

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В. Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Приводы мехатронных и робототехнических систем

Направление подготовки (специальность):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Мехатроника и робототехника

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1046 от 17 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

Ю. А. Гольцов

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«12» мая 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

Д. А. Бушуев

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
«29» мая 2023 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

А. Н. Семернин

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.1. Внедряет и осваивает новое технологическое оборудование	<p>Знать: принципы получения данных для построения математических моделей различных типов приводов для конкретных мехатронных и робототехнических систем и БАС; примеры построения математических моделей узлов системы с применением электрических, пневматических, гидравлических и электрогидравлических приводов различных типов.</p> <p>Уметь: строить математические модели приводов мехатронных и робототехнических систем с учетом нагрузки, механической передачи и микропроцессорных систем управления с использованием классических и интеллектуальных подходов; применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе структур приводов мехатронных и робототехнических систем и БАС.</p> <p>Владеть: методиками анализа работы приводов мехатронных и робототехнических систем, БАС, основами построения и способами расчёта приводов мехатронных и робототехнических систем и БАС.</p>
	ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	ОПК-12.2. Выполняет монтаж, наладку и эксплуатационную настройку приводов мехатронных и робототехнических систем.	<p>Знать: типы приводов мехатронных и робототехнических систем; способы регулирования положения, скорости, момента и тока в приводах мехатронных и робототехнических систем, БАС и методы их технической реализации.</p> <p>Уметь: рассчитывать параметры приводов мехатронных и робототехнических систем, производить аналитические и экспериментальные исследования, выбирать основные элементы систем управления приводами мехатронных и робототехнических систем и БАС.</p> <p>Владеть: представлением о конструкции, составе и принципе действия приводов мехатронных и робототехнических систем, БАС в производственных и реальных условиях; методами исследования электромеханических и динамических свойств приводов мехатронных и робототехнических систем, практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемых электромеханических, пневматических, гидравлических и электрогидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем и БАС.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физика
2	Программирование и основы алгоритмизации
3	Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
4	Теория автоматического управления
5	Технические средства систем управления роботов

2. Компетенция ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
2	Технические средства систем управления роботов
3	Метрология и средства измерений в робототехнике
4	Производственная проектная практика
5	Приводы мехатронных и робототехнических систем

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации _____ экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	108	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	110	55	55
лекции	68	34	34
лабораторные	34	17	17
практические	0	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	142	53	89
курсовой проект			
курсовая работа	0		
расчетно-графическое задание	0		
индивидуальное домашнее задание	0		
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	106	53	53
экзамен	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3. Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1.	Основные понятия, предмет и задачи привода мехатронных и робототехнических систем				
1.1.	Мехатроника как область науки и инженерная дисциплина. Мехатронные систем, агрегаты, модули и устройства. Мехатронный подход при создании электромеханических систем. Определение привода мехатронных и робототехнических систем. Электропривод как силовая основа автоматизации технологических процессов и роботизированных производств. Особенности приводных механизмов БПЛА и БАС.	1			4
1.2.	Основные типы приводов мехатронных и робототехнических систем, БАС, используемых в современной промышленности. Тенденции и перспективы развития электроприводов МиРТС и БАС.	1			4
2.	Механика электропривода				
2.1.	Кинематические и расчетные схемы механической части электропривода. Уравнения движения и режимы работы электропривода.	4		1	4
2.2.	Вид статических моментов рабочих механизмов. Приведение статических моментов и усилий. Приведение моментов инерции и движущихся масс. Учет сил упругости в элементах электропривода.	4		1	4
2.3.	Определение времени пуска и торможения электропривода. Потери энергии при пуске и торможении электропривода. Понятие об оптимальном передаточном числе механической передачи электроэнергии.	2		1	4
3.	Регулирование координат в приводах мехатронных и робототехнических устройств				
3.1.	Регулирование скорости.	2		2	6
3.2.	Регулирование момента и тока. Регулирование положения.	4		2	6
3.3.	Структуры электропривода, применяемые при регулировании координат.	4		2	6
4.	Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание и схемы управления приводами БПЛА,				

БАС, мехатронных и робототехнических систем с различными типами исполнительных механизмов.					
4.1.	Электрические приводы с двигателями постоянного тока. Приводы на базе асинхронных двигателей. Электрические приводы с синхронными двигателями, приводы с шаговыми двигателями.	4		2	6
4.2.	Приводы с бесконтактными двигателями постоянного тока, принцип работы, схемы управления, датчик положения ротора и требования к нему, основные элементы и требования к ним. Приводы с бесколлекторными двигателями постоянного тока. Приводы БПЛА и БАС. Особенности конструкции и управления.	4		2	4
4.3.	Приводы микроперемещений на основе пьезокерамики, принцип работы, структурное представление, особенности конструкций. Цифровой пьезоэлектрический привод. Пьезоэлектрический привод с регулированием по положению. Пьезоэлектрический привод с подчиненным регулированием. Приводы на базе электромагнитных муфт. Типы, конструкции, структурное представление.	2		2	4
4.4.	Гидропривод вращательного, поступательного, поворотного движения. Магистральный, аккумуляторный, импульсный гидропривод. Компрессорный пневмопривод. Аккумуляторный пневмопривод. Пневмопривод с пневмодвигателями объемного и динамического действия.	2		2	5
ИТОГО		34		17	53

Курс 4 . Семестр 7

5. Энергетические характеристики и выбор мощности электропривода.					
5.1.	Режимы работы электроприводов. Особенности режимов. Воспроизведение заданного скачкообразного управляющего воздействия.	2		1	4
5.2.	Уравнение кривой нагрева и охлаждения двигателей, постоянная времени нагрева, нагрев и охлаждение двигателя при различных режимах работы.	2		1	4
5.3.	Выбор мощности двигателя для различных режимов работы. Критерии и методы выбора электродвигателей. Методы средних потерь, эквивалентного тока, эквивалентного момента и эквивалентной мощности. Вероятностный метод выбора электродвигателей.	2		1	5
6. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводами.					
6.1.	Классификация и принципы построения систем управления. Электрические приводы с релейно-контакторным управлением. Принципы управления в замкнутых системах регулирования электроприводов. Статические и динамические характеристики замкнутых систем автоматизированного электропривода. Определение качества регулирования переходных процессов. Методы синтеза корректирующих устройств.	4		2	10

6.2.	Автоматическая система управления электроприводом постоянного тока генератор-двигатель. Принципы формирования переходных процессов пуска и торможения. Использование электромашинных, электромагнитных и полупроводниковых регуляторов. Электропривод постоянного тока системы тиристорный преобразователь - двигатель. Принципы построения.	4		2	10
6.3.	Непрерывное и импульсное управление. Методы формирования динамических характеристик. Системы тиристорного асинхронного электропривода с параметрическим управлением. Асинхронно-вентильный каскад. Система преобразователь частоты - асинхронный двигатель.	4		2	12
6.4.	Использование микропроцессоров для управления электроприводом. Широтно-импульсная модуляция. Управление приводами на базе бесколлекторных двигателей постоянного тока.	4		2	12
7.	Следящее и программное управление электроприводами.				
7.1.	Классификация следящего электропривода. Уравнения следящей системы. Электрический вал. Следящий электропривод с пропорциональным, пропорционально-интегральным и пропорционально-дифференциальным регулированием, системы управления переменной структуры, оптимальные по быстродействию.	4		2	12
7.2.	Следящий электропривод с двигателями постоянного и переменного тока. Управление электроприводами с применением простейших средств программного управления.	4		2	10
7.3.	Электропривод с адаптивным управлением. Применение бесконтактных логических элементов. Точная остановка электроприводов. Цифровое программное управление.	4		2	14
ИТОГО		34		17	89
ВСЕГО		68		34	142

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 3. Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Регулирование координат в приводах мехатронных и робототехнических устройств.	Исследование скоростных и механических характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.	2	2
2	Особенности конструкций,	Исследование регулировочных	4	4

	электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание и схемы управления	свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе «генератор-двигатель».		
3	приводами мехатронных и робототехнических систем с различными типами исполнительных механизмов.	Исследование реостатного пуска и способов торможения двигателя постоянного тока.	2	2
4		Исследование механических и регулировочных характеристик бесколлекторного двигателя и двигателя постоянного тока при различных способах включения. Исследование механических характеристик асинхронного электродвигателя с фазным ротором.	4	4
5		Исследование динамических характеристик компрессорного (аккумуляторного) пневмопривода.	3	3
6	Энергетические характеристики и выбор мощности электропривода.	Исследование нагрузочных диаграмм электродвигателя. Особенности выбора мощности двигателя в различных режимах работы. Задачи энергетического расчета.	2	2
ИТОГО			17	17

Курс 4. Семестр 7

7		Исследование однофазного управляемого выпрямителя с аналоговой системой управления. Исследование аналоговой системы управления однофазного управляемого выпрямителя. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя с микропроцессорной системой управления.	2	2
8	Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводами.	Исследование реверсивной схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с торможением противовключением.	2	2
9		Исследование схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с фазным ротором	3	3
10		Исследование схем управления электродвигателями постоянного тока и бесколлекторными двигателями.	2	2
11	Следящее и программное управление электроприводами.	Исследование широтно-импульсного преобразователя на IGBT-модулях. Исследование реверсивного широтно-импульсного преобразователя на IGBT-транзисторах.	4	4

		Исследование трехфазного инвертора на IGBT-транзисторах.		
12		Исследование сервопривода	4	4
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-9.1. Внедряет и осваивает новое технологическое оборудование	защита лабораторных работ, дифференцированный зачет, экзамен.

2. Компетенция ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-12.2. Выполняет монтаж, наладку и эксплуатационную настройку приводов мехатронных и робототехнических систем.	защита лабораторных работ, дифференцированный зачет, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия, предмет и задачи курса автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. (ОПК-9.1)	1. Основные понятия и задачи автоматизированного электропривода типовых производственных механизмов и технологических комплексов. 2. Функциональная схема автоматизированного электропривода.

2	Механика электропривода. (ОПК-9.1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кинематические схемы электроприводов. Активные и реактивные силы и моменты. 2. Расчетные схемы механической части электропривода. 3. Приведение масс, движущихся вращательно. 4. Приведение масс, движущихся поступательно. 5. Уравнения движения и режимы работы электропривода. 6. Структурная схема двухмассовой механической системы. 7. Трехмассовая структурная схема механической части электропривода 8. Структурная схема жесткого приведенного механического звена. 9. Влияние кинематических погрешностей и зазоров в передачах электропривода. 10. Обобщенная структурная схем механической части электропривода.
3	Регулирование координат электропривода. (ОПК-12.2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные способы регулирования координат, их показатели и характеристики. 2. Регулирование координат электропривода. Система УПД, математическое описание 3. Регулирование координат электропривода. Структурные схемы приводов. 4. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Схема с суммирующим усилителем. 5. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Схема с ЛПУ. 6. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат, структура с подчиненным регулированием. 7. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Настройка на технический оптимум.
4	Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание электропривода с различными типами исполнительных механизмов. (ОПК-9.1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ДПТ с независимым возбуждением как исполнительный механизм. 2. ДПТ с полюсным управлением как исполнительный механизм. 3. Бесколлекторный двигатель как исполнительный механизм. 4. Однофазный АД как исполнительный механизм. 5. Трёхфазный АД как исполнительный механизм при частотном управлении. 6. Электромеханические свойства электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Математическое описание динамических процессов в электроприводе. Структурная схема. 7. Уравнения статических характеристик и режимы работы электропривода с двигателем независимого возбуждения. Динамическое торможение. Динамические свойства. 8. Электромеханические свойства электроприводов с двигателями последовательного возбуждения. Схема включения. Математическое описание динамических режимов. Статические характеристики.

9. Режимы работы электроприводов с двигателями последовательного возбуждения. Расчет регулировочных характеристик. Динамическое торможение с самовозбуждением. Особенности характеристик двигателя со смешанным возбуждением.
10. Режимы работы электроприводов с бесколлекторными двигателями. Расчет механических, нагрузочных и регулировочных характеристик. Особенности характеристик бесколлекторных двигателей.
11. Электромеханические свойства асинхронных электроприводов. Математическое описание динамических процессов в асинхронном электроприводе. Характеристики и режимы работы. Регулировочные характеристики.
12. Частотное регулирование. Динамические процессы в асинхронном электроприводе. Динамическая модель АД-ПЧ.
13. Асинхронный электропривод с частотным управлением. Механические характеристики при различных законах частотного регулирования.
14. Электромеханические свойства электропривода с синхронным двигателем.
15. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при скачкообразном изменении управляющего или возмущающего воздействия.
16. Электромеханические переходные процессы электропривода при линейном изменении и экспоненциальном изменении $\omega_0=f(t)$. Особенности переходных процессов электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем.
17. Электропривод с многоскоростными асинхронными двигателями. Принцип работы, механические характеристики, допустимая нагрузка при работе на различных характеристиках.
18. Динамические процессы в асинхронном электроприводе. Уравнения и структурная схема асинхронного электропривода при линеаризованной динамической механической характеристике двигателя. Динамические свойства асинхронного электропривода на рабочем участке механической характеристики.
19. Электромеханические свойства электропривода с синхронным двигателем. Схема включения, пусковая, статическая и динамическая механические характеристики синхронного двигателя. Уравнения в осях d, q , описывающие динамические процессы в синхронном электроприводе.
20. Угловая характеристика синхронного двигателя. Приближенное уравнение динамической механической характеристики. Структурная схема синхронного электропривода. Влияние тока возбуждения на максимальный момент и коэффициент мощности двигателя.
21. Привод на базе шагового двигателя. Режимы работы шагового привода. Зависимость момента, развиваемого шаговым двигателем, от скорости.

		<p>22. Общие уравнения электромеханических переходных процессов в электроприводе с линейной механической характеристикой двигателя при $C_{12}=\infty$, $M_c=const$ и скачкообразном изменении управляющего или возмущающего воздействия.</p> <p>23. Приводы с бесконтактными двигателями постоянного тока, принцип работы, схемы управления. Основные элементы и требования к ним.</p> <p>24. Приводы микроперемещений на основе пьезокерамики, принцип работы, структурное представление, особенности конструкций.</p> <p>25. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлементы. Шаговые двигатели. Цифровой пьезоэлектрический привод.</p> <p>26. Поликристаллические пьезоэлектрики. Пьезоэлектрический привод с регулированием по положению.</p> <p>27. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлектрический привод с подчиненным регулированием.</p> <p>28. Экономическая целесообразность применения гидроприводов (ГП) и пневмоприводов (ПП). Сравнение эффективности ГП и ПП с другими приводами (механическим, электрическим).</p> <p>29. Особенности гидравлических систем. Функциональная структура ГП промышленного робота, принцип действия.</p> <p>30. Особенности пневматических систем. Функциональная структура ПП промышленного робота, принцип действия.</p> <p>31. Конструкция и принцип работы силовых и управляющих устройств гидропривода.</p> <p>32. Принцип действия объемного гидропривода в приводах РТС.</p> <p>33. Элементная база пневмоавтоматики. Реализация принципов логических функций в системах управления пневмоприводом.</p> <p>34. Конструктивные особенности и техническая характеристика пневмопривода.</p> <p>35. Конструкция и принцип работы силовых и управляющих устройств пневмопривода.</p> <p>36. Схемы и принцип работы насосных станций гидропривода промышленного робота.</p> <p>37. Состав, структура и характеристика пневмоустройств блока подготовки воздуха.</p> <p>38. Регулирующая, направляющая и контрольная пневмоаппаратура.</p>
5	<p>Энергетические характеристики и выбор мощности электропривода. (ОПК-12.2)</p>	<p>1. Показатели, характеризующие работу электропривода с энергетической точки зрения.</p> <p>2. Потребляемая мощность, КПД и потери при работе двигателя на естественной характеристике с постоянной нагрузкой.</p> <p>3. Определение потерь при работе двигателя на естественной характеристике с переменной нагрузкой методом экви-</p>

		<p>валентных величин. Условия применимости различных вариантов метода.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Потери при работе двигателей на регулировочных характеристиках. 5. Потери и КПД в регулируемом электроприводе. Зависимость их от характера изменения статического момента от скорости. Интегральный КПД за производственный цикл. 6. Потери и расход энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока. 7. Потери и расход энергии в переходных режимах асинхронных двигателей. Способы снижения потерь в переходных режимах. 8. Коэффициент мощности и потребление реактивной энергии асинхронными и синхронными двигателями трехфазного тока. Определение коэффициента мощности за цикл работы. 9. Коэффициент мощности электропривода постоянного тока по системе ТП-Д. 10. Нагревание и охлаждение двигателей. 11. Нагрузочные диаграммы электроприводов. 12. Номинальные режимы работы двигателей. 13. Выбор двигателя для продолжительного режима работы. 14. Выбор двигателя для кратковременного режима работы. 15. Выбор двигателя для повторно-кратковременного режима работы. 16. Особенности выбора двигателя для регулируемого электропривода.
6	<p>Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводами. (ОПК-12.2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы автоматизации процессов пуска, торможения и реверсирования двигателей в разомкнутых системах управления. 2. Типовые схемы управления двигателем постоянного тока и асинхронным двигателем. 3. Принципы управления электроприводом в замкнутых системах. Системы управления с общим усилителем и подчиненным регулированием координат. 4. Принципы управления бесколлекторными двигателями. 5. Принципы управления приводами БПЛА и БАС. 6. Регулирование момента в системе УП-Д с ООС по току. 7. Регулирование момента в системе УП-Д с формирующей ПОС по скорости. 8. Регулирование тока в системе Г-Д с формирующей ПОС по напряжению генератора. 9. Схема включения и принцип работы асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. 10. Асинхронный электропривод с импульсным регулятором и рекуперацией энергии скольжения в сеть. 11. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Асинхронный вентильно - машинный электрический каскад, асинхронно-вентильный каскад. Схемы включения, принцип работы, механические характеристики.

		<p>12. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Асинхронный вентильно - машинный электромеханический каскад. Схемы включения, принцип работы, механические характеристики.</p> <p>13. Синтез регулятора в замкнутых СУ (внутренний контур).</p> <p>14. Синтез регулятора в замкнутых СУ (второй контур, оптимум по модулю).</p> <p>15. Синтез регулятора в замкнутых СУ (симметричный оптимум).</p> <p>16. Контур регулирования тока в системе УП-Д, оптимизированный по методу последовательной коррекции статической характеристики.</p> <p>17. Контур регулирования тока в системе УП-Д. Синтез регулятора.</p>
7	Следящее и программное управление электроприводами. (ОПК-9.1)	<p>1. Однофазный и трехфазный управляемый выпрямитель с микропроцессорной системой управления.</p> <p>2. Однофазный и Трехфазный управляемый выпрямитель с аналоговой системой управления.</p> <p>3. Реверсивный широтно-импульсный преобразователь на IGBT-транзисторах.</p> <p>4. Трехфазный инвертор на IGBT-транзисторах.</p> <p>5. Частотно регулируемые приводы.</p> <p>6. Электропривод с программным управлением.</p> <p>7. Электропривод с адаптивным управлением.</p> <p>8. Следящий электропривод с аналоговым управлением.</p> <p>9. Следящий электропривод с релейным управлением.</p> <p>10. Сервоприводы.</p> <p>11. Комплектные и интегрированные электроприводы.</p> <p>12. Точностные показатели следящих электроприводов.</p> <p>13. Структура системы управления бесколлекторным двигателем. Особенности управления.</p> <p>14. Структура системы управления приводами БПЛА и БАС. Особенности управления.</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

Курс 3. Семестр 6

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1. Исследование скоростных и механических характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электроприводы постоянного тока. Конструкция двигателя. Основные уравнения, характеристики. 2. Двигатели постоянного тока независимого возбуждения. Их разновидности и особенности их применения в электроприводах. 3. Уравнения электромеханической и механической характеристик. 4. Схемы включения и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в различных режимах работы.
2.	Лабораторная работа №2. Исследование регулировочных свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе «генератор-двигатель».	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электроприводы постоянного тока. Конструкция двигателя. Энергетические режимы работы. Допустимая нагрузка. 2. Электроприводы постоянного тока. Основные уравнения и способы регулирования. Технические средства регулирования. 3. Электроприводы постоянного тока. Технические средства регулирования. Замкнутые структуры. 4. Электроприводы постоянного тока. Система «источник тока-двигатель». Способы реализации источника тока, ограничения на режимы работы. 5. Электроприводы постоянного тока с последовательным возбуждением. Уравнения и характеристики.
3.	Лабораторная работа №3. Изучение схемы управления электродвигателем постоянного тока. Управление бесколлекторным двигателем. Исследование реостатного пуска и способов торможения двигателя постоянного тока.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие и функциональная схема электропривода. Краткая классификация электроприводов. 2. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей. 3. Ускорение и замедление. Пуск, реверс, торможение привода. 4. Уравнение движения электропривода. 5. Анализ уравнения движения электропривода: ускорение, замедление, формирование требуемых законов движения рабочего органа механизма. 6. Подчиненное регулирование координат. Принцип последовательной коррекции. Синтез регулятора для произвольного объекта. 7. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока бесколлекторного двигателя. 8. Регулирование включением добавочных сопротивлений, изменением напряжения и потока. 9. Расчет пусковых и регулировочных сопротивлений двигателя постоянного тока независимого возбуждения. 10. Расчет механических характеристик и тормозных сопротивлений двигателя постоянного тока независимого возбуждения в тормозных режимах.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
4.	Лабораторная работа №4. Исследование механических и регулировочных характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Исследование механических и регулировочных характеристик бесколлекторного двигателя.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции скорости. 2. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции времени. 3. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции тока. 4. Типовые узлы схем управления торможением двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление динамическим торможением. 5. Типовые узлы схем управления торможением двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление противовключением. 6. Типовые узлы схем управления бесколлекторным двигателем. Особенности конструкции и управления.
5.	Лабораторная работа №5. Исследование механических характеристик асинхронного электродвигателя с фазным ротором.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Асинхронные двигатели. Их разновидности и особенности применения в электроприводах. 2. Электромеханические и механические характеристики. 3. Схемы включения и механические характеристики асинхронного электродвигателя в различных режимах работы. 4. Способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя. 5. Регулирование изменением сопротивления роторной цепи, напряжением, переключением числа пар полюсов. 6. Синхронный электродвигатель. Механическая, угловая и пусковая характеристики.
6.	Лабораторная работа №6. Исследование динамических характеристик компрессорного (аккумуляторного) пневмопривода.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экономическая целесообразность применения гидроприводов (ГП) и пневмоприводов (ПП). Сравнение эффективности ГП и ПП с другими приводами (механическим, электрическим). 2. Особенности пневматических систем. Функциональная структура ПП промышленного робота, принцип действия. 3. Элементная база пневмоавтоматики. Реализация принципов логических функций в системах управления пневмоприводом. 4. Конструктивные особенности и техническая характеристика пневмопривода. 5. Конструкция и принцип работы силовых и управляющих устройств пневмопривода. 6. Состав, структура и характеристика пневмоустройств блока подготовки воздуха. 7. Регулирующая, направляющая и контрольная пневмоаппаратура.

Курс 4 . Семестр 7

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
7.	Лабораторная работа №7. Исследование нагрузочных диаграмм электродвигателя.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация режимов работы электродвигателей по продолжительности включения. 2. Выбор электродвигателей при продолжительном режиме работы Метод средних потерь. 3. Выбор мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы. Метод эквивалентных величин. 4. Выбор электродвигателей при кратковременном режиме работы. 5. Выбор электродвигателей при повторно-кратковременном режиме работы.
8.	Лабораторная работа №8. Исследование однофазного управляемого выпрямителя с аналоговой системой управления. Исследование аналоговой системы управления однофазного управляемого выпрямителя.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрические преобразователи в электроприводе. Управляемые выпрямители. Регуляторы напряжения. 2. Электрические преобразователи в электроприводе. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока. Принцип работы. 3. Электрические преобразователи в электроприводе. Широтно-импульсная модуляция напряжения фаз двигателя. 4. Динамические режимы в электроприводе. Условия возникновения. Типы изучаемых динамических режимов и характер переходных процессов.
9.	Лабораторная работа №9. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя с микропроцессорной системой управления.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схемное решение и принцип работы однофазного мостового выпрямителя, 2. Схемное решение и принцип работы трехфазного однотокового выпрямителя. 3. Процесс коммутации в управляемом выпрямителе, влияние этого процесса на величину выходного напряжения и коэффициент мощности выпрямителя. 4. Составляющие потерь мощности в выпрямителе, формулы расчета этих потерь и КПД выпрямителя. 5. Получение регулировочных характеристик управляемых выпрямителей. Получение внешних характеристик выпрямителей.
10.	Лабораторная работа №10. Исследование реверсивной схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с торможением противовключением. Исследование схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с фазным ротором	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет пусковых и регулировочных сопротивлений асинхронного электродвигателя. 2. Расчет механических характеристик и тормозных сопротивлений асинхронного электродвигателя в тормозных режимах. 3. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции скорости. 4. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции времени. 5. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции тока. 6. Типовые узлы схем управления торможением асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление динамическим торможением.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		7. Типовые узлы схем управления торможением асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление противоключением.
11.	Лабораторная работа №11. Исследование широтно-импульсного преобразователя на IGBT-модулях. Исследование реверсивного широтно-импульсного преобразователя на IGBT-транзисторах. Исследование трехфазного инвертора на IGBT-транзисторах.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя. 2. Частотное регулирование. 3. Преобразователь частоты принцип работы, разновидности. 4. Законы и способы частотного регулирования. 5. Механические характеристики АД при $U/f=\text{const}$, специальных зависимостях $U/f=\text{const}$, IR-компенсации. Достоинства и недостатки, диапазоны регулирования, области применения.
12.	Лабораторная работа №12. Исследование сервопривода	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электропривод с программным управлением. 2. Электропривод с адаптивным управлением. 3. Следящий электропривод с аналоговым управлением. 4. Следящий электропривод с релейным управлением. 5. Сервоприводы. Структура, принцип работы 6. Комплектные и интегрированные электроприводы. 7. Точностные показатели следящих электроприводов. 8. Исследование и анализ системы управления бесколлекторными приводами.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения
	Умение определять математические модели отдельных элементов привода мехатронных и робототехнических систем
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владеть навыками расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и, по существу, излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения	Не умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения	Умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения с подсказками преподавателя	Умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения, но при получении схемных решений необходима помощь преподавателя	Умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения
Умение определять математические модели	Не умеет разрабатывать математические модели	Умеет определять математические модели	Умеет строить статистические математические модели	Умеет получать математические модели элементов

тические модели отдельных элементов привода мехатронных и робототехнических систем	элементов привода мехатронных и робототехнических систем	простейших элементов привода мехатронных и робототехнических систем	элементов привода мехатронных и робототехнических систем по экспериментальным данным	привода мехатронных и робототехнических систем, используя экспериментальные данные и теоретические знания
--	--	---	--	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Имеются навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой, но недостаточные для полноценной подготовки	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям	Использует учебную и научную литературу для самостоятельного приобретения новых знаний
Владеть навыками расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем	В принципе не понимает, как осуществлять расчет элементов привода мехатронных и робототехнических систем	Имеются навыки и представления о том, что необходимо рассчитывать	Владеет навыками статического расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем	Владеет навыками полного расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория электрических машин и автоматизированного электропривода УК 4, № 202	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, лабораторные стенды «Основы электрических машин»; «Основы электропривода и преобразовательной техники с МПСУ»; «Электропривод с сервоприводом – МПСУ»; «Частотно-регулируемый электропривод»; электромашинный агрегат; коллекторные двигатели постоянного тока, персональные компьютеры; лабораторные столы, комплект учебно-наглядных пособий по электрическим машинам и электроприводу.
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель

4	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
---	----------------------	---

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система ASTRA LINUX Вариант лицензирования «Орел» 1.7	Контракт №144-22 от 27.10.2022 лицензия №223100026-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-11874 от 07.11.2022 Лицензия бессрочная
2	Офисный пакет Мой офис Профессиональный 2.	Договор №143-22 от 31.10.2022 Лицензия бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security «Расширенный Russian Edition»	Контракт № 03261000041230000160001 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 21.08.2023. Срок действия лицензии 26.08.2025.
4	Yandex browser	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018
6	Master SCADA 4D	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование в 3 ч. Часть 1: учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Алиев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 374 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04339-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492657>.
2. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование в 3 ч. Часть 2: учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Алиев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 447 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04341-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/506338>.
3. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование в 3 ч. Часть 3: учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Алиев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 375 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04342-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492658>.
4. Быстрицкий, Г. Ф. Электроснабжение. Силовые трансформаторы: учебное

пособие для среднего профессионального образования / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 201 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10311-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495256>.

5. Силаев, Г. В. Электропривод и мобильные энергетические средства: учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. В. Силаев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 370 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08921-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490512>.

6. Шелякин, В. П. Электрический привод: краткий курс: учебник для среднего профессионального образования / В. П. Шелякин, Ю. М. Фролов; под редакцией Ю. М. Фролова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 253 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00098-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492110>.

7. Шичков, Л. П. Электрический привод: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. П. Шичков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 326 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08816-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491992>.

8. Анучин А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Анучин А.С.— Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 373 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33232>. — ЭБС «IPRbooks»

9. Путинцев Н.Н. Автоматизированный электропривод [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Путинцев Н.Н., Бородин А.М., Сысенко В.Т.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45355>. — ЭБС «IPRbooks»

10. Симаков Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Симаков Г.М.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 103 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45354>. — ЭБС «IPRbooks»

11. Симаков Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Симаков Г.М., Панкрац Ю.В.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 211 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45455>. — ЭБС «IPRbooks»

12. Мещеряков В.Н. Электрический привод. Часть 1. Электромеханические системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55669>. — ЭБС «IPRbooks»
13. Бекишев Р.Ф. Общий курс электропривода [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бекишев Р.Ф., Дементьев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 302 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34688>. — ЭБС «IPRbooks»
14. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода [Электронный ресурс]: учебник/ Васильев Б.Ю.— Электрон. текстовые данные. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015.— 272 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868>. — ЭБС «IPRbooks»
15. Мещеряков В.Н. Инверторы и преобразователи частоты для систем электропривода переменного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55631>. — ЭБС «IPRbooks»
16. Регулируемый электропривод. Моделирование переходных процессов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и курсовому проекту/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 25 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55150>. — ЭБС «IPRbooks»
17. Регулируемый электропривод. Статические и динамические характеристики [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 53 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55151>. — ЭБС «IPRbooks»
18. Автоматизация типовых технологических процессов и установок [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту для студентов по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 59 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22854>. — ЭБС «IPRbooks»
19. Управление электроприводами [Электронный ресурс]: методические указания к курсовой работе для студентов направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ,

2014.— 81 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57622>.— ЭБС «IPRbooks»

20. Даниленко Ю.И. Типовые схемы автоматического управления электроприводами [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям по курсу «Электротехника и электроника»/ Даниленко Ю.И.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013.— 20 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31650>. — ЭБС «IPRbooks»

21. Красовский А.Б. Расчет характеристик электропривода [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Основы электропривода»/ Красовский А.Б.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011.— 40 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31221>. — ЭБС «IPRbooks»

22. Красовский А.Б. Исследование на модели режимов работы тиристорных преобразователей в электроприводе [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе по курсам «Основы электропривода» и «Электропривод, управление и автоматизация АММА»/ Красовский А.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31419>.— ЭБС «IPRbooks»

23. Исследование способов торможения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 1 по регулируемому электроприводу/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 16 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55096>. — ЭБС «IPRbooks»

24. Польский В.А. Изучение способов управления электроприводом переменного тока на базе программируемых логических контроллеров [Электронный ресурс]: методические указания по курсу «Электроприводы роботов»/ Польский В.А., Ванин А.В.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 36 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30980>. — ЭБС «IPRbooks»

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии: учебное пособие для вузов / В. В. Жуловян. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 425 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04292-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492030>.

2. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 1: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 267 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03222-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490714>.
3. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 2: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 407 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03224-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490715>.
4. Потапов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Сборник задач: учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 245 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09581-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494921>.
5. Теоретические основы электротехники. Сборник задач: учебное пособие для вузов / Л. А. Бессонов [и др.] ; ответственный редактор Л. А. Бессонов. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 528 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3486-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508127>.
6. Сугробов А.М. Проектирование электрических машин автономных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сугробов А.М., Русаков А.М.— Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33176>. — ЭБС «IPRbooks»
7. Электротехнический справочник. Том 4. Использование электрической энергии [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2004.— 696 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33187>. — ЭБС «IPRbooks»
8. Никитенко Г.В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Никитенко Г.В.— Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2012.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47399>. — ЭБС «IPRbooks»
9. Волченсков, В.И. Исследование трехфазных асинхронных двигателей с фазным ротором [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2009. — 42 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52091

10. Епифанов, А. П. Электропривод [Электронный ресурс]: учебник / Епифанов А. П., Малайчук Л., Гущинский А. Г. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3812
11. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.М. Фролов, Шелякин В. П. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 367с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3185
12. Исследование способов торможения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 1 по регулируемому электроприводу/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 16 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55096>. — ЭБС «IPRbooks»
13. Управление электроприводами [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 41 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22929>. — ЭБС «IPRbooks»
14. Атаманов В.Н. Исследование асинхронного электропривода при частотном регулировании [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе №14 по курсу «Электротехника и электроника»/ Атаманов В.Н., Мелиоранская Т.В., Ролдугин Л.В.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006.— 16 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31415>. — ЭБС «IPRbooks»
15. Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: учеб. пособие / С. Г. Герман-Галкин. - Санкт-Петербург: КОРОНА принт, 2001. - 320 с
16. Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. - Москва: Академия, 2004. - 575 с.
17. Ильинский, Н. Ф. Основы электропривода: учеб. пособие / Н. Ф. Ильинский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2003. - 221 с.
18. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов: учебник / В. М. Терехов, О. И. Осипов. - Москва: АCADEMA, 2005. - 299 с.
19. Браславский, И. Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пособие / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков. - Москва: АCADEMIA, 2004. - 248 с.
20. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу: учеб. пособие / М. М. Кацман. - 2-е изд., испр. - Москва: Высшая школа, 2001. - 214 с.

21. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода: учеб. для вузов / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. - 6-е изд., доп. и перераб. - Москва: Энергоиздат, 1981. - 576 с.
22. Теория автоматизированного электропривода: учеб. пособие / М. Г. Чиликин, В. И. Ключев, А. С. Сандлер. - Москва: Энергия, 1979. - 616 с.
23. Автоматизированный электропривод / общ. ред.: Н. Ф. Ильинский, М. Г. Юньков. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 544 с.
24. Кацман, М. М. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / ред.: В. И. Крупович, Ю. Г. Барыбин, М. Л. Самовер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоиздат, 1982.
25. Янковенко, В. С. Расчет и конструирование элементов электропривода: учебник / В. С. Янковенко, С. С. Арсенюк, В. М. Царик. - Москва: Энергоатомиздат, 1987. - 320 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-656> – Электронная Библиотека Машиностроителя, электропривод.
2. http://epla.susu.ru/vsg_lit.htm – Электропривод. Рекомендуемая литература.
3. <http://electroprivod.ru/literatura.htm> – Электропривод. Рекомендуемая литература.
4. <http://stanok-online.ru/literatura/elektroprivod/> – Станок online. Литература по электродвигателям.
5. <http://www.toroid.ru/elm.html> – ТОРОИД. Книги по теме "Электрические машины"
6. http://bamber.info/katalog/23-elektricheskie_mashiny Библиотека технической литературы. Электрические машины
7. <http://techlib.org/tag/pnevmaticheskie-privody> – Книги с тегом "Пневматические приводы"
8. <http://www.elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.
9. <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России.
10. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана.
11. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ).
12. <http://www.unilib.neva.ru/rus/> – Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.
13. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета.
14. <http://www.ntb.bstu.ru> – Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год
Выберите элемент..

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ Д. А. Бушуев
подпись ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись ФИО