрементального оптического энкодера на основе цифрового сигнального процессора	2	
4	Разработка цифровой системы регулирования скорости двигателя постоянного тока с однополярной ШИМ	2	1
Тема 3. Робастный электропривод с адаптивными регуляторами			
5	Разработка цифровой системы двухконтурного регулирования двигателя постоянного тока	2	1
6	Исследование нечёткого регулятора скорости двигателя постоянного тока	2	
Тема 4. Робастный электропривод с нейро-нечеткими регуляторами			
7	Разработка цифровой системы управления трёхфазного инвертора асинхронного электропривода на IGBT-транзисторах	2	
8	Разработка цифровой системы стабилизации напряжения асинхронного генератора автономной электростанции путём регулирования основного магнитного потока статическим компенсатором (STATCOM)	2	1
Всего часов		16	4

4.5 Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

5 Самостоятельная работа обучающихся

Тема	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Содержание работы
	очная	заочная	
Тема 1. Принципы ШИМ питания электродвигателей	30	32	Подготовка к лекционным занятиям, проработка материала практических занятий
Тема 2. Управление ЭП с использованием цифровых сигнальных процессоров	30	32	
Тема 3. Робастный электропривод с адаптивными регуляторами	30	33	
Тема 4. Робастный электропривод с нейро-нечеткими регуляторами	20	21	
Контроль		27	Подготовка к экзамену
Всего часов	110	145	

6 Тематика курсового проектирования (курсовой работы)

Курсовое проектирование не предусмотрено учебным планом.

7 Методы обучения

Для активизации учебного процесса и развития навыков студентов в применении теоретических знаний предусмотрено применение дискуссии, компьютерных симуляций, разбора конкретных ситуаций.

Основными формами изучения дисциплины являются: чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная и научная работа студентов.

Основным методом изучения дисциплины являются лекции, которые проводятся в лекционных аудиториях с использованием наглядных пособий и интерактивных средств.

Обязательным условием аттестации студента является выполнение и защита всех предусмотренных программой практических работ.

В рамках интерактивных часов предусмотрены следующие подходы: работа в малых группах, творческие задания, соревнования, «ученик в роли учителя», «каждый учит каждого».

8 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приведен в обязательном приложении к рабочей программе.

9 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Наименование	Количество экземпляров в библиотеке ФГБОУ ВО «КГМТУ»
1. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106890 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
2. Черный С.Г. Цифровой электропривод : курс лекций для курсантов направления подгот. 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Черный С.Г., Авдеев Б.А. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. «Электрооборудование судов и автоматизация производства». — Керчь, 2016. — 218 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: http://lib.kgmtu.ru/?p=1187	
3. Черный С.Г. Цифровой электропривод : практикум для курсантов направления подгот. 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Черный С.Г., Авдеев Б.А. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. «Электрооборудование судов и автоматизация производства». — Керчь, 2016. — 60 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: http://lib.kgmtu.ru/?p=1189	
4. Черный С.Г. Цифровой электропривод : практикум по выполнению контрол. работы для студентов направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» оч. и заоч. форм обучения / сост.: С.Г. Черный, Б.А. Авдеев, А.В. Вынгра ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. «Электрооборудование судов и автоматизация производства». — Керчь, 2018. — 42 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: http://lib.kgmtu.ru/?p=4361	

10 Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ»	http://lib.kgmtu.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации	http://pravo.gov.ru/
Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://www.consultant.ru/
RSCI платформа WebofScience - база данных лучших российских журналов	http://www.technosphera.ru/news/

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»	http://window.edu.ru/
База данных Научной электронной библиотеки	http://elibrary.ru/
Официальный сайт Российского морского регистра судоходства	http://www.rs-class.org
Официальный сайт Международной Морской Организации	http://www.imo.org
Официальный сайт Международной электротехнической Комиссии	http://www.iec.ch

11 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование программного продукта	Назначение (базы и банки данных, тестирующие программы, практикум, деловые игры и т.д.)	Тип продукта (полная лицензионная версия, учебная версия, демоверсия и т.п.)
Операционная система (Microsoft Windows 10 Pro или Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level)	Комплекс системных и управляющих программ	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет (Microsoft Office Pro Plus 2016 или Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN 1 License No Level)	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет LibreOffice	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Свободно-распространяемое программное обеспечение
Учебный комплект Компас-3Dv18	Система трёхмерного проектирования	Лицензионное программное обеспечение

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия: аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

13 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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 студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям, экзамену, контрольным тестам, 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 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 практическим занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий (рефератов, расчетно-графических заданий/работ, оформление отчетов по практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).