

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент  А. В. Белоусов

« 28 »  2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭЛЕКТРОПРИВОД В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электропривод и автоматика

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

**Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматика**

Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28 февраля 2018 г.;
- плана учебного процесса БГТУ им. В. Г. Шухова, введенного в действие в 2019 году.

Составитель: канд. техн. наук  А. С. Солдатенков

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 18 » мая 2019 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А. В. Белоусов

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматики

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А. В. Белоусов

« 18 » мая 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » мая 2019 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент  А. Н. Семернин

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
проектная	ПК-1. Способен принимать участие в проектировании электрических приводов в соответствии с заданием, соблюдая технические и энергоэффективные требования.	ПК-1.10. Выполняет расчет и осуществляет выбор элементов системы электропривода на основе анализа режимов работы технологических установок.	<p>Знания режимов работы, общих технических требований к элементам системы электропривода в составе технологических установок.</p> <p>Умения производить расчеты различных режимов работы основных типов электроприводов технологических установок согласно требованиям технологических процессов.</p> <p>Навыки расчета технических параметров электропривода в составе технологических установок; выбора силовых элементов и законов управления в зависимости от требований технологических процессов.</p>
проектная	ПК-2. Способен разрабатывать простые узлы и блоки системы электропривода с применением современного программного обеспечения.	ПК-2.4. Разрабатывает системы управления электроприводов технологических установок с использованием специализированного программного обеспечения.	<p>Знания принципов формирования систем управления электроприводов технологических установок; современных требований к системам управления.</p> <p>Умения определять требования к системе управления электроприводом на основе предварительной проработки и анализа различных вариантов; разрабатывать системы управления электроприводов технологических установок.</p> <p>Навыки проектирования и моделирования различных режимов работы системы электропривода в составе современных технологических установок с применением специализированного программного обеспечения.</p>
технологическая	ПК-3. Способен использовать технические средства для измерения, контроля и управления технологическими параметрами объектов профессиональной деятельности	ПК-3.8. Обеспечивает заданные режимы работы технологического оборудования с применением частотно-регулируемого электропривода.	<p>Знания конструктивных особенностей преобразователей частоты; законов управления, реализуемых в частотно-регулируемом электроприводе.</p> <p>Умения производить расчет и настройку требуемых параметров преобразователя частоты для нужд частотно-регулируемого электропривода.</p> <p>Навыки настройки требуемых параметров регулируемого</p>

			электропривода на базе преобразователя частоты в зависимости от требований технологического процесса.
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ПК-1. Готов определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Инженерная экология
2.	Математические основы теории управления
3.	Электроснабжение цеховых электроприемников
4.	Электроснабжение промышленных предприятий
5.	Электрический привод
6.	Экономика энергетики
7.	Теория автоматического управления
8.	Системы управления электроприводов
9.	Электропривод в современных технологиях
10.	Автоматизированные системы диспетчерского управления
11.	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать простые узлы и блоки системы электропривода с применением современного программного обеспечения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Электрический привод
2.	Мехатронные системы
3.	Системы управления электроприводов
4.	Электропривод в современных технологиях
5.	Микроконтроллеры в электроприводе
6.	Моделирование электроэнергетических систем
7.	Моделирование электротехнических систем
8.	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция ПК-3. Способен использовать технические средства для измерения, контроля и управления технологическими параметрами объектов профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Элементы систем автоматики
2.	Силовая электроника
3.	Силовые полупроводниковые преобразователи электроэнергетических систем
4.	Электробезопасность
5.	Электротехнологии
6.	Автоматизация производственных процессов в промышленности строительных материалов
7.	Автоматизация объектов жилищно-коммунального хозяйства

8.	Электропривод в современных технологиях
9.	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен (8 семестр)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	33	33
лабораторные	22	22
практические	11	11
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73	73
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

№ 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. Предмет и задачи курса. Понятие рабочей машины и механизма.					
1	Цель и задачи дисциплины «Электропривод в современных технологиях». Роль электропривода в современных технологических процессах и автоматизации.	1			1
2	Понятие рабочей машины и механизма; классификационные признаки; электропривод механизмов непрерывного действия с постоянной, с переменной по вре-	2			1

	мени и по скорости нагрузкой. Нагрузочные диаграммы, оптимальные системы регулирования; вопросы экономии электрической энергии.				
2. Тиристорные и транзисторные электроприводы постоянного тока.					
1	Электропривод по системе «тиристорный преобразователь – двигатель (ТП-Д)» грузоподъемных механизмов	3	3		8
3. Электропривод переменного тока на базе преобразователей частоты.					
1	Электропривод по системе «полупроводниковый преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ППЧ-АД)» грузоподъемных механизмов.	3	2	4	6
2	Электропривод по системе «ППЧ-АД» центробежных нагнетателей. Особенности их работы.	2		2	4
3	Электропривод по системе «ППЧ-АД» насосных агрегатов. Методика расчета и выбора мощности электродвигателя насоса.	2	2	4	6
4	Электропривод по системе «ППЧ-АД» компрессорных установок. Методика расчета и выбора мощности электродвигателя компрессора. Двигатели двойного питания.	2	2	3	6
5	Электропривод по системе «ППЧ-АД» вентиляторных установок. Методика расчета и выбора мощности электродвигателя вентилятора.	2	2	4	6
4. Каскадные схемы.					
1	Однокаскадная схема асинхронно-вентильного каскада (АВК) для электроприводов нагнетателей. Принципиальная схема АВК. Пуск двигателя в однокаскадной схеме АВК.	2			2
2	Двухкаскадная схема АВК для электропривода нагнетателей. Принципиальная схема АВК. Механические характеристики с зонами регулирования.	2			2
3	Системы плавного пуска для электроприводов динамических нагнетателей на базе тиристорных преобразователей напряжения.	3			3
5. Электропривод механизмов позиционного типа.					
	Электропривод механизмов позиционного типа. Промышленная реализация и номенклатура комплексных электроприводов.	2			2
6. Электроприводы с синхронными и вентильными двигателями.					
	Синхронный вентильный электропривод грузоподъемных механизмов. Векторные диаграммы. Функциональные и структурные схемы.	3		3	2
	Синхронный вентильный электропривод динамических нагнетателей. Выбор мощности силовых элементов.	2		2	2
7. Типовые конструктивные решения.					
	Типовой электропривод конвейерного транспорта. Методика расчета и выбора мощности электродвигателя транспортера. Электромагнитная муфта скольжения.	1			2
	Типовой электропривод троллейбусного транспорта. Методика расчета и выбора мощности электродвигателя троллейбуса. Электропривод постоянного и переменного токов.	1			2
	ВСЕГО	33	11	22	55

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 8				
1.	Тиристорные и транзисторные электроприводы постоянного тока.	Синтез регуляторов в системах электроприводов «ТП – Д» подъемных механизмов при настройке на модульный оптимум.	3	3
2.	Электроприводы переменного тока на базе преобразователей частоты.	Синтез регуляторов системы «ППЧ-АД» грузоподъемных механизмов при векторном регулировании со стабилизацией потокосцепления ротора.	2	2
3.		Расчет и выбор мощности электродвигателей и силовой части в электроприводах переменного тока грузоподъемных механизмов.	2	2
4.		Синтез регуляторов системы «ППЧ-АД» динамических нагнетателей при скалярном регулировании с стабилизацией потокосцепления статора.	2	2
5.		Расчет и выбор мощности электродвигателей и силовой части в электроприводах переменного тока динамических нагнетателей.	2	2
		ВСЕГО		11

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Электропривод переменного тока на базе преобразователей частоты.	Изучение особенностей и комплектации преобразователей частоты Schneider Electric Altivar 71 и 71 Plus.	3	3
2		Программирование входов и выходов преобразователя частоты Altivar 71.	4	4
3		Управление и прикладные функции преобразователя частоты Altivar 71.	4	4
4		Изучение расширенных возможностей управления электроприводом на базе преобразователя частоты Altivar 71.	3	3
1	Типовые конструктивные решения.	Управление электроприводом по заданной диаграмме движения с применением встроенного контроллера Altivar 71.	3	3
2		Программирование преобразователя частоты с применением программного обеспечения Schneider Electric SoMove.	2	2
3		Программирование входов и выходов встроенного контроллера Altivar 71 в	3	3

		среде CODESYS 2.3.		
	ВСЕГО		22	22

4.4. Содержание расчетно-графического задания

РГЗ предусмотрено учебным планом в 7 семестре и состоит из одного задания, которое включает в себя типовые задачи, рассматриваемые в рамках практических занятий.

Выполнение РГЗ направлено на систематизацию, расширение и закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков студентов при самостоятельном расчете и выборе электроприводов. В процессе выполнения РГЗ у студентов должно сформироваться представление об устройстве и назначении электроприводов технологических установок и о динамических процессах, происходящих в электрических двигателях под влиянием статических и динамических нагрузок.

РГЗ оформляется на листах формата А4 объемом до 25 страниц и содержит:

- титульный лист;
- лист задания;
- основные требования, предъявляемые к электроприводам данной технологической установки, расчётные формулы, расчёты, необходимые рисунки, графики и характеристики;
- список используемой литературы.

Пример расчетно-графического задания

Разработать проект электроприводов подъема и перемещения мостового крана с техническими параметрами, приведенными в табл. 1. Выбрать и обосновать законы управления электроприводами. Разработать функциональную и структурную схемы системы управления электроприводами. Произвести расчет регуляторов. Выполнить имитационное моделирование динамических процессов в электроприводах подъема и перемещения мостового крана.

Грузоподъемность, т	Группа режима работы крана	Пролет крана Lк, м	Диапазон подъема Нгл., м	Скорость механизма, м/с ($\pm 15\%$)			габаритные размеры, мм (не более)													Наибольшая нагрузка на колесо, кН	Тип подкранового рельса	Масса крана, т
				подъема	передвижения		Ак	В	В1	Н	Н1	Н2	F	h	K1	K2	L	L1				
					крана	тележки																
16,0	А5	10,5	14,5	0,067/0,017	0,88	0,5	3500	5125	160	385	2785	305	80	1400	2930	1450	1310	109,8	Р43, КР70	10,7		
			20													1750	1410	112,7		11,4		
		13,5	14,5													1450	1310	112,7		11,9		
			20													1750	1410	115,4		12,5		
		16,5	14,5													1450	1310	116,9		13,6		
			20													1750	1410	119,3		14,1		
		19,5	14,5													1450	1310	124,5		16,7		
			20													1750	1410	126,9		17,2		
		22,5	14,5													1450	1310	132,1		19,8		
			20													1750	1410	134,5		20,3		
		25,5	14,5													1450	1310	139,4		22,8		
			20													1750	1410	141,9		23,3		
		28,5	14,5													1450	1310	147,5		26,1		
			20													1750	1410	149,9		26,6		

4.5. Содержание курсового проекта

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-1. Готов определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.10. Демонстрирует знание методик расчета и выбора элементов системы электропривода на основе анализа режимов работы технологических установок.	Экзамен, защита РГЗ, собеседование в рамках практических занятий.

Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать простые узлы и блоки системы электропривода с применением современного программного обеспечения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.4. Участвует в разработке систем управления электроприводом технологических установок с использованием специализированного программного обеспечения.	Экзамен, защита РГЗ, собеседование в рамках практических занятий.

Компетенция ПК-3. Способен использовать технические средства для измерения, контроля и управления технологическими параметрами объектов профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.8. Способен обеспечивать заданные режимы работы технологического оборудования с применением частотно-регулируемого электропривода.	Экзамен, защита РГЗ, собеседование в рамках практических занятий, защита лабораторных работ.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется по окончании изучения дисциплины в конце **восьмого семестра** в форме **экзамена**.

Экзамен включает две части: теоретическую (2 вопроса) и практическую (решение задачи). Для подготовки письменного ответа на вопросы билета и решение задачи, которые студент выбирает случайным образом, отводится 40 минут. После проверки ответов преподаватель проводит со студентом собеседование с целью определения уровня освоения студентом изученного материала и может задать дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Вопросы для подготовки к экзамену

Перечень тем и вопросов для подготовки к теоретической части экзамена.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Предмет и задачи курса. Понятие рабочей машины и механизма.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение «рабочей машины». 2. Перечислите классификационные признаки рабочих машин. 3. Что включает в себя кинематический анализ рабочих механизмов? 4. Рабочие машины и механизмы как объект управления.
2.	Тиристорные и транзисторные электроприводы постоянного тока.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема силовой части и механические характеристики электропривода постоянного тока грузовых лебедок по системе ТП-Д. 2. Принципиальная схема силовой части и механические характеристики электропривода постоянного тока грузовых лебедок по системе ТП-Д с реверсом поля двигателя. 3. Перечислите, какие комплектные тиристорные электроприводы постоянного тока вы знаете? 4. Особенности настройки параметров системы подчиненного управления электроприводом постоянного тока грузовых лебедок по системе ТП-Д. 5. Особенности настройки параметров системы подчиненного управления электроприводом постоянного тока грузовых лебедок по системе ТП-Д с реверсом поля двигателя.
3.	Электропривод переменного тока на базе преобразователей частоты.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Частотное регулирование координат электроприводов переменного тока грузовых лебедок. Принцип построения АИН ШИМ. 2. Частотное регулирование координат электроприводов переменного тока с прямым векторным управлением грузовых лебедок. Принцип построения АИН с векторной ШИМ. 3. Функциональная и структурная схемы электроприводов переменного тока с прямым векторным управлением грузовых лебедок. 4. Особенности настройки параметров системы подчиненного управления электроприводом переменного тока с прямым векторным управлением грузовых лебедок. 5. Требования и особенности построения автоматизированного электропривода нагнетателей. Технические характеристики нагнетателей. 6. Определение мощности электродвигателя, выбор системы электропривода насосных агрегатов. 7. Определение мощности электродвигателя, выбор системы электропривода вентиляторных установок. 8. Регулируемый электропривод компрессорных установок на базе асинхронного двигателя двойного питания.
4.	Каскадные схемы.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного электропривода в каскадных схемах вентиляторов и компрессоров. 2. Применение двухкаскадных схем регулирования частоты вращения ротора вентиляторов. 3. Построение системы плавного пуска асинхронных и син-

		<p>хронных двигателей на базе тиристорных регуляторов напряжения.</p> <p>4. Построение замкнутой системы плавного пуска асинхронных и синхронных двигателей на базе тиристорных регуляторов напряжения.</p>
5.	Электропривод механизмов позиционного типа.	<p>1. Что значит оптимизировать нагрузочную диаграмму?</p> <p>2. Требования к электроприводу подъемных и грузовых лебедок</p> <p>3. Принципиальная схема силовой части и механические характеристики электропривода переменного тока на базе асинхронного двигателя с фазным ротором грузовых лебедок</p> <p>4. Пусковые и тормозные характеристики электропривода переменного тока на базе асинхронного двигателя с фазным ротором грузовых лебедок</p> <p>Динамическое торможение и режим дотягивания электропривода переменного тока на базе асинхронного двигателя с фазным ротором грузовых лебедок</p>
6.	Электроприводы с синхронными и вентильными двигателями.	<p>1. Вентильный электропривод грузовых лебедок на базе синхронного двигателя с преобразователем частоты с непосредственной связью с сетью (НПЧ).</p> <p>2. Режим и условия работы конвейерных установок. Определение мощности электродвигателя конвейерных установок.</p> <p>3. Применение синхронного электропривода в промышленности.</p> <p>Применение вентильного электропривода в промышленности</p>
7.	Типовые конструктивные решения.	<p>1. Однодвигательный электропривод конвейерных установок.</p> <p>2. Электромагнитная муфта скольжения.</p> <p>3. Электропривод переменного тока троллейбусного транспорта с преобразователями частоты с прямым векторным управлением.</p> <p>4. Электропривод переменного тока троллейбусного транспорта с преобразователями частоты с аналоговой обратной связью по ЭДС статора с подчиненным контуром активного тока.</p> <p>5. Электропривод подъемно-транспортного оборудования. Выбор крановых электродвигателей.</p> <p>6. Электропривод переменного тока подъемно-транспортного оборудования с преобразователями частоты с прямым векторным управлением.</p> <p>7. Электропривод экскаватора типа «прямая лопата». Принцип прямого управления моментом асинхронного двигателя.</p> <p>8. Перечислите, какие комплектные тиристорные электроприводы постоянного тока вы знаете?</p> <p>Система следящего электропривода. Функциональная схема.</p>

Перечень типовых задач для практической части экзамена

Задача

По паспортным данным асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором составить схему замещения и построить механические характеристики для заданного скалярного закона управления.

Задача

На основании исходных данных рассчитать мощность и выбрать стандартный тип динамического нагнетателя, определить ориентировочную мощность двигателя и выбрать его тип.

Задача

На основании гидродинамических характеристик обосновать необходимость применения регулируемого электропривода на базе ППЧ-АД.

Задача

На основании аэродинамических характеристик обосновать необходимость применения регулируемого электропривода на базе ППЧ-АД.

Задача

Обоснуйте и составьте условия выбора преобразователя частоты для заданного динамического нагнетателя.

Задача

Необходимо рассчитать тормозной резистор для преобразователя частоты с промежуточным звеном постоянного тока для динамического нагнетателя заданной мощности и типа асинхронного двигателя.

Задача

Выберите закон управления преобразователем частоты при заданных показателях регулирования и требованиях к точности регулирования и статизму.

Задача

Рассчитать и выбрать мощность кранового двигателя механизма подъема при следующих исходных данных:

- грузоподъемность, т;
- высота подъема груза, м;
- скорость подъема груза, м/с;
- передаточное число редуктора.

Принять трех ступенчатую тахограмму движения механизма подъема.

Задача

Рассчитать и выбрать мощность кранового двигателя механизма передвижения тележки при следующих исходных данных:

- грузоподъемность, т;
- путь перемещения, м;
- скорость перемещения тележки, м/с;
- передаточное число редуктора.

Задача

Составить схему замещения для асинхронно вентильного каскада и выбрать силовые элементы при следующих исходных данных:

- номинальные параметры двигателя;

- диапазон регулирования;
- пуск каскада до половинной синхронной скорости с помощью роторных сопротивлений;
- принять вентиляторный характер нагрузки.

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

Текущий контроль осуществляется в течение 8 семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, решения типовых задач на практических занятиях и РГЗ.

Примеры типовых вопросов и задач для практических занятий

Практические занятия проводятся в форме самостоятельного решения типовых задач (перечень приведен в заданиях к экзамену), в соответствии с изученным теоретическим материалом с последующим обсуждением полученных результатов. При этом используются профессиональные термины и понятия, проводится аналогия методов, изученных в рамках теоретического материала с конкретной практической задачей, выявляются взаимосвязи между отдельными изучаемыми разделами, проводится сравнение между планируемыми и фактическими результатами. Оценивание практических занятий отдельно не производится, а все типы рассматриваемых задач приводятся в экзаменационных билетах и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Примеры типовых вопросов для защиты РГЗ

Защита РГЗ осуществляется в форме презентации доклада с применением средств визуализации (проекторного обеспечения) публично. В процессе доклада преподавателем и слушателями формируются вопросы в рамках дисциплины и изучаемых разделов для защиты РГЗ докладчиком. Дополнительных контрольных материалов не предусмотрено.

Защита лабораторных работ

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, приведен порядок выполнения работы, содержание отчета и перечень контрольных вопросов.

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

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
семестр № 7		
1.	Лабораторная работа №1. Изучение особенностей и комплектации преобразователей частоты Schneider Electric Altivar 71 и 71 Plus.	1. Как осуществляется возврат к заводским установкам? 2. Какие настройки преобразователя необходимо задать в начале работы? 3. Как можно проверить установленные параметры двигателя? 4. Как запустить двигатель в прямом и обратном направлении вращения? 5. Как отобразить на экране графического терминала состояния раз-

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>личных входов и выходов?</p> <p>6. Каким образом устанавливается время разгона и торможения?</p> <p>7. Как можно ограничить выходную частоту преобразователя?</p>
2.	Лабораторная работа №2. Программирование входов и выходов преобразователя частоты Altivar 71.	<p>1. Какие настройки должны быть установлены в первую очередь?</p> <p>2. Как настроить дискретные входы и какие функции они выполняют?</p> <p>3. Как настроить дискретные выходы и какие функции они выполняют?</p> <p>4. Как настроить релейные выходы и какие функции они выполняют?</p> <p>5. Как настроить аналоговые входы и какие функции они выполняют?</p> <p>6. Как настроить аналоговые выходы и какие функции они выполняют?</p> <p>7. Каким образом выполняется делинеаризация аналоговых входов?</p> <p>8. Как можно настроить аналоговый вход в качестве дискретного?</p>
3.	Лабораторная работа №3. Управление и прикладные функции преобразователя частоты Altivar 71.	<p>1. Как задать возможность управления приводом с графического терминала?</p> <p>2. Каким образом можно запрещать и разрешать реверс?</p> <p>3. Что такое профиль управления, каналы задания и управления?</p> <p>4. Как установить совместный профиль управления?</p> <p>5. Как установить отдельный профиль управления?</p> <p>6. Каким образом можно настроить заданные скорости?</p> <p>7. Использование функции «быстрее-медленнее».</p> <p>8. Управление двигателем с помощью конечных выключателей.</p>
4.	Лабораторная работа №4. Изучение расширенных возможностей управления электроприводом на базе преобразователя частоты Altivar 71.	<p>1. Что такое закон управления преобразователем частоты?</p> <p>2. Каким образом установить скалярный закон управления?</p> <p>3. Каким образом установить векторный закон управления потоком по напряжению в разомкнутой системе?</p> <p>4. Каким образом настроить датчик обратной связи (энкодер)?</p> <p>5. Каким образом установить векторный закон управления потоком по току в замкнутой системе?</p> <p>6. Как влияет частота коммутации на работу двигателя?</p> <p>7. Конфигурация различных типов остановки двигателя.</p>
семестр № 8		
1.	Лабораторная работа №1. Управление электроприводом по заданной диаграмме движения с применением встроенного контроллера Altivar 71.	<p>1. Какими функциональными возможностями обладает встроенный контроллер Altivar 71?</p> <p>2. Входы и выходы встроенного контроллера Altivar 71.</p> <p>3. Как настраивать встроенный контроллер Altivar 71?</p> <p>4. Диаграмма движения электропривода.</p> <p>5. Каким образом задается диаграмма движения электропривода?</p> <p>6. Можно ли изменять диаграмму движения электропривода?</p>
2.	Лабораторная работа №2. Программирование преобразователя частоты Altivar 71 с применением программного обеспечения Schneider Electric SoMove.	<p>1. Какими коммуникационными возможностями обладает преобразователь частоты Altivar 71?</p> <p>2. Как настроить различные коммуникации преобразователя частоты?</p> <p>3. Программное обеспечение Schneider Electric SoMove.</p> <p>4. Как регулировать работу преобразователя частоты?</p> <p>5. Снятие динамических характеристик электропривода в холостом ходу.</p> <p>6. Снятие динамических характеристик под нагрузкой.</p>
3.	Лабораторная работа №3. Программирование входов и выходов встроенного контроллера Altivar 71 в среде CODESYS 2.3.	<p>1. Программирование встроенной карты контроллера Altivar.</p> <p>2. Программная среда CODESYS 2.3.</p> <p>3. Какие сложные алгоритмы управления электродвигателем можно реализовать с помощью встроенной карты контроллера?</p> <p>4. Чтение входов встроенного контроллера Altivar 71.</p> <p>5. Запись выходов встроенного контроллера Altivar 71.</p> <p>6. Задание алгоритма управления электродвигателем</p> <p>7. Каким образом осуществляется загрузка программы в контроллер?</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание назначения частотно-регулируемого электропривода, методик расчета параметров электроприводов технологических установок, законов управления электроприводами, показателей регулирования основных координат электроприводов и методов их оценки.
	Полнота ответов на вопросы для подготовки к экзамену, представление выполненного РГЗ и его защита.
	Логика изложения знаний.
Умения	Полнота выполненного расчетно-графического задания.
	Самостоятельность выполнения задания.
	Решение проектных задач по разработке принципиальных, функциональных и структурных схем современных регулируемых электроприводов.
	Качество оформления РГЗ.
Навыки	Проектирование электроприводов для технологических установок с выбором силовых элементов и устройств управления; формирование требуемых параметров в системах управления электроприводов технологических установок.
	Работа с частотным оборудованием и настройка его параметров; с применением соответствующего программного обеспечения.
	Анализ и обоснование полученных результатов.

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

При промежуточной аттестации в форме **экзамена:**

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание назначения частотно-регулируемого электропривода, методик расчета параметров электроприводов технологических установок, законов управления электроприводами, показателей регулирования основных координат электроприводов и методов их оценки.	Не знает назначения частотно-регулируемого электропривода, методик расчета параметров электроприводов технологических установок, законов управления электроприводами, показателей регулирования основных координат электроприводов и методов их оценки.	Знает назначение частотно-регулируемого электропривода, но не знает методик расчета параметров электроприводов технологических установок, законов управления электроприводами, показателей регулирования основных координат электроприводов и методов их оценки.	Знает назначение частотно-регулируемого электропривода, методик расчета параметров электроприводов технологических установок, законов управления электроприводами, показателей регулирования основных координат электроприводов и методов их оценки., но допускает ошибки в формулировках профес-	Знает назначение частотно-регулируемого электропривода, методик расчета параметров электроприводов технологических установок, законов управления электроприводами, показателей регулирования основных координат электроприводов и методов их оценки. Уверенно владеет теоретическим ма-

			сиональных терминов.	териалом.
Полнота ответов на вопросы для подготовки к экзамену, представление выполненного РГЗ и его защита.	Не отвечает на вопросы для подготовки к экзамену; не представляет РГЗ, выполненное самостоятельно.	Отвечает не на все вопросы для подготовки к экзамену; представляет выполненное самостоятельно РГЗ, которое содержит грубые ошибки в выборе методики и в расчетах.	Отвечает на вопросы для подготовки к экзамену; представляет выполненное самостоятельно РГЗ, которое не содержит грубых ошибок в выборе методики и в расчетах, но имеет небольшие неточности в содержании и в оформлении.	Отвечает на вопросы для подготовки к экзамену; представляет выполненное самостоятельно РГЗ, которое выполнено без ошибок согласно требованиям преподавателя.
Логика изложения знаний.	Не умеет анализировать теоретические знания по проектированию электроприводов технологических установок, не может обосновать выбор оборудования и законов управления.	Умеет анализировать теоретические знания по проектированию электроприводов технологических установок, но не может обосновать выбор оборудования и законов управления.	Умеет анализировать теоретические знания по проектированию электроприводов технологических установок, может обосновать выбор оборудования и законов управления, но допускает ошибки в формулировках профессиональных терминов.	Умеет анализировать теоретические знания по проектированию электроприводов технологических установок, может обосновать выбор оборудования и законов управления.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного курсового проекта.	Имеются существенные ошибки при выборе методики выполнения РГЗ; грубые ошибки в расчетах.	Методика выполнения РГЗ выбрана верно; имеются грубые ошибки в расчетах.	Методика выполнения РГЗ выбрана верно; имеются незначительные ошибки в расчетах или в оформлении.	Методика выполнения РГЗ выбрана верно; расчеты выполнены верно; РГЗ оформлено согласно требованиям преподавателя.
Самостоятельность выполнения задания.	Не может выполнить решение задачи на практическом занятии, в том числе и с дополнительной помощью.	Решает задачи на практическом занятии только с дополнительной помощью.	Решает задачи на практическом занятии самостоятельно; имеет незначительные ошибки в расчетах.	Решает задачи на практическом занятии самостоятельно; расчеты верны.
Решение проектных задач по разработке принципиальных, функциональных и структурных схем современных регулируемых электроприводов.	Не способен решать проектные задачи по разработке принципиальных, функциональных, структурных схем современных регулируемых электроприводов.	Решает проектные задачи по разработке принципиальных, функциональных, структурных схем современных регулируемых электроприводов с	Решает проектные задачи по разработке принципиальных, функциональных, структурных схем современных регулируемых электроприводов с	Решает проектные задачи по разработке принципиальных, функциональных, структурных схем современных регулируемых электроприводов без

	троп приводов.	грубыми ошибками.	незначительными ошибками.	ошибок.
Качество оформления РГЗ.	РГЗ оформлено некорректно, неряшливо, осуществить проверку невозможно.	РГЗ оформлено некорректно, но осуществить проверку возможно.	РГЗ оформлено корректно, но с незначительными замечаниями.	РГЗ полностью соответствует требованиям к оформлению, заявленным преподавателем.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Проектирование электроприводов для технологических установок с выбором силовых элементов и устройств управления; формирование требуемых параметров в системах управления электроприводов технологических установок.	Не владеет навыками проектирования электроприводов для технологических установок, неверно выбирает силовые элементы, не умеет производить согласование силовых элементов и устройств управления. Не способен формировать заданные параметры в системах управления электроприводов в соответствии с принятыми тахограммами движения.	Владеет навыками проектирования электроприводов для технологических установок, но неверно выбирает силовые элементы, не умеет производить согласование силовых элементов и устройств управления, не способен формировать заданные параметры в системах управления электроприводов в соответствии с принятыми тахограммами движения.	Владеет навыками проектирования электроприводов для технологических установок, верно выбирает силовые элементы, умеет производить согласование силовых элементов и устройств управления, способен формировать заданные параметры в системах управления электроприводов в соответствии с принятыми тахограммами движения, но допускает незначительные ошибки.	Владеет навыками проектирования электроприводов для технологических установок, верно выбирает силовые элементы, умеет производить согласование силовых элементов и устройств управления, способен формировать заданные параметры в системах управления электроприводов в соответствии с принятыми тахограммами движения.
Работа с частотным оборудованием и настройка его параметров; с применением соответствующего программного обеспечения.	Не умеет настраивать параметры частотного оборудования с применением соответствующего программного обеспечения.	Настраивает параметры частотного оборудования с применением соответствующего программного обеспечения с дополнительной помощью.	Настраивает параметры частотного оборудования с применением соответствующего программного обеспечения, но не может объяснить алгоритм настройки.	Настраивает параметры частотного оборудования с применением соответствующего программного обеспечения.
Анализ и обоснование полученных результатов.	Не способен анализировать полученные результаты.	Анализирует полученные результаты, но имеет трудности с их обоснованием.	Анализирует и обосновывает полученные результаты, но допускает ошибки в формулировках профессиональных терминов	Анализирует и обосновывает полученные результаты корректно.

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	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, лабораторных работ, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель. Специализированное оборудование: преобразователи частоты ATV71 (480 В, 1.5кВт, ATV71HU15N4),(480 В, 5.5 кВт, ATV71HU55N4), modbus разветвитель (LU9GC3) с терминаторами RC (Modbus RJ45, VW3A8306RC), устройства подключения к ПК USB/RJ45 (TCSMCNAM3M002P),(VW3A8106), сетевые дроссели (10 mh, 4 А, VW3A4551), (2mh, 16А, VW3A4553), дроссели постоянного тока (10 mh, 4.3 А, VW3A4502), тормозные резисторы (100 Ом, 50 Вт, VW3A7701), (60 Ом, 100 Вт, VW3A7702), карты интерфейсные 12 В pushpull энкодера (VW3A3405), карты программируемого логического контроллера ATV71 (VW3A3501), карты коммуникационные Ethernet (VW3A3310D), автоматические выключатели с магнитным расцеплением (6.3 А, GV2L10), (25А, GV2L22), доп. контакты мгновенного действия NO+NC (GVAN11) и контакты сигнализации короткого замыкания (GVAM11), блоки видимого разрыва (GV2AK00), контакторы (3 р, 9 А, NO+NC, 24В-, LC1D09BD), (3 р, 25 А, NO+NC, 220 В 50/60 Гц, LC1D25M7) инкрементальные энкодеры (58мм, ХСС1506PS10У) с разъемами m23 (кабель 10 жил, ХССРМ23121L2), устройство плавного пуска ATSU01 (6 А, ATSU01N206LT), силовой соединитель (VW3G4104) с реверсивным блоком (12 А, 24 В-, LU2В12ВL), блок управления многофункциональный (1.25-5А, 24В-, LUCM05ВL) с Modbus модулем (LULC033), модульные блоки питания (12В, 2А, АВL8МЕМ12020), (24В, 3А, АВL8РЕМ24030), (24В, 5А,

		ABL8REM24050), измеритель (анализатор) мощности PowerLogic PM870G (PM870MG) с трансформаторами тока, шкафы настенные Spacial 3D (NSYS3D6425) и напольный Spacial SF с монтажной платой TelequickSpacial SF (NSYSTMP82120), сигнальные лампы (24В, XB7EV03BP, XB7EV04BP) и (230 В, XB7EV03MP, XB7EV04MP), комплект кнопочного поста (1NO + 1NO + 1NC, XALE3251), (XALD02), кнопки с возвратом (22 мм, 1 NO, XB7NA31), (22 мм 1 NC, XB7NA42), дополнительные контакты (1NO+1NO с клеммником, LUA1C20), дифференциальные выключатели (A9D33720), контакты сигнализации аварийного отключения (A9N26927), положения «включено - отключено» (A9N26924), короткого замыкания (GVAM11), цифровые мультиметры, амперметры и вольтметры, асинхронные электрические двигатели АИР80В4У2.
3	Компьютерный зал для работы над РГЗ и курсовым проектом.	Специализированная мебель. Компьютерная техника с требуемым программным обеспечением.
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	CODESYS 2.3	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
2.	SchneiderElectricSoMove	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
3.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
4.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
5.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт)

		№ 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
6.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – 3-е изд., испр., М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 576 с.

2. Фираго Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б.И. Фираго, Л.Б. Палявчик. – Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.

3. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.

4. Белов М.П. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др.] ; под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с.

5. Осипов О.И. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод: Учебное пособие по курсу «Типовые решения и техника современного электропривода» - М.: Издательство МЭИ, 2004. – 80 с.

6. Авербух М.А. Проектирование частотно-регулируемого электропривода динамических нагнетателей: учебное пособие / М.А. Авербух, А.Н. Семернин – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. — 117 с.

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

1. Симаков, Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. М. Симаков. — Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 103 с. — ISBN 978-5-7782-2400-1. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/45354.html>

2. Каталог стандартных кранов. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.uralkran.ru/files/catalogue.pdf> – Заглавие с экрана.

3. Каталог Altivar 71 и Altivar 71 Plus. Электронный ресурс. – Режим доступа: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=ATV_71_cat_2012.pdf&p_Doc_Ref=МКР-САТ-АТV71-12 – Заглавие с экрана.

4. Руководство по программированию Altivar 71 (Программное обеспечение V1.2). Электронный ресурс. – Режим доступа: https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/ATV71_Programming_Guide/ – Заглавие с экрана.

5. Руководство по установке Altivar 71, 0,37-45 кВт/200-240 В, 0,7 -75 кВт/380-480 В, 1,5-90 кВт/500-690 В [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/ATV71_Installation_Guide_37_90/ – Заглавие с

экрана.

6. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://netelectro.ru/>

7. Научная электронная библиотека КиберЛенинка. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/>

8. Scopus (SciVerse). Реферативная база данных с индексацией научных журналов. Электронный ресурс. Режим доступа в пределах локальной сети университета: <http://www.scopus.com/>

9. JSTOR — Open Access. Поисковая система со свободным доступом к книгам известных издательств и к архивным версиям журналов. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://about.jstor.org/open-access>

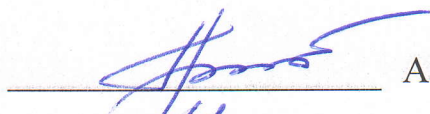
10. BASE: Bielefeld Academic Search Engine. Поисковая система для поиска научной информации с открытым доступом. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.base-search.net/>

11. OAPEN. Онлайн-платформа научной литературы с открытым доступом. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.oapen.org/home/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 14 » мая 2020 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «15» мая 2021г.

Заведующий кафедрой _____  Белоусов А.В.

Директор института _____  Белоусов А.В.