МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Альметьевский государственный нефтяной институт»

«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор АГНИ
_____ А.Ф. Иванов
(подпись)
«___» _____ 2018 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.14

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Направление подготовки: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Автор	А.Н. Якунин		18.06.18
Рецензент	Д.Н. Нурбосынов		19.06.18
Зав. обеспечивающей (выпускающей) кафедры «Электро- и теплоэнергетика»	Д.Н. Нурбосынов		21.06.18

Альметьевск, 2018 г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

    4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине

    4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
6. Фонд оценочных средств по дисциплине

    6.1. Перечень оценочных средств

    6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения

    6.3. Варианты оценочных средств

    6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины
8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин
10. Перечень программного обеспечения
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины

Приложение 2. Лист внесения изменений

Приложение 3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины «Системы управления электроприводов» разработана старшим преподавателем кафедры «Электро- и теплоэнергетика» Якуниным А.Н.

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

Компетенции обучающегося формируемые в результате освоения дисциплины «Системы управления электроприводов»:

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	**Результаты освоения компетенции**	**Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации**
ПК-5 Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	***знать:*** – свойства разомкнутых и замкнутых систем электропривода, – энергетические свойства систем электропривода в статическом и динамическом режимах; ***уметь:*** – оценивать электромеханические статические и динамические свойства и энергетику различных систем электроприводов во всех режимах работы, – выбирать оборудование для замены в процессе эксплуатации и в процессе проектирования систем управления электроприводов; ***владеть:*** -расчётом типовых структур систем управления электроприводами.	**Текущий контроль:** Компьютерное тестирование по темам 1-4 Практические задачи по темам 1-4 Лабораторные работы по темам 1-4 **Промежуточная аттестация:** Курсовая работа Экзамен
ПК-6 Способность рассчитывать режимы объектов профессиональной деятельности	***знать:*** – способы расчёта систем управления электроприводов, – принципы работы, технические характеристики, конструкционные особенности разрабатываемых и используемых систем управления электроприводов и их свойства; ***уметь:*** – применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества систем управления, – использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов; ***владеть:***	**Текущий контроль:** Компьютерное тестирование по темам 1-4 Практические задачи по темам 1-4 Лабораторные работы по темам 1-4 **Промежуточная аттестация:** Курсовая работа Экзамен

	- моделированием систем и процессов автоматического управления электроприводами.	

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Дисциплина «Системы управления электроприводов» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы – «Электроснабжение».

Осваивается в 7 семестре[1]/на 4 курсе[2]/на 4 курсе[3].

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 6 зачетных единиц, 216 часов.

Контактная работа обучающихся с преподавателем 74[1]/16[2]/18[3] часов:

- лекции – 36/6/6 часов,
- практические занятия – 18/4/4 часов,
- лабораторные работы – 18/4/6 часов,
- контроль самостоятельной работы – 2/2/2 часа.

Самостоятельная работа – 106/191/189 часа.

Контроль (экзамен) – 36/9/9 часов.

Форма промежуточной аттестации дисциплины:

курсовая работа в 7 семестре[1]/на 4 курсе[2]/на 4 курсе[3];

экзамен в 7 семестре[1]/на 4 курсе[2]/на 4 курсе[3].

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

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Темы дисциплины	Семест	Виды контактной работы, их трудоемкость (час)	Самост оятель

[1] Очная форма обучения

[2] Заочная форма обучения

[3] Заочная форма обучения (на базе СПО)

			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Тема 1. Классификация систем управления	7	4	4	4	-	20
2.	Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами	7	14	6	4	1	20
3.	Тема 3. Замкнутые системы автоматического управления электроприводами	7	12	6	6	-	30
4.	Тема 4. Системы управления положением исполнительного органа и адаптивные	7	6	2	4	1	36
	Итого по дисциплине		**36**	**18**	**18**	**2**	**106**

Заочная форма обучения (заочная форма обучения/ заочная форма обучения (на базе СПО)

№ п/п	Темы дисциплины	**Курс**	**Виды контактной работы, их трудоемкость (час)**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные занятия**	**КСР**	
1.	Тема 1. Классификация систем управления	4/4	1/1	-/-	-/-	-/-	47/45
2.	Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами	4/4	2/2	2/2	2/2	1/1	48/48
3.	Тема 3. Замкнутые системы автоматическогоуправления электроприводами	4/4	2/2	2/2	2/2	-/-	48/48
4.	Тема 4. Системы управления положением исполнительного органа и адаптивные	4/4	1/1	-/-	-/2	1//	48/48
	Итого по дисциплине		**6/6**	**4/4**	**4/6**	**2/2**	**191/189**

4.2. Содержание дисциплины

Тема	**Кол-во часов**	**Используемый метод**	**Формируемые компетенции**
Дисциплинарный модуль 7.1			
Тема 1. Классификация систем управления – 12ч.			
Лекция 1. Краткий обзор систем автоматического управления. Основные и дополнительные функции, выполняемые системами автоматического управления.	2		ПК-5 ПК-6
Лекция 2. Электрические схемы систем автоматического управления и предъявляемые	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6

к ним требования. Классификация электрических схем. Показатели качества регулирования скорости электропривода.			
Практическое занятие №1. Расчёт элементов и составление схем релейно-контактного управления	2		ПК-5 ПК-6
Практическое занятие №2.Выбор элементов схем релейно-контактного управления	2		ПК-5 ПК-6
Лабораторная работа №1.Релейно-контактные схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска и реверса	2	*работа в малых группах*	ПК-5 ПК-6
Лабораторная работа №2. Релейно-контактные схемы управления двигателем постоянного тока с обеспечением его прямого пуска вперёд, останова и пуска назад	2		ПК-5 ПК-6
Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами – 12 ч.			
Лекция 3. Узлы управления пуском электропривода постоянного тока (в функции времени, в функции ЭДС якоря, в функции тока якоря).	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6
Лекция 4. Узлы управления динамическим торможением электропривода постоянного тока (в функции времени и в функции ЭДС якоря).	2		ПК-5 ПК-6
Лекция 5. Узел торможения противовключением реверсивного электропривода постоянного тока.	2		ПК-5 ПК-6
Лекция 6. Способы пуска АД к короткозамкнутым ротором (прямой пуск, пуск при пониженном напряжении). Узел управления реостатным пуском АД с фазным ротором в функции времени.	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6
Лекция 7. Узел управления динамическим торможением АД в функции времени. Узел торможения противовключением реверсивного электропривода с АД. Узел управления подачей возбуждения синхронного двигателя.	2		ПК-5 ПК-6
Лекция 8. Узлы максимально-токовой защиты и защиты от перегрузок и правила выбора электрических аппаратов защит.	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6
Лекция 9. Узел температурной защиты электродвигателя. Узел защиты АД от обрыва фазы. Узлы защиты ДПТ и СД от обрыва цепи обмотки возбуждения. Узел защиты СД от выпадения из синхронизма. Защитные блокировки.	2		ПК-5 ПК-6
Практическое занятие №3. Выбор преобразователей и составление схем разомкнутых и замкнутых систем управления электроприводом	2	*работа в малых группах*	ПК-5 ПК-6
Практическое занятие №4. Расчёт разомкнутых систем управления электроприводом	2		ПК-5 ПК-6
Практическое занятие №5. Расчёт замкнутых	2		ПК-5

систем управления электроприводом			ПК-6
Лабораторная работа №3.Разомкнутая система управления электроприводом с двигателем постоянного тока, обеспечивающая его пуск в функции времени (скорости, ЭДС, тока), естественное и динамическое торможение в функции времени (скорости, ЭДС)	2	*работа в малых группах*	ПК-5 ПК-6
Лабораторная работа №4.Разомкнутая система управления электроприводом с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, обеспечивающая его прямой пуск, реверс и динамическое торможение в функции времени (торможение противовключением)	2	*работа в малых группах*	ПК-5 ПК-6
Дисциплинарный модуль 7.2			
Тема 3. Системы автоматического управления электроприводами – 24 ч.			
Лекция 10. Типовые регуляторы систем управления электроприводом, реализуемые на операционных усилителях. Нелинейные функциональные преобразователи. Командные устройства. Аналоговые датчики координат электропривода.	2		ПК-5 ПК-6
Лекция 11. Контур регулирования тока якоря. Синтез регулятора тока. Принцип построения датчика ЭДС якоря.	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6
Лекция 12. Контур регулирования скорости. Синтез регулятора скорости. Динамические свойства системы автоматического регулирования скорости. Механические характеристики.	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6
Лекция 13. Функциональная схема АД с регулированием напряжения на статоре, возможности, механические и электромеханические характеристики, регулировочные характеристики, зависимости выходного напряжения от его углов и нагрузки, перегрузочная способность.	2		ПК-5 ПК-6
Лекция 14. Частотное управление. Разомкнутые и замкнутые системы частотного управления. Скалярное и векторное управление.	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6
Лекция 15. Управление вентельно-индукторным двигателем. Применение микропроцессорных средств в системах управления электроприводами.	2		ПК-5 ПК-6
Практическое занятие №6. Расчёт регуляторов параметров системы управления	2	*работа в малых группах*	ПК-5 ПК-6
Практическое занятие №7. Расчёт переходных процессов при управляющим и возмущающим воздействиях	2		ПК-5 ПК-6
Практическое занятие №8. Расчёт системы управления электроприводом с подчиненным регулированием координат	2		ПК-5 ПК-6

Лабораторная работа №5. Разомкнутая система управления электроприводом с асинхронным двигателем с фазным ротором, обеспечивающая его пуск в функции времени (скорости, ЭДС, тока), реверс и динамическое торможение в функции времени (скорости, ЭДС)	2		ПК-5 ПК-6
Лабораторная работа №6. Разомкнутая система управления электроприводом с синхронным двигателем, обеспечивающая его пуск и торможение	2	*работа в малых группах*	ПК-5 ПК-6
Лабораторная работа №7. Работа замкнутой системы управления электроприводом «Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока»	2		ПК-5 ПК-6
Тема 4. Системы управления положением исполнительного органа и адаптивные – 12 ч.			
Лекция 16. Принципы построения систем управления положением. Система управления положением механизма в режиме позиционирования.	2	*лекция презентация*	ПК-5 ПК-6
Лекция 17. Система управления положением механизма в режиме слежения.	2		ПК-5 ПК-6
Лекция 18. Классификация адаптивных систем. Самонастраивающиеся системы. Электропривод постоянного тока с адаптивным регулятором тока.	2		
Практическое занятие №9.Расчёт системы управления позиционированием электропривода в режиме малых перемещений	2		ПК-5 ПК-6
Лабораторная работа №8. Работа замкнутой системы управления электроприводом «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель»	2	*работа в малых группах*	ПК-5 ПК-6
Лабораторная работа №9. Программирование и работа микропроцессорного блока управления и защиты асинхронного двигателя	2		ПК-5 ПК-6

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию преподавателя, без его непосредственного участия и направлена на самостоятельное изучение отдельных аспектов тем дисциплины.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирования способной и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, обеспечивает

подготовку студента к текущим контактным занятиям и контрольным мероприятиям по дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных тестовых заданий, и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины, поиск информации в электронных библиотечных системах;
- подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям;
- работа с основной и дополнительной литературой, представленной в рабочей программе;
- подготовка к промежуточной аттестации;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- работа в электронных библиотечных системах, справочных, справочно-поисковых и иных системах, связанных с расчетами в области проектирования алгоритмов управления и аппаратного состава систем управления электроприводов постоянного и переменного токов.

Темы для самостоятельной работы обучающегося, порядок их контроля по дисциплине «Система управления электроприводов» приведены в методических указаниях:

Якунин А.Н. Системы управления электроприводов: методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студента по дисциплине «Системы управления электроприводов» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение», очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2017г.

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Основной целью формирования ФОС по дисциплине «Системы управления электроприводов» является создание материалов для оценки качества подготовки обучающихся и установления уровня освоения компетенций.

Полный перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен в Фонде оценочных средств (приложение 3 к данной рабочей программе).

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, решении задач на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме экзамена и курсовой работы, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

6.1. Перечень оценочных средств

Этапы формирования компетен	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде

ций			
Текущий контроль			
1	Лабораторная работа	Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Задания в лабораторных работах должны включать элемент командной работы. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и оценить уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, а также навыков практического мышления. Позволяет оценить способность к профессиональным трудовым действиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ, вопросы к их защите
2	Практическая задача	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач
3	Тестирование компьютерное	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Обработка результатов тестирования на компьютере обеспечивается специальными программами. Позволяет проводить самоконтроль(репетиционное тестирование), может выступать в роли тренажера при подготовке к зачету или экзамену.	Фонд тестовых заданий, вопросы для подготовки к тестированию
Промежуточная аттестация			
4	Курсовая работа	Авторская научно-исследовательская работа студента по приобретению практических навыков в области проектирования алгоритмов управления и аппаратного состава систем управления электроприводов постоянного и переменного токов, опыта работы с научными источниками и создание законченного самостоятельного исследования	Задания на курсовую работу, вопросы к защите курсовой работы
5	Экзамен	Итоговая форма оценки степени освоения дисциплины. Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной форме по всем темам дисциплины. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания.	Перечень вопросов и задач к экзамену

6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения

№ п/п	Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Планируемые результаты обучения	Уровень освоения компетенций			
			Продвинутый уровень	**Средний уровень**	**Базовый уровень**	**Компетенции не освоены**
			Критерии оценивания результатов обучения			
			«отлично» (от 86 до 100 баллов)	**«хорошо» (от 71 до 85 баллов)**	**«удовлетворительно» (от 55 до 70 баллов)**	**«неудовлетв.» (менее 55 баллов)**
1	ПК-5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	***знать:*** – свойства разомкнутых и замкнутых систем электропривода, – энергетические свойства систем электропривода в статическом и динамическом режимах;	Сформированные систематические представления о системах управления электроприводами и достигаемыми ими режимами работ	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о системах управления электроприводами и достигаемыми ими режимами работ	Неполные представления о системах управления электроприводами и достигаемыми ими режимами работ	Фрагментарные представления о системах управления электроприводами и достигаемыми ими режимами работ
		уметь: – оценивать электромеханические статические и динамические свойства и энергетику различных систем электроприводов во всех режимах работы, – выбирать оборудование для замены в процессе эксплуатации и в процессе проектирования систем управления электроприводов;	Сформированное умение анализировать режимы работ электропривода достигаемые оптимальным управлением	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать режимы работ электропривода достигаемые оптимальным управлением	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать режимы работ электропривода достигаемые оптимальным управлением	Фрагментарное умение анализировать режимы работ электропривода достигаемые оптимальным управлением
		владеть: -расчётом типовых структур систем управления электроприводами.	Успешное и систематическое владение навыками расчётов структур управления электроприводами	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками расчётов структур управления	В целом успешное, но не систематическое владение навыками расчётов структур управления электроприводами	Фрагментарное владение навыками расчётов структур управления электроприводами

				электроприводами		
2	ПК-6 способность рассчитывать режимы объектов профессиональной деятельности	***знать:*** – способы расчёта систем управления электроприводов, – принципы работы, технические характеристики, конструкционные особенности разрабатываемых и используемых систем управления электроприводов и их свойства;	Сформированные систематические представления об режимах работы систем управления электроприводами и способах построения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об режимах работы систем управления электроприводами и способах построения	Неполные представления об режимах работы систем управления электроприводам и и способах построения	Фрагментарные представления об режимах работы систем управления электроприводами и способах построения
		уметь: – применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества систем управления, – использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов;	Сформированное умение проводить анализ процессов управления и настройки на оптимум	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умений проводить анализ процессов управления и настройки на оптимум	В целом успешное, но не систематическое использование умений проводить анализ процессов управления и настройки на оптимум	Фрагментарное использование умений проводить анализ процессов управления и настройки на оптимум
		владеть: - моделированием систем и процессов автоматического управления электроприводами.	Успешное и систематическое владение навыками расчётов систем и процессов автоматического управления электроприводами	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками расчётов систем и процессов автоматического управления электроприводами	В целом успешное, но не систематическое владение навыками расчётов систем и процессов автоматического управления электроприводам и	Фрагментарное владение навыками расчётов систем и процессов автоматического управления электроприводами

6.3 Варианты оценочных средств

6.3.1 Тестирование компьютерное

6.3.1.1.Порядок проведения

Тестирование компьютерное по дисциплине «Системы управления электроприводов» проводится два раза в течение семестра. Банк тестовых заданий содержит список вопросов и различные варианты ответов.

6.3.1.2. Критерии оценивания

Результат теста зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

6.3.1.3. Содержание оценочного средства

Дисциплинарный модуль 7.1.

Примерный перечень вопросов направленный на оценивание сформированности компетенции ПК-5:

1. Регулирование скорости движения электропривода
2. Показатели качества регулирования скорости электропривода
3. Регулирование момента и тока двигателя
4. Регулирование положения исполнительного органа электропривода
5. Классификация электропривода по степени их автоматизации
6. Основные функции систем автоматического управления электроприводами
7. Дополнительные функции систем автоматического управления электроприводами
8. Контактные устройства и элементы управления электроприводом
9. Датчики переменных электропривода

Примерный перечень вопросов направленный на оценивание сформированности компетенции ПК-6:

1. Узлы пуска и торможения электродвигателей, работающие по принципу времени при помощи релейно-контакторной аппаратуры
2. Узлы пуска и торможения двигателей, работающие по принципу скорости при помощи релейно-контакторной аппаратуры
3. Узлы пуска и торможения электродвигателей, работающие по принципу тока при помощи релейно-контакторной аппаратуры
4. Узлы пуска и торможения электродвигателей, работающие по принципу пути при помощи релейно-контакторной аппаратуры

Образцы вариантов тестовых заданий по дисциплинарному модулю 7.1 (ПК-5)

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов				
		1	2	3	4	5
1	По каким принципам строятся замкнутые структуры электропривода?	По принципу компенсации	По принципу отклонения	По принципу возмущения	По принципу действия нагрузки	
2	Охарактеризуйте построение замкнутых структур электропривода по	Наличие цепи, по которой на вход электроприв	Наличие цепи обратной связи, соединяюще	Наличием регуляторов в управляющем		

	принципу компенсации.	ода вместе с задающим сигналом скорости подается сигнал пропорциональный моменту нагрузки	й выход электропривода с его входом	устройстве		
3	Охарактеризуйте построение замкнутых структур электропривода по принципу отклонения.	Наличие цепи, по которой на вход электропривода вместе с задающим сигналом скорости подается сигнал пропорциональный моменту нагрузки	Наличие цепи обратной связи, соединяющей выход электропривода с его входом			

Образцы вариантов тестовых заданий по дисциплинарному модулю 7.1 (ПК-6)

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов				
		1	2	3	4	5
1	Как настроить пуск асинхронного двигателя в типовой функции время на медленный процесс?	Задать уставку времени пуска большую	Снять нагрузку с электродвигателя	Использовать механические регуляторы скорости		
2	Как технически реализуются управляющие устройства, в том числе и регуляторы?	Аналоговым устройством	Дискретным или цифровым устройством	Цифро-аналоговым устройством	Цифро-дискретным устройством	Независимым устройством

Дисциплинарный модуль 7.2

Примерный перечень вопросов направленный на оценивание сформированности компетенции ПК-5:

1. Поддержание скорости вращения двигателем постоянного тока с обратной

связью по напряжению
2. Поддержание скорости вращения двигателя постоянного тока с обратной связью по скорости
3. Система управления электроприводами постоянного тока с несколькими обратными связями, поддерживающими постоянство скорости двигателя
4. Типовые системы управления электроприводами постоянного тока с подчиненным регулированием координат
5. Статические характеристики системы управления электроприводами с отсечками
6. Типовые системы управления электроприводами с подчиненным регулированием координат

Примерный перечень вопросов направленный на оценивание сформированности компетенции ПК-6:
1. Система управления скоростью электропривода с двухзонным регулированием скорости
2. Особенности и классификация систем управления электроприводов переменного тока
3. Принципы построения систем управления электроприводом по положению
4. Система управления электроприводом механизма в режиме позиционирования
5. Система управления электроприводом по положению механизма в режиме слежения
6. Классификация адаптивных систем управления электроприводом
7. Адаптивные наблюдающие устройства идентификации

Образцы вариантов тестовых заданий по дисциплинарному модулю 7.2 (ПК-5)

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов				
		1	2	3	4	5
1	Применение программного управления ЭП позволяет регулировать координаты ЭП …	Во времени	В реальном времени	Мгновенно		
2	В каком случае применяют программное управление ЭП?	В случае простого движения исполнительного органа	В случае сложного движения исполнительного органа	В случае простого движения рабочей машины	В случае сложного движения рабочей машины	
3	Какие сигналы	Управляющий	Возмущающий	Обратной связи	Механического вида	

	поступят на регулятор скорости ?					

Образцы вариантов тестовых заданий по дисциплинарному модулю 7.2 (ПК-6)

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов				
		1	2	3	4	5
1	Регулирование положения достигается в условиях…	Замкнутых систем управления	Программно реализуемого управления	Управлением двигателем переменного тока	Реализации режимов скорости	
2	Какие показатели качества регулирования могут быть достигнуты в ЭП программного управления	Большой диапазон регулирования скорости	Точность поддержания скорости	Заданное качество переходного процесса	Оптимальное функционирование технологического оборудования	Положение обмоток электродвигателя
3	Какие функции возлагает на себя управляющая ЭВМ на прямом цифровом регулировании?	Регулятора контура регулирования	Регулятора тока и момента	Управление положением	Динамические свойства регулирования скорости	

6.3.2 Лабораторные работы

6.3.2.1 Порядок проведения

Лабораторные работы выполняются обучающимися самостоятельно во время аудиторных занятий, в учебной аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием. Обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. По завершению лабораторных исследований проводится защита лабораторных работ. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся (максимальный балл по каждой лабораторной работе приведен в п. 6.4), если обучающимся:

- оборудование и методы использованы правильно, проявлена продвинутая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы в основном правильно, проявлена средняя теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения в основном освоены, результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- оборудование и методы частично использованы правильно, проявлена базовая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы неправильно, проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения не освоены, результат лабораторной работы не соответствует её целям.

6.3.2.3. Содержание оценочного средства

Задания и вопросы к защите лабораторных работ направленные на оценивание сформированности компетенции ПК-5 и ПК-6:

Лабораторная работа №1. Релейно-контактные схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска и реверса.

Задание. Изучить схему управления АД и определить параметры управления, обеспечивающие прямой пуск и реверс АД (ПК-5). Настройте схему управления на оптимальный режим работы АД (ПК-6).

Вопросы к защите.

1. Какие параметры контролируются схемой управления при пуске АД, а какие при его реверсе (ПК-5)?
2. Как построена и реализуется схема управления АД (ПК-5)?
3. Какие принципы управления положены в обеспечение режимов работы АД: прямой пуск и реверс (ПК-6)?
4. Как измениться настройка на оптимум управления при изменении режима работы АД (ПК-6)?

Основные теоретические положения, последовательность выполнения работы, методика, правила оформления лабораторных работ и вопросы к их защите представлены в ФОС (приложение 3 к данной РПД) и в указаниях:

Якунин А.Н. Системы управления электроприводов: методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студента по дисциплине «Системы управления электроприводов» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение», очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2017г.

6.3.3 Практические задачи

6.3.3.1 Порядок проведения

Выполнение практических задач осуществляется студентами на практических занятиях и самостоятельно с использованием лекционного материала, а также материалов из списка рекомендованной основной и дополнительной литературы, учебно-методических изданий и нормативно-правовых источников. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.3.2 Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных (максимальный балл приведен в п. 6.4) ставятся, если обучающийся:

- умеет разбирать альтернативные варианты решения практических задач, развиты навыки критического анализа проблем, предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- показал умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, но допустил некритичные неточности и доказательства в ответе и решении.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- в состоянии решать задачи в соответствии с заданным алгоритмом, однако допускает ряд ошибок при решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допускает грубые ошибки в решении типовых практических задач (неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины).

6.3.3.3 Содержание оценочного средства

Примерная задача для оценивания сформированности компетенции ПК-5:

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа 4А132М4У3 включён по схеме рисунка 1 и имеет следующие номинальные данные: мощность Рном=7,5 кВт, напряжение питания обмотки статора Uном=220 В, КПД 87,5%, коэффициент мощности 0,86, кратность пускового тока 7,5.

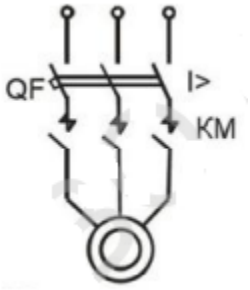


Рисунок 1 – Схема включения АД

Выбрать автоматический выключатель QF, обеспечивающий включение двигателя и его максимальную и тепловую защиты.

Примерная задача для оценивания сформированности компетенции ПК-6:

Схема электропривода представлена на рисунке 2.

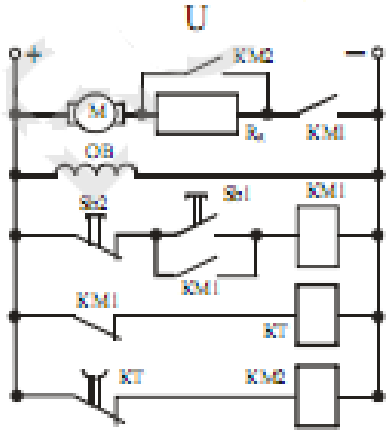


Рисунок 2 – Схема включения ДПТ

В основе электропривода используется двигатель постоянного тока типа 4ПФ123М, который имеет данные: номинальную мощность 11 кВт, номинальное напряжение 220 В, ток якоря Iном=61,5 А, сопротивления якоря 0,8 Ом, частота вращения 1060 об/мин, КПД 78,5%, а момент нагрузки равен 0,9 от номинального момента. Требуется рассчитать выдержку реле времени КТ и сопротивление пускового реостата, при включении которого ток в момент пуска двигателя не превысит 3 кратного значения номинального тока. Суммарный момент инерции электропривода составляет 0,6 кг·м^2.

Полный комплект практических задач по темам дисциплины представлен в ФОС и в практикуме:

Якунин А.Н. Системы управления электроприводов: методические указания по проведению практических работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение», очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2017г.

6.3.4 Курсовая работа

6.3.4.1 Порядок проведения

Выполнение курсовой работы осуществляется обучающимися самостоятельно. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.4.2 Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100 ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг нетиповых задач дисциплины;

- дал четкие, обоснованные и полные ответы на вопросы при защите курсовой работы, проявил готовность к дискуссии, высокий уровень владения сформированными знаниями, умениями и навыками, полностью и доходчиво изложил этапы решения задач, четко сформулировал результаты и доказал их

высокую значимость, проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом курсового проекта.

Баллы в интервале 71-85 ставятся, если обучающийся:

-ответил на вопросы преимущественно правильно, но недостаточно четко, уровень владения сформированными знаниями, умениями и навыками средний, сформулированные задачи изложены с некоторыми погрешностями, владение материалом курсовой работы достаточно свободное.

Баллы в интервале 55-70 ставятся, если обучающийся:

- ответил на вопросы не в полном объеме, на некоторые вопросы ответ не дал, продемонстрировал уровень владения знаниями, умениями и навыками базовый, имеются заметные погрешности в структуре курсовой работы, владение материалом курсовой работы не вполне свободное, но достаточное.

Баллы в интервале 0-54 ставятся:

- в случае, если на большую часть вопросов и замечаний ответы не были получены, либо они показали полную некомпетентность обучающегося по теме курсовой работы, вызывающие сомнение в самостоятельном выполнении курсовой работы, неудовлетворительное владение полученными знаниями, умениями и навыками (компетенции не освоены).

6.3.4.3 Содержание оценочного средства

Целью курсовой работы является проектирование системы управления заданного электропривода технологического агрегата или рабочей машины, с выбором оборудования и расчетом параметров структурных схем, а также моделирование переходных процессов. Обобщённые темы курсовой работы:

- регулируемый электропривод постоянного тока,
- регулируемый электропривод переменного тока,
- следящий (или позиционный) электропривод постоянного тока.

Примерный вариант задания на курсовую работу по теме:

«Проектирование системы управления регулируемого электропривода»

Задание на курсовую работу:

1. Характеристика рабочего механизма и паспортные данные электродвигателя. (ПК-5)
2. Составление силовой схемы электропривода и её описание. (ПК-5)
3. Разработка функциональной схемы управления электропривода и её описание. (ПК-6)
4. Выбор элементов силовой и функциональной схемы. (ПК-5 и ПК-6)
5. Составление структурной схемы системы регулирования. (ПК-6)
6. Расчёт параметров регуляторов. (ПК-6)
7. Расчёт статических характеристик элементов системы управления (характеристики вход/выход преобразователя и датчиков). (ПК-6)
8. Расчёт динамических (частотные и переходные) характеристик электропривода. (ПК-6)

Примерные вопросы к защите курсовой работы для оценивания сформированности компетенций ПК-5 и ПК-6:

№ п/п	Примерные вопросы к защите курсовой работы	ПК-5	ПК-6
1.	Способы пуска и торможения электроприводов с РКСУ.	+	
2.	Статические характеристики электропривода с ЧТУ.		+
3.	Принятый способ формирования момента АД с ЧТУ.		+
4.	Особенности формирования электромагнитного момента в АД.		+
5.	Габаритная мощность силовых элементов в электроприводах переменного тока.	+	
6.	Защиты в электроприводе: максимальная токовая защита, нулевая защита, защита от минимального напряжения.	+	
7.	Векторные диаграммы и статические характеристики электропривода машин двойного питания.		+
8.	Минимальная токовая защита, защита обмотки возбуждения двигателя от перенапряжения, конечная защита.	+	
9.	Показатели разомкнутой системы «преобразователь-двигатель».	+	
10.	Электропривод с машиной двойного питания.	+	
11.	Преимущества электропривода переменного тока.	+	
12.	Асинхронный электропривод с частотно-токовым управлением.		+
13.	Структурная схема асинхронного двигателя с регулируемым напряжением на статоре.	+	
14.	Принципиальная схема электропривода с ЧПУ.		+
15.	Чем различаются термины ТАУ «системы управления» и «система автоматического управления».		+
16.	Какие задачи возлагаются на верхний уровень СУЭП.	+	
17.	Задачи нижнего уровня СУЭП.	+	
18.	Типовые узлы систем управления асинхронным двигателем.	+	
19.	Виды обратных связей применяющихся в автоматизированном ЭП.	+	
20.	Наблюдающие устройства в ЭП.	+	
21.	Отличительные признаки систем управления построенных по принципу подчиненного регулирования координат.		+
22.	Способы управления, применяемые в асинхронных ЭП с использованием преобразователей частоты.		+
23.	Применение отрицательной обратной связи по напряжению на якоре двигателя.		+
24.	Применение отрицательной обратной связи на скорости вращения двигателя.		+
25.	Средства повышения помехозащищенности ЭП.	+	
26.	Ошибки следящих ЭП в установившихся нормированных режимах.		+
27.	Общие характеристики разомкнутых схем управления.	+	
28.	Оптимизация цифрового контура тока ЭП.		+
29.	Синтез регуляторов тока в ЭППТ.		+
30.	Синтез регуляторов скорости в ЭППТ.		+
31.	Узлы токоограничения в системах управления скоростью ЭП.	+	

Требования к оформлению и выполнению расчётно-пояснительной записки, а также варианты заданий на курсовую работу приведены в методических указаниях:

Якунин А.Н. Системы управления электроприводов: методические

указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Системы управления электроприводов» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение», очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2017г.

6.3.5 Экзамен

6.3.5.1 Порядок проведения

Тип задания – вопросы к экзамену, задачи. Вопросы к экзамену выдаются студентам заранее. Типовые задачи прорешиваются на практических занятиях. Студент должен дать полный, развернутый и обоснованный ответ на соответствующий вопрос в устной форме, решить задачу. Билет на экзамен включает два теоретических вопроса и одно практическое задание (задачу). Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.5.2 Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач;
- проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом дисциплины;
- дал ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявил готовность к дискуссии.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на среднем уровне соответствующих компетенций;
- способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины;
- может выполнять поиск и использовать полученную информацию для выполнения новых профессиональных действий;
- дал ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на базовом уровне соответствующих компетенций;
- частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов) может воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки;
- дал ответы на вопросы не полные.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не ответил на большую часть вопросов;
- демонстрирует полную некомпетентность в материале дисциплины, не способность самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки.

6.3.5.3 Содержание оценочного средства

№ п/п	Примерные вопросы к экзамену для оценивания сформированности компетенций:	ПК-5	ПК-6
1.	Общие сведения о регулировании переменных электропривода	+	
2.	Регулирование скорости движения электропривода	+	
3.	Показатели качества регулирования скорости электропривода		+
4.	Регулирование момента и тока двигателя	+	
5.	Регулирование положения исполнительного органа электропривода	+	
6.	Классификация электропривода по степени их автоматизации	+	
7.	Основные функции систем автоматического управления электроприводами	+	
8.	Дополнительные функции систем автоматического управления электроприводами	+	
9.	Контактные устройства и элементы управления электроприводом	+	
10.	Аналоговые устройства и элементы управления электроприводом	+	
11.	Дискретные устройства и элементы управления электроприводом	+	
12.	Микропроцессорные средства управления электроприводом		+
13.	Датчики переменных электропривода	+	
14.	Узлы пуска и торможения электродвигателей, работающие по принципу времени при помощи релейно-контакторной аппаратуры	+	
15.	Узлы пуска и торможения двигателей, работающие по принципу скорости при помощи релейно-контакторной аппаратуры	+	
16.	Узлы пуска и торможения электродвигателей, работающие по принципу тока при помощи релейно-контакторной аппаратуры	+	
17.	Узлы пуска и торможения электродвигателей, работающие по принципу пути при помощи релейно-контакторной аппаратуры	+	
18.	Типовые узлы схем автоматического управления статорными цепями асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором		+
19.	Типовые узлы схем автоматического управления пусковыми роторными сопротивлениями асинхронных машин		+
20.	Типовые узлы схем автоматического управления, обеспечивающие пуск синхронных машин		+
21.	Типовые узлы схем автоматического управления главных цепей машин постоянного тока		+
22.	Типовые узлы защит применяемые в систем автоматического управления электроприводами		+
23.	Блокировки и сигнализации применяемые в системах автоматического управления электроприводами	+	
24.	Типовая система управления «управляемый преобразователь – двигатель постоянного тока» с суммирующим усилителем		+
25.	Поддержание скорости вращения двигателем постоянного тока с обратной связью по напряжению		+
26.	Работа типового узла по току в системе управления двигателем постоянного тока		+
27.	Поддержание скорости вращения двигателя постоянного тока с обратной связью по скорости		+
28.	Система управления электроприводами постоянного тока с несколькими обратными связями, поддерживающими		+

	постоянство скорости двигателя		
29.	Типовые системы управления электроприводами постоянного тока с подчиненным регулированием координат		+
30.	Статические характеристики системы управления электроприводами с отсечками		+
31.	Типовые системы управления электроприводами с подчиненным регулированием координат	+	
32.	Система управления скоростью электропривода с двухзонным регулированием скорости		+
33.	Особенности и классификация систем управления электроприводов переменного тока	+	
34.	Система управления скоростью электропривода переменного тока с тиристорным преобразователем напряжения	+	
35.	Система управления асинхронным электроприводом с преобразователем частоты	+	
36.	Система управления скоростью с асинхронным двигателем в каскадных схемах	+	
37.	Системы управления асинхронным двигателем с воздействием на добавочное сопротивление в цепи ротора	+	
38.	Системы управления синхронного электропривода		+
39.	Принципы построения систем управления электроприводом по положению		+
40.	Система управления электроприводом механизма в режиме позиционирования		+
41.	Система управления электроприводом по положению механизма в режиме слежения		+
42.	Классификация адаптивных систем управления электроприводом	+	
43.	Самонастраивающиеся системы управления электроприводом		+
44.	Адаптивные системы управления высокоточным электроприводом с минимизацией среднеквадратичной ошибки		+
45.	Беспоисковые адаптивные системы управления электроприводом	+	
46.	Адаптивные наблюдающие устройства идентификации	+	
47.	Адаптивные системы управления с наблюдающим устройством идентификации		+
48.	Адаптивные системы управления со стабилизацией частотных и временных характеристик		+
49.	Система управления электропривода с регулятором скорости переменной структуры		+
50.	Электропривод постоянного тока с адаптивным регулятором тока		+

Примерные задачи к экзамену для оценивания сформированности компетенций ПК-5 и ПК-6:

Задача 1. Составить схему управления, которая обеспечит пуск ДПТ НВ в две ступени в функции времени и торможением динамическим в функции ЭДС.

Задача 2. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа 4А132М4У3 включён по схеме рисунка 1 и имеет следующие номинальные данные: мощность Рном=15 кВт, линейное напряжение питания статора Uном=380 В, КПД 87,5%, коэффициент мощности 0,86, кратность пускового тока 7,5.

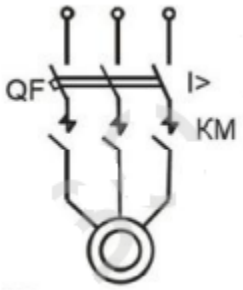


Рисунок 3 – Схема включения АД

Выбрать автоматический выключатель QF, обеспечивающий включение двигателя и его максимальную и тепловую защиты. Рассчитать режим токаограничения до 4 кратного значения номинального тока.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

В ГБОУ ВО АГНИ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся.

Общие положения:

Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать не менее **35** баллов по результатам семестрового текущего контроля знаний при условии изучения всех дисциплинарных модулей (модуль считается изученным, если студент набрал по итогам модуля необходимое минимальное количество баллов).

- Если студент по результатам текущего контроля в учебном семестре набрал от **55** до **60** баллов и по данной дисциплине предусмотрен экзамен, то по желанию студента в экзаменационную ведомость и зачетную книжку лектором без дополнительного опроса может быть проставлена оценка «удовлетворительно».
- Защита лабораторных работ принимается в сроки, установленные преподавателем.
- При наличии уважительных причин срок сдачи может быть продлён, но не более чем на 1 (одну) неделю.
- Рейтинговая оценка регулярно сообщается студентам и передаётся в деканат в установленные сроки.

Порядок выставления рейтинговой оценки:

1. До начала семестра преподаватель формирует рейтинговую систему оценки знаний студентов по дисциплине, с разбивкой по текущим аттестациям.
2. Преподаватель обязан на первом занятии довести до сведения студентов условия рейтинговой системы оценивания знаний и умений по дисциплине.
3. После проведения контрольных испытаний преподаватель обязан ознакомить студентов с их результатами и по просьбе студентов объяснить объективность выставленной оценки.
4. В случае пропусков занятий по неуважительной причине студент имеет право добрать баллы после изучения всех модулей до начала экзаменационной сессии.

5. Студент имеет право добрать баллы во время консультаций, назначенных преподавателем.
6. Преподаватель несет ответственность за правильность подсчета итоговых баллов.
7. Преподаватель не имеет права аннулировать баллы, полученные студентом во время семестра, обязан учитывать их при выведении итоговой оценки.

Распределение рейтинговых баллов по дисциплине

По дисциплине «Системы управления электроприводов» предусмотрено 2 дисциплинарных модуля.

Дисциплинарный модуль	**ДМ 7.1**	**ДМ 7.2**
Текущий контроль (практические занятия, лабораторные работы)	10-15	10-15
Текущий контроль (тестирование)	8-15	7-15
Общее количество баллов	**17-30**	**18-30**
Итоговый балл текущего контроля	**35-60**	

Дисциплинарный модуль 7.1

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическое занятие №1. Расчёт элементов и составление схем релейно-контактного управления	1
2	Практическое занятие №2. Выбор элементов схем релейно-контактного управления	1
3	Практическое занятие №3. Выбор преобразователей и составление схем разомкнутых и замкнутых систем управления электроприводом	1
4	Практическое занятие №4. Расчёт разомкнутых систем управления электроприводом	2
5	Практическое занятие №5. Расчёт замкнутых систем управления электроприводом	2
6	Лабораторная работа №1.Релейно-контактные схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска и реверса	2
7	Лабораторная работа №2. Релейно-контактные схемы управления двигателем постоянного тока с обеспечением его прямого пуска вперёд, останова и пуска назад	2
8	Лабораторная работа №3.Разомкнутая система управления электроприводом с двигателем постоянного тока, обеспечивающая его пуск в функции времени (скорости, ЭДС, тока), естественное и динамическое торможение в функции времени (скорости, ЭДС)	2
9	Лабораторная работа №4.Разомкнутая система управления электроприводом с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, обеспечивающая его прямой пуск, реверс и динамическое торможение в функции времени (торможение противовключением)	2

	Итого:	***15***
Текущий контроль		
10	Тестирование по модулю 7.1	15
	***Итого*:**	***15***
	ВСЕГО по ДМ 7.1	***30***

Дисциплинарный модуль 7.2

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическое занятие №6. Расчёт регуляторов параметров системы управления	1
2	Практическое занятие №7. Расчёт переходных процессов при управляющим и возмущающим воздействиях	1
3	Практическое занятие №8. Расчёт системы управления электроприводом с подчиненным регулированием координат	1
4	Практическое занятие №9.Расчёт системы управления позиционированием электропривода в режиме малых перемещений	2
5	Лабораторная работа №5. Разомкнутая система управления электроприводом с асинхронным двигателем с фазным ротором, обеспечивающая его пуск в функции времени (скорости, ЭДС, тока), реверс и динамическое торможение в функции времени (скорости, ЭДС)	2
6	Лабораторная работа №6. Разомкнутая система управления электроприводом с синхронным двигателем, обеспечивающая его пуск и торможение	2
7	Лабораторная работа №7. Работа замкнутой системы управления электроприводом «Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока»	2
8	Лабораторная работа №8. Работа замкнутой системы управления электроприводом «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель»	2
9	Лабораторная работа №9. Программирование и работа микропроцессорного блока управления и защиты асинхронного двигателя	2
	Итого:	***15***
Текущий контроль		
11	Тестирование по модулю 7.2	15
	***Итого*:**	***15***
	ВСЕГО по ДМ 7.2	***30***

Студентам могут быть добавлены **дополнительные баллы** за следующие виды деятельности:

- участие в научно-исследовательской работе кафедры (до 7 баллов),
- выступление с докладами (по профилю дисциплины) на конференциях различного уровня (до 5 баллов),
- участие в написании статей с преподавателями кафедры (до 5 баллов),
- завоевание призового места (1-3) на олимпиаде, проводимой кафедрой

электро- и теплоэнергетики (до 5 баллов), на олимпиадах по профилю в других вузах (до 10 баллов).

При этом, если в течение семестра студент набирает более 60 баллов (по результатам дисциплинарных модулей и полученных дополнительных баллов), то итоговая сумма баллов округляется до 60 баллов.

В соответствии с Учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение» по дисциплине «Системы управления электроприводов» предусмотрен **экзамен**.

Критерии оценки знаний студентов в рамках промежуточной аттестации в форме экзамена

№ п/п	Структура экзаменационного билета	Максимальный балл
1	Первый теоретический вопрос	14
2	Второй теоретический вопрос	13
3	Практическая задача	13
	Итого	**40**

Для получения итоговой оценки по дисциплине, общая сумма баллов (за дисциплинарные модули и экзамена) должна составлять от **55** до **100** баллов (см. шкалу перевода рейтинговых баллов).

Шкала перевода рейтинговых баллов

Общее количество баллов	Оценка
55-70	3 (удовлетворительно)
71-85	4 (хорошо)
86-100	5 (отлично)

В соответствии с Учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение» по дисциплине «Системы управления электроприводов» предусмотрена **курсовая работа**.

Критерии оценки выполнения и защиты курсовой работы

№ п/п	Виды деятельности студента при выполнении курсовой работы	Максимальное количество баллов
Текущая работа		**50**
1	Постановка задачи	5
2	Выбор и обоснование путей решения поставленной задачи	15
3	Анализ решения и оценка его качества	30
Защита курсовой работы		**50**
4	Качество выполнения чертежей и иллюстраций	10
5	Качество анализа используемой литературы	10
6	Полнота и качество выполненной работы	10

7	Использование современных информационных технологий	10
8	Умение студента ориентироваться в теоретическом материале работы и доходчиво ее доложить	10
Общая оценка		**100**

Шкала перевода рейтинговых баллов по курсовой работе

Общее количество набранных баллов	Оценка
55-70	3 (удовлетворительно)
71-85	4 (хорошо)
86-100	5 (отлично)

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Библиографическое описание	Количество печатных экземпляров или адрес электронного ресурса	Коэффициент обеспеченности
Основная литература			
1.	Мещеряков В.Н. Электрический привод. Электрический привод переменного тока. В 3 частях. Ч.3 [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Мещеряков. — Электрон.текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 66с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/83188.html	1
2.	Хакимьянов М.И. Управление электроприводами скважинных насосных установок [Электронный ресурс]: монография / М.И. Хакимьянов. — Электрон.текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2017. — 138с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69018.html	1
3.	Ульященко Г.М. Микропроцессорное управление устройствами преобразования электрической энергии и передачи электротехнической информации [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.М. Ульященко. — Электрон.текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2016. — 72с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58295.html	1
Дополнительная литература			
1.	Симаков Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Симаков Г.М.— Электрон.текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 103с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45354.html	1
2.	Регулируемый электропривод. Статические и динамические характеристики [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям/ — Электрон.текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55151.html	1

	технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 53с.		
3	Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Панкратов В.В.— Электрон.текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 200с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45357.html	1
Учебно-методические издания			
1.	Якунин А.Н. Системы управления электроприводов: методические указания по проведению практических работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение», очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2017г.	http://elibrary.agni-rt.ru	1
2.	Якунин А.Н. Системы управления электроприводов: методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студента по дисциплине «Системы управления электроприводов» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение», очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2017г.	http://elibrary.agni-rt.ru	1
3	Якунин А.Н. Системы управления электроприводов: методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Системы управления электроприводов» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение», очной и заочной форм обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2017г.	http://elibrary.agni-rt.ru	1

8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование	Адрес в Интернете
1	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru
2	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://iprbookshop.ru
3	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
4	СПС Консультант Плюс	http://www.consultant.ru
5	Электронная библиотека Elibrary	http://elibrary.ru
6	Электронная библиотека АГНИ	http://elibrary.agni-rt.ru
7	Официальный сайт компании ФГАУ ГНИИ «Информика»	http://www.informika.ru
8	Федеральный портал «Российское образование»	http://www.edu.ru
9	Федеральный цент информационных	www.fcior.edu.ru

	образовательных ресурсов. Единое окно доступа к образовательным ресурсам	

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических указаний по освоению дисциплины – обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины обучающимся требует систематического, упорного и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить как пропущенную тему, так и всю дисциплину в целом. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов должен находиться в центре внимания преподавателя.

При подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс) обучающимся необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо изучить по конспекту материал предыдущей лекции, просмотреть рекомендуемую литературу;

- при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, рекомендованным рабочей программой дисциплины. Если разобраться в материале самостоятельно не удалось, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических, лабораторных занятиях.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям обучающимся необходимо:

- приносить с собой рекомендованную в рабочей программе литературу к конкретному занятию;

- до очередного практического, лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме;

- теоретический материал следует соотносить с нормативно-справочной литературой, так как в ней могут быть внесены последние научные и практические достижения, изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений – обращаться к преподавателю.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

Курсовая работа по системам управления электроприводов – самостоятельная учебная работа по приобретению практических навыков в области проектирования алгоритмов управления и аппаратного состава систем

управления электроприводов постоянного и переменного токов, используя знания, полученные при изучении специализированных дисциплин. Тема курсовой работы и исходные данные для его выполнения выдаются обучающемуся на первой неделе 7 семестра. У каждого обучающегося– индивидуальный вариант. В процессе выполнения курсовой работы проводятся групповые и индивидуальные консультации. На кафедре представлен для общего обозрения график выполнения курсовой работы. Итоговая оценка за курсовую работу выставляется руководителем после проведения защиты работы.

Самостоятельная работа студентов имеет систематический характер и складывается из следующих видов деятельности:

- подготовка ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к текущему контролю успеваемости (в течение семестра), промежуточной аттестации (по окончании семестра);
- решение практических задач;
- самостоятельное изучение теоретического материала;
- оформление отчетов по лабораторным работам;
- подготовка к защите отчетов по лабораторным работам;
- выполнение курсовой работы.

Для выполнения указанных видов работ необходимо изучить соответствующие темы теоретического материала, используя конспект лекций, учебники и учебно-методическую литературу, а также интернет-ресурсы.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий, представлены в пункте 7 рабочей программы.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в электронно-библиотечной системе «IPRbooks», а также на электронном ресурсе АГНИ (http://elibrary.agni-rt.ru), доступ к которым предоставлен студентам.

10. Перечень программного обеспечения

№п/п	Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
1	Microsoft Office Standard 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
2	Microsoft Windows Professional 10 Rus Upgrade Academic OLP	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
3	ABBYY FineReader 12 Professional	№197059 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
4	Kaspersky Endpoint Security длябизнеса – Стандартный Russian Edition	№ 24C41712081012212531138	791 от 30.11.2017
5	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Государственный контракт №595 от 30.10.2017г.

6	ПО «Автоматизированная тестирующая система	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2014614238 от 01.04.2014г.	
7	7-ZIP архиватор	(свободно распространяемое ПО)	

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине

Освоение дисциплины «Системы управления электроприводов» предполагает использование нижеперечисленного материально-технического обеспечения:

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-222 (учебная аудитория для занятий лекционного типа)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3250 2.Проектор BenQ W1070+ 3.Проекционный экран с электроприводом LumienMasterControl
2.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-123, лаборатория «Электрических машин и электропривода» (учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций)	1. Комплект типового лабораторного оборудования «Электрические машины и основы электропривода» 2. Комплект учебно-лабораторного оборудования «Электрические машины и привод»
3.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-220 (учебная аудитория для практических занятий)	1.Ноутбук LenovoIdeaPad B5080. 2.Проектор BenQ MX704. 3. Экран на штативе
4.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-216 (учебная аудитория для практических занятий)	1. Компьютер в комплекте с монитором 2. Проектор BenQMW612 3. Экран с электроприводом
5.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-218 компьютерный класс (учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	1.Компьютер в комплекте с монитором AMD FX(TM)-4300 – 10 шт. с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института. 2.Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3260 – 1 шт. с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института. 3.Проектор BenQ MX704 4.Экран на штативе 5. Сканер Epson Perfection V33

		6. Принтер HP LJ P1020

*Специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

– применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем;

– применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего контроля;

– увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;

– увеличение продолжительности сдачи зачета или экзамена, проводимого в письменной форме, не более чем на 90 минут;

– увеличение продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачете или экзамене, проводимом в устной форме, не более чем на 20 минут;

– увеличение продолжительности выступления, обучающегося при защите курсовой, но не более чем на 15 минут.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины

«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ»

Направление подготовки: 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) программы: Электроснабжение

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	**Результаты освоения компетенции**	**Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации**
ПК-5 Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	***знать:*** свойства разомкнутых и замкнутых систем электропривода, энергетические свойства систем электропривода в статическом и динамическом режимах; ***уметь:*** оценивать электромеханические статические и динамические свойства и энергетику различных систем электроприводов во всех режимах работы, выбирать оборудование для замены в процессе эксплуатации и в процессе проектирования систем управления электроприводов; ***владеть:*** -расчётом типовых структур систем управления электроприводами.	**Текущий контроль:** Компьютерное тестирование по темам 1-4 Практические задачи по темам 1-4 Лабораторные работы по темам 1-4 **Промежуточная аттестация:** Курсовая работа Экзамен
ПК-6 Способность рассчитывать режимы объектов профессиональной деятельности	***знать:*** способы расчёта систем управления электроприводов, принципы работы, технические характеристики, конструкционные особенности разрабатываемых и используемых систем управления электроприводов и их свойства; ***уметь:*** применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества систем управления, использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов; ***владеть:*** моделированием систем и процессов	**Текущий контроль:** Компьютерное тестирование по темам 1-4 Практические задачи по темам 1-4 Лабораторные работы по темам 1-4 **Промежуточная аттестация:** Курсовая работа Экзамен

	автоматического управления электроприводами.	

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	Б1.В.14. Дисциплина «Системы управления электроприводов» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электроснабжение». **Осваивается в 7 семестре[1]/на 4 курсе[2]/на 4 курсе[3].**
Общая трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах и часах)	Зачетных единиц по учебному плану: **6** ЗЕ. Часов по учебному плану: **216**ч.
Виды учебной работы	Контактная работа обучающихся с преподавателем 74[1]/16[2]/18[3] часов: - лекции – 36/6/6 часов, - практические занятия – 18/4/4 часов, - лабораторные работы – 18/4/6 часов, - контроль самостоятельной работы – 2/2/2 часа. Самостоятельная работа – 106/191/189 часа. Контроль (экзамен) – 36/9/9 часов.
Изучаемые темы (разделы)	Тема 1. Классификация систем управления Тема 2. Релейно-контактные системы управления электроприводами Тема 3. Замкнутые системы автоматического управления электроприводами Тема 4. Системы управления положением исполнительного органа и адаптивные
Форма промежуточной аттестации	**Курсовая работа** в 7 семестре[1]/на 4 курсе[2]/на 4 курсе[3]. **Экзамен** в 7 семестре[1]/на 4 курсе[2]/на 4 курсе[3].

[1] Очная форма обучения
[2] Заочная форма обучения
[3] Заочная форма обучения (на базе СПО)



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор АГНИ
_____ А.Ф. Иванов
«__» _____ 2019 г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины Б1.В.14
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Направление подготовки:13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы: Электроснабжение

на 2019/2020 учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

В **п. 10 Перечень программного обеспечения** внесены изменения следующего содержания:

Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№ 24C4-181023-142527-330-872	№ 591/ВР00181210-СТ от 04.10.2018 г.
Электронно-библиотечная система IPRbooks		Государственный контракт № 578 от 07.11.2018 г.л

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Электро- и теплоэнергетика»

протокол № 10 от 20.06.2019 г.

И. о заведующего кафедрой
«Электро- и теплоэнергетика»
к.т.н., доцент _____ Т.В. Табачникова

УТВЕРЖДАЮ
И о. ректора АГНИ
_____ А.Ф. Иванов
«__» _____ 2020 г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины Б1.В.14
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Направление подготовки:13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы: Электроснабжение

на 2020/2021 учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В **п. 9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** добавлено:

Для изучения дисциплины также, используется система дистанционного обучения АГНИ «Цифровой университет» (СДО АГНИ), созданная да платформе MOODLE, которая позволяет организовать контактную работу обучающихся посредством сети «Интернет» в удалённом режиме доступа. При этом трудоёмкость дисциплины и контактной работы, материалы, используемые для проведения занятий, соответствуют учебному плану, РПД и позволяют полностью освоить заданные компетенции. Вид и форма лекционного материала и материала для практических занятий определяется преподавателем и размещается в СДО АГНИ «Цифровой университет».

2. В **п. 10 Перечень программного обеспечения** внесены изменения следующего содержания:

Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№ 24C4191023143020830784	BP00347095-CT/582 от 10.10.2019
Электронно-библиотечная система IPRbooks		Лицензионный договор №494 от 01.10.2019г.

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Электро- и теплоэнергетика»

протокол № 10 от 18.06.2020 г.

Заведующий кафедрой
«Электро- и теплоэнергетика»
к.т.н., доцент _____ Т.В. Табачникова