

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИВОДЫ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Направление/специальность подготовки	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Мехатроника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	экз.
4	7	3	108	34	0	0	34	74	36	0	38	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	85	34	17	34	131	36	0	95	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И
РОБОТОТЕХНИКА

Мельников Роман Вячеславович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИВОДЫ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-11 — способность разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-11

знания:

на уровне представлений: процессы преобразования энергии в электромеханических приводах, взаимосвязи электромеханических исполнительных устройств и системы управления;

на уровне воспроизведения: методы расчётов приводов мехатронных и робототехнических устройств;

на уровне понимания: влияние различных технических параметров приводов мехатронных и робототехнических устройств на их технологические параметры;

умения:

Теоретически и практически: разрабатывать расчетные схемы, математические модели приводов мехатронных и робототехнических устройств, проводить расчёт схем приводов;

выбирать типоразмер двигателей, схемы драйверов и контроллеров, рассчитывать их параметры, разрабатывать схемы включения в мехатронное устройство;

навыки:

разработки алгоритмов и программ управления приводов мехатронных и робототехнических устройств..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРИВОДЫ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.06 Мехатроника и робототехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ОСНОВЫ МЕХАТРОНИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-11 — Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем
- ПСК-1.5 — Способен проектировать, программировать, отлаживать и настраивать электронные блоки и микропроцессорные системы управления мехатронными и робототехническими системами

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	6	Раздел 1. Введение. Особенности работы приводов мехатронных устройств. 1.1. Основные типы приводов, используемых в мехатронных и робототехнических системах. 1.2. Преимущества и недостатки различных видов приводов по сравнению друг с другом. 1.3. Обобщенные, структурные и функциональные схемы электроприводов. 1.4. Правила выполнения структурных, функциональных и принципиальных схем электроприводов.	16	10	6	4	0	6	10
3	6	Раздел 2. Общие принципы построения электроприводов как системы. 2.1. Классификация электроприводов. 2.2. Электромеханические свойства двигателей переменного и постоянного тока. 2.3. Основы механики электроприводов. 2.4. Расчетные схемы механической части привода. 2.5. Приведение свойств объекта управления к валу исполнительного двигателя. 2.6. Математические модели механической части привода мехатронных и робототехнических систем.	16	6	6	0	0	10	10
3	6	Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного и переменного тока. 3.1. Характеристики двигателей постоянного тока. Приводы на базе двигателей постоянного тока. 3.2. Характеристики синхронных и асинхронных электродвигателей. Приводы на базе синхронных и асинхронных электродвигателей. 3.3. Управление асинхронными и синхронными электродвигателями. Векторное и скалярное управление. 3.4. Шаговые электродвигатели. Электроприводы на базе шаговых двигателей. 3.5. Электроприводы с широтно-импульсным регулированием. 3.6. Режимы работы электродвигателей по условиям теплоотдачи. Продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный режимы работы.	24	14	6	8	0	10	10
3	6	Раздел 4. Специальные приводы. 4.1. Приводы на базе пьезоэлектрических двигателей. 4.2. Магнитострикционные двигатели. 4.3. Нитиноловые и гидрогелевые приводы. 4.4. Приводы на основе магнитных реологических жидкостей (MRF), жидких кристаллов (LCE) и электроактивных полимеров (EAP). 4.5. Многодвигательные пневматические приводы.	16	6	6	0	0	10	10
3	6	Раздел 5. Переходные процессы и типовые системы управления электроприводами. 5.1. Пуск и торможение электропривода. 5.2. Переходные процессы в электроприводе 5.3. Принципы построения систем регулирования электроприводов. Регуляторы. 5.4. Релейно-контакторное управление электроприводами. 5.5. Показатели качества регулирования скорости для разомкнутых и замкнутых систем регулирования.	18	8	6	2	0	10	10
3	6	Раздел 6. Энергетические характеристики и основы проектирования электроприводов. 6.1. Энергетические показатели электропривода. 6.2. Последовательность проектирования, нагрузочные диаграммы и тахограммы. 6.3. Расчет мощности и выбор типа электродвигателя. 6.4. Комплектные электроприводы.	18	7	4	3	0	11	10
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	0	57	60
4	7	Раздел 7. Поворотный электромеханический привод. Привод захвата. 7.1. Общие характеристики поворотного привода 7.2. Нагрузочные характеристики поворотного привода 7.3. Методика расчета и выбора поворотного привода 7.4. Кинематический расчет поворотного привода и захвата.	39	14	0	0	14	25	10
4	7	Раздел 8. Электромеханический привод поступательного движения. 8.1. Общие характеристики привода поступательного движения 8.2. Нагрузочные характеристики привода 8.3. Проверочный расчет привода 8.4. Расчет приведенного к входному валу момента инерции.	39	14	0	0	14	25	15
4	7	Раздел 9. Управление многопозиционным манипулятором. 9.1. Структура управления захватом 9.2 Структура управления серводвигателем 9.3. Структура управления линейным приводом 9.4. Переходные процессы при пуске двигателя.	30	6	0	0	6	24	15
Всего за 7 семестр			108	34	0	0	34	74	40
Всего по дисциплине			216	85	34	17	34	131	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
Всего за 6 семестр			0
1	Раздел 7. Поворотный электромеханический привод. Привод захвата.	Общие характеристики поворотного привода. Нагрузочные характеристики привода	2
2		Определение электромеханических параметров двигателей переменного и постоянного тока. Расчет приведенных параметров двигателя и механизма.	4
3		Расчет естественных, пусковых и тормозных характеристик	4

		двигателей.	
4	Раздел 8. Электромеханический привод поступательного движения.	Методика расчета и выбора поворотного привода. Кинематический расчет поворотного привода и захвата	4
5		Общие характеристики привода поступательного движения Нагрузочные характеристики привода	2
6		Математические модели систем асинхронного привода. Управление АД.	4
7		Определение силовых и скоростных параметров электромеханического привода, расчет к.п.д. Комплектные электроприводы	4
8		Проверочный расчет привода. Расчет приведенного к входному валу момента инерции	4
9	Раздел 9. Управление многопозиционным манипулятором.	Структура управления захватом. Структура управления серводвигателем.	2
10		Структура управления линейным приводом. Переходные процессы при пуске двигателя.	4
Всего за 7 семестр			34

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Особенности работы приводов мехатронных устройств.	Экспериментальное определение электромеханических характеристик двигателя и КПД привода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения.	4
2	Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного и переменного тока.	Экспериментальное исследование вращательного электропривода с релейно-контакторной системой управления.	4
3		Исследование асинхронного привода с частотным управлением на лабораторном стенде Sew Eurodrive	4
4	Раздел 5. Переходные процессы и типовые системы управления электроприводами.	Экспериментальное исследование линейного электропривода с релейно-контакторной системой управления.	2
5	Раздел 6. Энергетические характеристики и основы проектирования электроприводов.	Исследование и анализ переходных процессов замкнутого электропривода постоянного тока.	3
Всего за 6 семестр			17
Всего за 7 семестр			0

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Особенности работы приводов мехатронных устройств.	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчета .	6
2	Раздел 2. Общие принципы построения электроприводов как системы.	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	10
3	Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного и переменного тока.	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	10
4	Раздел 4. Специальные приводы.	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	10
5	Раздел 5. Переходные процессы и типовые системы управления электроприводами.	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	10
6	Раздел 6. Энергетические	Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	11

	характеристики и основы проектирования электроприводов.		
Всего за 6 семестр			57
7	Раздел 7. Поворотный электромеханический привод. Привод захвата.	Подготовка к практическому занятию	25
8	Раздел 8. Электромеханический привод поступательного движения.	Подготовка к практическому занятию. Проверочный расчет привода. Расчет приведенного к входному валу момента инерции	25
9	Раздел 9. Управление многопозиционным манипулятором.	Подготовка к практическому занятию. Пример расчета переходного процесса при пуске двигателя	24
Всего за 7 семестр			74

3.5. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Расчет и проектирование поворотного электромеханического привода. Выбор электромеханического захвата.	1 - 5	12
Этап 2. Расчёт и проектирование электромеханических приводов поступательного движения	6 - 12	12
Этап 3. Разработка структуры управления манипулятором. Расчет переходного процесса пуска двигателя. Разработка 3D модели манипулятора	13 - 16	12
Всего за 7 семестр		36

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6			ВРЗД			ДР		ВРЗД, Отч. по ЛР, Контр.Р.		ДР			ВРЗД, Отч. по ЛР, Контр.Р.		Отч. по ЛР, КП	ДР	Вопр. Экз, Вопр.Диф.Зач
7						ДР				ДР						ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- КП – курсовой проект;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- контрольная работа;
- отчет по ЛР;
- курсовой проект;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Электрические машины. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
2. В. А. Денисов. . Электроприводы переменного тока с частотным управлением. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.
3. В. А. Цветков, С. М. Стажков, Е. Б. Коротков. . Приводы многокоординатного манипулятора. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 16 экз.
4. Г. В. Новиков. Частотное управление асинхронными электродвигателями. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
5. Г. К. Дюбей. . Основные принципы устройства электроприводов. М.: Техносфера, 2009, 6 экз.
6. Е. В. Пашков, В. А. Крамарь, А. А. Кабанов. . Следящие приводы промышленного технологического оборудования. СПб.: Лань, 2015, 30 экз.
7. Е. М. Овсянников. . Электрический привод. М.: Форум, 2011, 13 экз.
8. Е. С. Блейз, В. Н. Бродовский, В. А. Введенский. Следящие приводы. Т. 2 Электрические следящие приводы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 6 экз.
9. И. П. Копылов. Электрические машины в 2 т.. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. обучающая САПР "Проектирование электромеханических систем".

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

6.3. Лабораторные занятия:

1. ПИД–регуляторы фирмы «Maxon Motor»;
2. Установка учебного гидравлического стенда фирмы «Фесто» с комплектом гидроаппаратуры;
3. Робот. помещение для научно–исследовательской работы студентов и магистрантов, включающем комплект измерительной, регистрирующей, управляющей аппаратуры и силового оборудования;
4. Стенд компании "FESTO" для исследования производственно-технологических процессов;
5. Электроприводы фирма «Maxon Motor»;
6. Комплекты исполнительных элементов электропривода;
7. Контроллеры движения фирмы «Maxon Motor»;
8. обучающая САПР "Проектирование электромеханических систем".

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРИВОДЫ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **15.03.06 Мехатроника и робототехника**. Дисциплина реализуется на факультете **И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ"** им. Д.Ф. Устинова кафедрой **И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-11 способность разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными задачами современной теории и практике проектирования регулируемых приводов работающих в составе мехатронных и робототехнических устройств. Основное внимание в данном курсе уделяется методам анализа электрических и электромеханических преобразовательных устройств и некоторым вопросам управления приводами.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- контрольная работа;
- отчет по ЛР;
- курсовой проект;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**131 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 131 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение. Особенности работы приводов мехатронных устройств.		
Подготовка к лабораторным работам, оформление отчета .	Е. М. Овсянников. . Электрический привод: М.: Форум, 2011 (1) Г. К. Дюбей. . Основные принципы устройства электроприводов: М.: Техносфера, 2009 (1)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Общие принципы построения электроприводов как системы.		
Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	Е. М. Овсянников. . Электрический привод: М.: Форум, 2011 (Глава 3) Г. К. Дюбей. . Основные принципы устройства электроприводов: М.: Техносфера, 2009 (Стр. 112-120)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного и переменного тока.		
Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	. Электрические машины: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Стр.56) Е. С. Блейз, В. Н. Бродовский, В. А. Введенский. Следящие приводы. Т. 2 Электрические следящие приводы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (Глава 3)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Специальные приводы.		
Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	Г. В. Новиков. Частотное управление асинхронными электродвигателями: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (3) В. А. Денисов. . Электроприводы переменного тока с частотным управлением: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (3)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Переходные процессы и типовые системы управления электроприводами.		
Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	И. П. Копылов. Электрические машины в 2 т.: Москва: Юрайт, 2020 (8) Е. М. Овсянников. . Электрический привод: М.: Форум, 2011 (10)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Энергетические характеристики и основы проектирования электроприводов.		
Подготовка к лекциям и лабораторным занятиям	Г. К. Дюбей. . Основные принципы устройства электроприводов: М.: Техносфера, 2009 (.14) Е. М. Овсянников. . Электрический привод: М.: Форум, 2011 (10)	11

Итого по разделу 6		11
Раздел 7. Поворотный электромеханический привод. Привод захвата.		
Подготовка к практическому занятию	Е. В. Пашков, В. А. Крамарь, А. А. Кабанов. . Следящие приводы промышленного технологического оборудования: СПб.: Лань, 2015 (1.1) В. А. Цветков, С. М. Стажков, Е. Б. Коротков. . Приводы многокоординатного манипулятора: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2.1-2.3)	25
Итого по разделу 7		25
Раздел 8. Электромеханический привод поступательного движения.		
Подготовка к практическому занятию. Проверочный расчет привода. Расчет приведенного к входному валу момента инерции	Е. М. Овсянников. . Электрический привод: М.: Форум, 2011 (2.3) В. А. Цветков, С. М. Стажков, Е. Б. Коротков. . Приводы многокоординатного манипулятора: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Раздел 2.4)	25
Итого по разделу 8		25
Раздел 9. Управление многопозиционным манипулятором.		
Подготовка к практическому занятию. Пример расчета переходного процесса при пуске двигателя	В. А. Цветков, С. М. Стажков, Е. Б. Коротков. . Приводы многокоординатного манипулятора: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Глава 3)	24
Итого по разделу 9		24

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену;
- контрольная работа;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы по разделу

Семестр 6, раздел1; Семестр 6, раздел3; Семестр7, раздел 1.

- Приведены в УМК дисциплины

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или электронном виде. Защита отчета проходит в форме ответов на вопросы преподавателя. Критерием выполнения работы является достоверность результатов и правильные ответы на более чем 70% вопросов преподавателя по содержанию работы.

Вопросы к экзамену

Семестр 6, раздел 6.

Приведены в УМК дисциплины

Контрольная работа

- Контрольная работа состоит из двух задач. Полное решение каждой задачи оценивается в 3 балла. Оценка снижается
 - на 0,5 балла при небрежном оформлении;
 - на 0,5 балла при отсутствии пояснений к шагам решения;
 - на 1 балл при решении только одной задачи.

Итоговая оценка за контрольную работу - отлично - при сумме баллов не меньше 5, хорошо - от 4 до 4,5, удовлетворительно - не менее 3,5.

Курсовой проект

- Темы курсовых работ:

Приводы многопозиционного манипулятора (по вариантам).

Оформление КП - в соответствии с Положением о курсовых проектах в БГТУ.

Требования, предъявляемые к обучающимся в ходе защиты: знание теоретического материала, умение грамотно и ясно формулировать излагаемый материал и ответы на вопросы

Вопросы к дифференцированному зачету

Семестр 7, раздел 3.

Предусмотрены в УМК дисциплины

Экзамен

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, содержащим 2 вопроса, время на подготовку ответов - 20 минут. При правильных и полных ответах оценка отлично. Если ответ

неполный, преподаватель задаёт дополнительные вопросы. При правильных ответах на все вопросы - оценка отлично, в противном случае если правильных ответов более 80% - оценка хорошо. Для получения удовлетворительной оценки нужно правильно ответить не менее чем на 60% вопросов.

Дифференцированный зачет

Семестр 7. • Оценка дифференцированного зачёта может быть поставлена с учётом всех оценок семестра – «отлично», если средний балл не менее 4,5, «хорошо», если средний балл не менее 3,5 и «удовлетворительно» в остальных случаях. При сдаче зачёта оценка («хорошо» или «удовлетворительно») может быть повышена на балл при правильных ответах на все вопросы преподавателя.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-11	
3	6	Раздел 1. Введение. Особенности работы приводов мехатронных устройств.	16	10	6	4	0	6	10	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 2. Общие принципы построения электроприводов как системы.	16	6	6	0	0	10	10	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного и переменного тока.	24	14	6	8	0	10	10	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 4. Специальные приводы.	16	6	6	0	0	10	10	Отчет по ЛР
3	6	Раздел 5. Переходные процессы и типовые системы управления электроприводами.	18	8	6	2	0	10	10	Вопросы по разделу, Отчет по ЛР
3	6	Раздел 6. Энергетические характеристики и основы проектирования электроприводов.	18	7	4	3	0	11	10	Вопросы к экзамену, Отчет по ЛР
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	0	57	60	
4	7	Раздел 7. Поворотный электромеханический привод. Привод захвата.	39	14	0	0	14	25	10	Контрольная работа
4	7	Раздел 8. Электромеханический привод поступательного движения.	39	14	0	0	14	25	15	Контрольная работа
4	7	Раздел 9. Управление многопозиционным манипулятором.	30	6	0	0	6	24	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект
Всего за 7 семестр			108	34	0	0	34	74	40	
Всего по дисциплине			216	85	34	17	34	131	100	

Критерии оценивания

ОПК-11

Вопросы открытого типа:

- № 1 Частота питающего напряжения 50 Гц, число пар полюсов равно 3. Чему равна частота вращения магнитного поля статора асинхронного электродвигателя? Ответ выразите в оборотах в минуту и округлите до целых.
- № 2 Передаточное число редуктора равно 4, момент инерции барабана механизма подъёма грузоподъёмного устройства относительно оси вращения барабана и выходного вала редуктора равен $8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Чему равен момент инерции этого барабана, приведённый к валу двигателя? Ответ выразите в $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ и округлите до десятых.
- № 3 Номинальное скольжение асинхронного электродвигателя равно 4%, перегрузочная способность равна 2,5. Определите критическое скольжение данного электродвигателя на естественной механической характеристике. Ответ выразите в процентах и округлите до целых.
- № 4 Передаточное число редуктора равно 5, КПД редуктора 0,84, вращающий момент на выходном валу редуктора равен 160 Нм. Определите вращающий момент на валу приводного электродвигателя. Ответ выразите в Нм и округлите до целых.
- № 5 Номинальный режим работы электродвигателя S1 это (дайте определение)
- № 6 Фазы ЭДС нулевого трёхфазного выпрямителя сдвинуты на угол (в градусах)
- № 7 Трёхфазный асинхронный электродвигатель рассчитан на линейное напряжение 220 В при соединении фаз треугольником. На какое линейное напряжение рассчитан этот электродвигатель при соединении фаз звездой? Ответ дайте в Вольтах.
- № 8 Продолжительность цикла работы электродвигателя равна 200 с. Продолжительность пауз равна 160 с. Чему равна ПВ% данного двигателя в данном цикле?
- № 9 Критическое скольжение асинхронного электродвигателя равно 14%, критический вращающий момент равен 80 Нм. Найдите вращающий момент при скольжении 7%. Ответ выразите в Нм и округлите до целых.
- № 10 Номинальная мощность двигателя постоянного тока 4,5 кВт, номинальная частота вращения 1500 об/мин. Найдите номинальный момент двигателя. Ответ выразите в Нм и округлите до целых.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Что называется относительной величиной скольжения асинхронного двигателя?
- А) Разность угловой скорости поля статора и угловой скорости ротора
- В) Отношение разности угловой скорости поля статора и угловой скорости ротора к угловой скорости поля статора
- С) Угловое смещение ротора относительно первоначального положения
- Д) Смещение двигателя относительно своего начального положения, возникающее вследствие вибрации двигателя, выраженное в миллиметрах
- № 2 Что называется абсолютной величиной скольжения асинхронного двигателя?
- А) Разность угловой скорости поля статора и угловой скорости ротора
- В) Отношение разности угловой скорости поля статора и угловой скорости ротора к угловой скорости поля статора
- С) Угловое смещение ротора относительно первоначального положения
- Д) Смещение двигателя относительно своего начального положения, возникающее вследствие вибрации двигателя, выраженное в миллиметрах
- № 3 Что называется перегрузочной способностью асинхронного электродвигателя?

- А) Отношение максимального вращающего момента к номинальному
- В) Отношение максимального вращающего момента к пусковому
- С) Отношение номинального вращающего момента к пусковому
- № 4 Д) Максимальное значение вращающего момента, выраженное в Нм
Что называют диапазоном регулирования скорости электропривода?
- А) Это множество всех возможных угловых скоростей вращения вала электродвигателя
- В) Это максимальное значение угловой скорости вращения электродвигателя
- С) Это минимальное значение угловой скорости вращения вала электродвигателя
- № 5 Д) Это отношение максимальной угловой скорости вращения вала электродвигателя к минимальной
В чём заключается одно из преимуществ синхронного электродвигателя по сравнению с асинхронным?
- А) Независимость частоты вращения вала электродвигателя от нагрузки на валу
- В) Простота запуска электродвигателя
- С) Малые габаритные размеры и масса
- № 6 Д) Более высокая надёжность
В чём заключается характерная особенность двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением.
- А) Мягкая механическая характеристика
- В) Малая масса и габариты по сравнению с асинхронными электродвигателями
- С) Эти двигатели нельзя запускать вхолостую
- № 7 Д) Малые пусковые токи
В чём преимущество гибридных шаговых электродвигателей по сравнению с двигателями с переменным магнитным сопротивлением?
- А) Меньшая величина шага при вращении ротора
- В) Меньшая стоимость двигателя
- С) Более высокий КПД
- № 8 Д) Более высокая надёжность
Что называют векторным управлением асинхронных и синхронных электродвигателей?
- А) Это метод управления, при котором вектор магнитного поля статора вращается относительно неподвижно системы координат

- В) Это метод управления, при котором не только формируются гармонические токи (напряжения) фаз, но и обеспечивается управление магнитным потоком ротора
- С) Это частотный метод управления угловой скоростью вращения электродвигателя
- Д) Это метод управления, при котором поддерживается постоянным коэффициент мощности электродвигателя
- № 9 Для чего в цепь ротора асинхронного двигателя с фазным ротором при пуске включают добавочные сопротивления?
- А) Для увеличения максимального момента двигателя.
- В) Для изменения направления вращения
- С) Для уменьшения пускового тока
- Д) Для уменьшения относительного скольжения.
- № 10 Назовите основные способы регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения?
- А) Изменением величины напряжения якорной цепи и цепи питания обмоток возбуждения
- В) Только изменением величины напряжения цепи питания обмоток возбуждения.
- С) Только изменением величины напряжения якорной цепи.
- Д) Изменением тока в якорной цепи