Соловьёв Сергей Владимирович

Подписано цифровой подписью: Соловьёв Сергей Владимирович
DN: c=RU, st=Тамбовская область, l=Мичуринск, title=проректор по учебно-воспитательной работе и молодежной политике, o=ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "МИЧУРИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", 1.2.643.100.3=120B303732313536363839363 7, 1.2.643.3.131.1.1=120C363831313030313436323637, email=it-security@mgau.ru, givenName=Сергей Владимирович, sn=Соловьёв, cn=Соловьёв Сергей Владимирович
Дата: 2023.08.14 21:01:37 +03'00'

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра агроинженерии и электроэнергетики

УТВЕРЖДЕНА решением учебно-методического совета университета (протокол от 22 июня 2023 г. № 10)	УТВЕРЖДАЮ Председатель учебно-методического совета университета _____С.В. Соловьёв «22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭЛЕКТРОПРИВОД

Направление подготовки – 35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) – Электрооборудование и электротехнологии

Квалификация – Бакалавр

Мичуринск, 2023 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов совокупности знаний по устройству и методам расчёта электропривода, а также по особенностям его применения для электрификации и автоматизации технологических процессов с.-х. производства.

Профессиональная деятельность выпускников, освоивших программу бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия, соответствует следующим профессиональным стандартам:

- 13.001 «**Специалист в области механизации сельского хозяйства»** (утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. №340н (с изменениями на 12 декабря 2016 года))

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Согласно учебному плану по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия направленность, (профиль) электрооборудование и электротехнологии дисциплина «Электропривод» является дисциплиной вариативной части (Б1.О.41).

Материал дисциплины основывается на опорных знаниях, умениях и навыках таких дисциплин, как: «Теоретические основы электротехники», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Электробезопасность». Служит базой для освоения таких дисциплин: «Электроника», «Электрические машины», «Автоматика», а также для прохождения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, для подготовки к выпускной квалификационной работе.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В рамках изучения дисциплины, указанные компетенции соотносятся со следующими трудовыми функциями из профессиональных стандартов:

Обобщенные трудовые функции (с кодами)	Трудовые функции (с кодами)	Трудовые действия	Общепрофессиональные и профессиональные компетенции ФГОС ВО по видам профессиональной деятельности ОПОП данного направления подготовки
Наименование профессионального стандарта: Код 13.001 «**Специалист в области механизации сельского хозяйства»** (утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. №340н (с изменениями на 12 декабря 2016 года))			
Планирование, организация и контроль эксплуатации сельскохозяйственной техники (В)	Планирование механизированных сельскохозяйственных работ, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники (В/01.6)	- определение потребности организации в сельскохозяйственной технике на перспективу; - расчет годового числа технических обслуживаний и ремонтов сельскохозяйствен	ПК-1 Способен к исследованию и разработке энергосберегающих электротехнологий и энергетического оборудования, в том числе режимов работы электроприводов, осветительных, облучательных, обогревательных и ультразвуковых установок в

		ной техники в организации; - расчет суммарной трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники; - распределение технических обслуживаний и ремонтов сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения; - составление годового плана-графика по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники; - расчет числа и состава специализированных звеньев по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники; - разработка стратегии организации и перспективных планов ее технического развития.	растениеводстве, животноводстве, предприятиях перерабатывающей промышленности, фермерских и подсобных хозяйствах ПК-2 Способен к исследованию и разработке методов и технических средств повышения эффективности, надежности и экономичности функционирования систем энерго- и электроснабжения сельскохозяйственного производства и быта населения, в том числе на основе возобновляемых источников энергии
	Организация эксплуатации сельскохозяйственной техники (В/02.6)	- приемка новой и отремонтированной сельскохозяйственной техники с оформлением	ПК-1 Способен к исследованию и разработке энергосберегающих электротехнологий и энергетического оборудования, в том числе режимов работы

		соответствующих документов; - назначение ответственного лица и закрепление за ним сельскохозяйственной техники; - выдача производственных заданий персоналу по выполнению работ, связанных с подготовкой к работе, использованием по назначению, хранением, транспортированием, техническим обслуживанием, ремонтом сельскохозяйственной техники, и контроль их выполнения; - учет сельскохозяйственной техники, ее перемещения, объема выполняемых подчиненными работ, потребления материальных ресурсов, затрат на ремонт, техническое обслуживание сельскохозяйственной техники и оформление соответствующих документов; - анализ причин и продолжительности простоев сельскохозяйственной техники, связанных с ее	электроприводов, осветительных, облучательных, обогревательных и ультразвуковых установок в растениеводстве, животноводстве, предприятиях перерабатывающей промышленности, фермерских и подсобных хозяйствах ПК-2 Способен к исследованию и разработке методов и технических средств повышения эффективности, надежности и экономичности функционирования систем энерго- и электроснабжения сельскохозяйственного производства и быта населения, в том числе на основе возобновляемых источников энергии

		техническим состоянием; - подготовка отчетных, производственных документов, указаний, проектов приказов, распоряжений, договоров по вопросам, связанным с организацией эксплуатации; - проведение инструктажа по охране труда; - контроль соблюдения правил и норм охраны труда, требований пожарной и экологической безопасности, разработка и реализация мероприятий по предупреждению производственного травматизма; - рассмотрение и подготовка предложений по списанию сельскохозяйственной техники, оформление и согласование соответствующих документов; - подбор сторонних организаций и оформление с ними договоров для материально-технического обеспечения эксплуатации, диагностики неисправностей,	

		технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники.	
	Организация работы по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники (В/03.6)	- анализ эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники; - рассмотрение предложений персонала по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и подготовка заключений по ним; - изучение передового опыта по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники; - разработка предложений по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и оценка рисков от их внедрения; - предоставление на рассмотрение руководству предложений по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники; - внесение корректив в планы работы подразделения для	ПК-1 Способен к исследованию и разработке энергосберегающих электротехнологий и энергетического оборудования, в том числе режимов работы электроприводов, осветительных, облучательных, обогревательных и ультразвуковых установок в растениеводстве, животноводстве, предприятиях перерабатывающей промышленности, фермерских и подсобных хозяйствах ПК-2 Способен к исследованию и разработке методов и технических средств повышения эффективности, надежности и экономичности функционирования систем энерго- и электроснабжения сельскохозяйственного производства и быта населения, в том числе на основе возобновляемых источников энергии

		внедрения предложений по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники, согласованных с руководством организации; - выдача производственных заданий персоналу по выполнению работ, связанных с повышением эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники, и контроль их выполнения.	

Освоение дисциплины направлено на формирование компетенций:

ОПК-1 - способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

ОПК-4 - способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности

ОПК-5 - способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	Критерии оценивания результатов обучения			
		низкий (допороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
ОПК-1					
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов	ИД-1$_{ОПК-1}$ Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с	Не может использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии	Слабо использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с	Хорошо использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии	Успешно использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии

математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	направленностью профессиональной деятельности	с направленностью профессиональной деятельности	направленностью профессиональной деятельности	с направленностью профессиональной деятельности	с направленностью профессиональной деятельности
ОПК- 4					
ОПК- 4. Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ИД-1$_{ОПК-4}$ Обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профессинальной деятельности	Не может обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессинальной деятельности	Слабо может обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессинальной деятельности	Хорошо обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профессинальной деятельности	Успешно обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профессинальной деятельности
ОПК - 5					
ОПК – 5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1$_{ОПК-5}$ Участвует в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Не может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Слабо может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Хорошо может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Успешно может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные требования ГОСТов и ПУЭ на производство и распределение электрической энергии;
- основы теории и методы расчёта электроприводов постоянного и переменного тока с различными статическими преобразователями энергии;
- принципы автоматического управления электроприводом машин, агрегатов и поточных линий в с.-х. производстве
- методы и направления энергосбережения при производстве сельскохозяйственной продукции.

Уметь:

- анализировать проектируемые и существующие электроприводы рабочих машин, агрегатов и поточных линий;
- эксплуатировать электроприводы с различными электрическими машинами и статическими преобразователями энергии.

Владеть:

- современными методами монтажа, наладки машин и установок, поддержания

режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов;

- методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования систем;
- методиками по расчету характеристик электропривода, навыками работы с современными каталогами и справочниками
- методами решения профессиональных, инженерных задач с применением современных энергосберегающих технологий.

3.1. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Темы, разделы дисциплины	Компетенции			Σ общее количество компетенций
	ОПК-1	ОПК-4	ОПК-5	
Раздел 1. Общие сведения об автоматизированном электроприводе	+	+		2
Раздел 2. Механика и динамика электропривода	+	+		2
Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока	+	+		2
Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями	+		+	2
Раздел 5. Электроприводы с синхронными, вентильными и линейными двигателями	+		+	2
Раздел 6. Выбор электропривода по мощности		+	+	2
Раздел 7. Энергетика электроприводов		+	+	2
Раздел 8. Аппаратура управления и защиты, автоматическое управление электроприводами	+	+	+	3
Раздел 9. Общие вопросы электропривода в сельском хозяйстве	+			1
Раздел 10. Электропривод центробежных насосов и вентиляторов		+	+	2
Раздел 11. Электропривод транспортёров, центрифуг, крановых механизмов		+	+	2
Раздел 12. Электропривод машин с кривошипно-шатунным механизмом		+	+	2
Раздел 13. Электропривод машин для приготовления и раздачи кормов		+	+	2

4. Структура и содержание дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 ак.часов).

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Вид занятий	Количество часов	
	по очной форме обучения (6 семестр)	по заочной форме обучения 4 курс
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в т.ч.	72	18
Лекции	36	6
Практические (семинарские)	18	4
Лабораторные занятия	18	8
Самостоятельная работа, в т.ч.	36	126
курсовая работа	-	-
Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	20	80
Выполнение индивидуальных заданий	8	20
Подготовка к тестированию	8	26
Контроль	36	9
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен

4.2 Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Объем в ак. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
Введение				
1	Тема 1. Состояние, перспективы развития и особенности работы электропривода в сельскохозяйственном производстве. Краткий исторический обзор развития электроприводов.	1		ПК-8
Раздел 1. Общие сведения об электроприводе				
2	Тема 2. Назначение и структура электропривода. Классификация электроприводов по различным признакам. Регулирование координат и принципы управления электроприводами.	1	0,25	ПК-8
Раздел 2. Механика и динамика электропривода				
3	Тема 3. Основные соотношения механики. Виды статической нагрузки (активная и реактивная) и механические характеристики производственных механизмов.	1	0,25	ПК-8
Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока (ДПТ)				
4	Тема 4. Область применения. Основные соотношения для ДПТ. Двигатели постоянного тока с независимым, параллельным и последовательным возбуждением. Механические и рабочие характеристики ДТП в различных режимах работы.	1	0,25	ПК-8

5	Тема 5. Регулирование скорости, тока и момента ДПТ. Регулирование тока и момента при пуске, торможении и реверсе. Регулирование скорости ДПТ с помощью резисторов в цепи якоря: схема, реализация, уравнение, естественная и искусственные механические характеристики, оценка реостатного способа регулирования, энергетические показатели.	1	0,25	ПК-8
6	Тема 6. Регулирование скорости ДПТ изменением магнитного потока: схема реализации, уравнение, естественная и искусственные механические характеристики, энергетические показатели.	1	0,25	ПК-8
7	Тема 7. Регулирование скорости ДПТ изменением подводимого к якорю напряжения. Электропривод по системе «генератор – двигатель», «управляемый выпрямитель – двигатель», «широтно-импульсный преобразователь – двигатель»	1	0,25	ПК-8
Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями (АД)				
8	Тема 8. Схемы замещения и основные соотношения для АД. Энергетические диаграммы асинхронной машины в режимах двигателя и генератора. Механические и рабочие характеристики АД.	1	0,25	ПК-8
9	Тема 9. Способы пуска АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Тормозные режимы АД, характеристики.	1	0,25	ПК-8
10	Тема 10. Регулирование скорости АД. Регулирование скорости изменением жёсткости механической характеристики: изменением сопротивления в цепи обмотки ротора, регулированием напряжения.	1	0,25	ПК-8
11	Тема 11. Регулирование изменением синхронной скорости: изменением числа пар полюсов и частоты питающего напряжения. Частотное регулирование скорости АД. Преобразователи частоты (ПЧ) с автономным инвертором напряжения и автономным инвертором тока. Структура ПЧ-АД. Законы регулирования.	1	0,25	ПК-8
Раздел 5. Электроприводы с синхронными, вентильными и линейными двигателями				
12	Тема 12. Электропривод с синхронными двигателями: сфера применения, схема включения, характеристики, управление синхронными приводами. Регулирование реактивной мощности синхронных двигателей. Электропривод с вентильными двигателями:	1	0,25	ПК-8

	применение, структурные и принципиальные схемы, системы возбуждения.			
13	Тема 13. Возможности применения линейных асинхронных двигателей (ЛАД) и линейных электромагнитных двигателей (ЛЭМД) в сельском хозяйстве, достоинства и недостатки, типовое исполнение.	1	0,25	ПК-8
Раздел 6. Выбор электродвигателя по мощности				
14	Тема 14. Общие положения по выбору электродвигателя. Расчет мощности и предварительный выбор двигателя. Проверка выбранного двигателя по условиям пуска и перегрузки. Проверка выбранного двигателя по нагреву. Факторы, определяющие мощность электродвигателя. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Уравнение теплового баланса. Классы изоляции. Допустимая температура нагрева. Классификация режимов работы по условиям нагрева.	1	0,25	ПК-8
15	Тема 15. Выбор мощности двигателя, проверка по теплоте двигателя методами средних потерь, эквивалентного тока, момента и мощности. Особенности проверки двигателей, работающих в продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.	1	0,25	ПК-8
Раздел 7. Энергетика электроприводов				
16	Тема 16. Постоянные и переменные потери в электродвигателях. Зависимость переменных потерь от загрузки. Энергетика нерегулируемых электроприводов в установившихся режимах. Энергетические характеристики регулируемых электроприводов в установившихся режимах.	1	0,25	ПК-8
17	Тема 17. Энергетические показатели и потери энергии электроприводов в динамических режимах. Методы снижения потерь в электроприводах постоянного и переменного тока в динамических режимах.	1	0,25	ПК-8
Раздел 8. Аппаратура управления и защиты, автоматическое управление электроприводами				
18	Тема 18. Аппаратура управления электроприводами и защиты, её назначение, классификация, характеристики, выбор.	1	0,25	ПК-8
19	Тема 19. Классификация систем управления электроприводами. Функции, выполняемые автоматизированными системами управления электроприводами (АСУЭП). Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов.	1	0,25	ПК-8
Раздел 9. Общие вопросы электропривода в				

сельском хозяйстве				
20	Тема 20. Характеристики машин и механизмов в сельскохозяйственном производстве. Классификация машин по приводным характеристикам. Особенности режимов и условий работы электрифицированных агрегатов в с.-х. производстве.	0,5	0,25	ПК-8
Раздел 10. Электропривод центробежных насосов и вентиляторов				
21	Тема 21. Приводные характеристики турбомеханизмов. Q-H характеристики турбомеханизмов и сети. Рабочая точка. Формулы приведения, приводные характеристики для вентиляторов и насосов при отсутствии противодавления.	0,5	0,25	ПК-8, ПК-9, ПК-10
22	Тема 22. Способы регулирования расхода (подачи) в системах водоснабжения и оценка их энергоэффективности. Регулирование дросселированием: реализация, энергоэффективность. Регулирование изменением частоты вращения. Системы стабилизации напора и расхода. Энергетические характеристики. Параллельная работа насосов.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
23	Тема 23. Выбор мощности двигателя по характеристикам насоса. Выбор преобразователя частоты и закона регулирования.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 11. Электропривод транспортёров, центрифуг, крановых механизмов				
24	Тема 24. Классификация транспортёров по назначению, и их статические нагрузки. Расчёт статических нагрузок. Выбор мощности двигателя и электроприводов к приводным станциям транспортёров.	1	0,25	ПК-8, ПК-9, ПК-10
25	Тема 25. Особенности приводных характеристик центрифуг. Типы электроприводов центрифуг. Определение мощности двигателя.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
26	Тема 26. Устройство, режимы работы и характеристики крановых механизмов. Статические и динамические нагрузки. Режимные группы кранов и крановых механизмов.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
27	Тема 27. Выбор электродвигателей крановых механизмов. Особенности повторно-кратковременного режима крановых механизмов. Применение расчётного цикла стандартной продолжительности и со стандартным ПВ для определения эквивалентного момента на валу двигателя	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10

	кранового механизма.			
27	Тема 28. Системы управления крановыми механизмами. Типовые релейно-контактные и бесконтактные логические схемы управления крановыми механизмами. Расчёт и выбор пускорегулировочных резисторов. Частотное управление крановыми механизмами.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 12. Электропривод машин с кривошипно-шатунным механизмом				
29	Тема 29. Приводные характеристики с.-х. машин с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ). Схема действия сил и нагрузочная характеристика КШМ. Инерционная характеристика.	0,5	0,25	ПК-8, ПК-9, ПК-10
30	Тема 30. Выбор элементов маховикового электропривода. Нагрузочная характеристика электродвигателя. Выбор электродвигателя по мощности.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
31	Тема 31. Особенности электропривода пилорам, схемы, приводные характеристики, режимы работы, выбор электродвигателя.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 13. Электропривод машин для приготовления и раздачи кормов				
32	Тема 32. Кормоприготовительные машины (КПМ). Приводные характеристики. Случайный характер нагрузочных характеристик КПМ. Энергетические характеристики КПМ и возможности их оптимизации.	0,5	0,25	ПК-8, ПК-9, ПК-10
33	Тема 33. Требования к электроприводу и задачи управления КПМ. Системы стабилизации нагрузки и экстремального управления КПМ. Выбор электродвигателя по мощности.	1		ПК-8, ПК-9, ПК-10
34	Тема 34. Внутренний транспорт животноводческих ферм и тепличных хозяйств. Виды внутреннего транспорта с электроприводом на животноводческих фермах и в тепличных хозяйствах. Компоновочные схемы монорельсового транспорта с асинхронным электроприводом (вращающегося и линейного), расчет их характеристик.	1	0,25	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	ИТОГО:	32	6	

4.3 Лабораторные работы

№ раздела	Наименование занятия	Объем в ак. часах		Лабораторное оборудование и программное	Формируемые компетенц
		очная форма	заочная форма		

(темы)		обучения	обучения	обеспечение	ии
Раздел 1. Общие сведения об автоматизированном электроприводе					
1	Инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ	1	-		ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 2. Механика и динамика электропривода					
2	Исследование методов снижения пусковых токов при пуске трехфазного асинхронного двигателя	2	2	Стенд №172 для лабораторных работ (2101063137)	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока					
3	Исследование тиристорного электропривода постоянного тока типа ЭТО1	2	-	Стенд лабораторный	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями					
4	Подготовка к пуску и пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2	2	Стенд лабораторный (2101042434)	ПК-8, ПК-9, ПК-10
4	Исследование теплового режима асинхронного электродвигателя	2	-	Стенд лабораторный	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 8. Аппаратура управления и защиты, автоматическое управление электроприводами					
8	Изучение и исследование аппаратуры управления и защиты электроприводов	2	-	Стенд лабораторный	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 10. Электропривод центробежных насосов и вентиляторов					
10	Исследование электропривода вентиляционной установки	2	2	Стенд лабораторный (2101042433)	ПК-8, ПК-9, ПК-10
10	Исследование электропривода водоснабжающей установки башенного типа	2	-	Стенд лабораторный	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 11. Электропривод транспортёров, центрифуг, крановых механизмов					
11	Исследование схемы управления	1	-	Стенд лабораторный	ПК-8, ПК-9,

	автоматизированным электроприводом поточной линии				ПК-10
ИТОГО:		16	6		

4.4 Практические занятия.

№	Наименование занятия	Объем в часах по формам обучения		Формируемые компетенции
		Очная	заочная	
Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока				
3	Расчет и построение естественных и искусственных характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением	2	-	ПК-8, ПК-9, ПК-10
3	Расчет пускового реостата для ДПТ. Вывод формулы для определения величины сопротивлений ступеней пускового реостата	2	-	ПК-8, ПК-9, ПК-10
3	Механические характеристики ДПТ с параллельным возбуждением в различных режимах торможения	2	2	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями				
4	Расчет и построение механических характеристик асинхронного двигателя	2	2	ПК-8, ПК-9, ПК-10
4	Уравнение движения электропривода. Определение времени пуска и торможения	2	-	ПК-8, ПК-9, ПК-10
4	Нагрев и охлаждение двигателя. Определение постоянной времени нагревания и охлаждения	2	-	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 6. Выбор электропривода по мощности				
6	Выбор электродвигателя по мощности. Режимы работы электродвигателей	2	2	ПК-8, ПК-9, ПК-10
Раздел 7. Энергетика электроприводов				
7	Расчет потерь в асинхронном двигателе	2	-	ПК-8, ПК-9, ПК-10
ИТОГО:		16	6	

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины	Вид СРС	Объем ак. часов		Формируемые компетенции
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения	
Раздел 1. Общие сведения об автоматизированном электроприводе	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций,	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10

	учебников, материалов сетевых ресурсов)			
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	1	2	
Раздел 2. Механика и динамика электропривода	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	1	22	
Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	1	2	
Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	1	2	
Раздел 5. Электроприводы с синхронными, вентильными и	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций,	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10

линейными двигателями	учебников, материалов сетевых ресурсов)			
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	1	2	
Раздел 6. Выбор электропривода по мощности	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	1	2	
Раздел 7. Энергетика электроприводов	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	-	2	
Раздел 8. Аппаратура управления и защиты, автоматическое управление электроприводами	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	-	-	
	Подготовка к тестированию	-	2	
Раздел 9. Общие вопросы электропривода в сельском хозяйстве	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций,	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10

	учебников, материалов сетевых ресурсов)			
	Выполнение индивидуальных заданий	9	9	
	Подготовка к тестированию	-	2	
Раздел 10. Электропривод центробежных насосов и вентиляторов	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	9	9	
	Подготовка к тестированию	-	2	
Раздел 11. Электропривод транспортёров, центрифуг, крановых механизмов	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	16	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	9	9	
	Подготовка к тестированию	-	2	
Раздел 12. Электропривод машин с кривошипно-шатунным механизмом	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	11	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Выполнение индивидуальных заданий	9	9	
	Подготовка к тестированию	-	2	
Раздел 13. Электропривод машин для приготовления и раздачи кормов	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых	10	16	ПК-8, ПК-9, ПК-10

	ресурсов)			
	Выполнение индивидуальных заданий	9	9	
	Подготовка к тестированию	-	4	
ИТОГО:		71	153	

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. Гурьянов Д.В., Учебно-методический комплекс по дисциплине «Электропривод» для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия, направленности (профиля) Электрооборудование и электротехнологии (утверждено протоколом заседания учебно–методического совета университета № 10 от «26» апреля 2018 г.).
2. Гурьянов Д.В., Методические указания по выполнению курсовой работы обучающихся по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, направленности (профиля) Электрооборудование и электротехнологии (утверждено протоколом заседания учебно–методического совета университета № 10 от «26» апреля 2018 г.)

4.6 Курсовое проектирование

Курсовой проект по дисциплине «Электропривод» направлен на закрепление и углубление знаний теоретической части курса, а также на освоение методов расчета и построения механических характеристик электродвигателя и рабочей машины, анализа переходных процессов, определения времени разбега и торможения системы с учетом приведенного момента инерции, определения потерь и расхода электроэнергии.

Основная цель проекта состоит в том, чтобы научить студентов практическому приложению знаний по отдельным разделам курса «Электропривод» при проектировании автоматизированных электроприводов конкретных машин и установок сельскохозяйственного производства.

ЗАДАНИЯ
на курсовое проектирование

Номер индивидуального задания определяют по двум последним цифрам шифра зачетной книжки (***С1*** - номер предпоследней цифры, ***С2*** - номер последней цифры) по таблице 1.

Таблица 1

Выбор номера индивидуального задания

C1 \ C2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
5	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2
6	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

8	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3
9	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Пример задания на проектирование:

Задание 1. Навозоуборочный транспортер кругового движения скребкового типа.

Таблица 1.1.

Варианты	**1.1**	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**1.5**
Количество коров в помещении	100	80	50	200	150
Число рядов коров	2	2	2	4	4
Суточный выход навоза от одной коровы, кг	30	25	35	30	25
Количество уборок в сутки	2	2	3	4	4
Скорость движения транспортера, м/с	0,17	0,25	0,2	0,19	0,23
Диаметр приводной звездочки	0,4	0,3	0,35	0,4	0,35

масса погонного метра скребковой цепи 6 кг/м;

шаг скребков 1 м;

коэффициент трения цепи по деревянному настилу 0,5 и стенки канала 1;

Сопротивление перемещению навоза, связанное с заклиниванием его между скребками и стенками канала, равно 15 Н. Давление на боковые стенки канала или желоба на один скребок принимается равным половине массы навоза. За одну уборку цепь горизонтального транспортера должна сделать 1,05 полного оборота. Момент трогания транспортера $M_{тр} = M_{xx}$.

Показатель степени в уравнении механической характеристики x = 0; длина транспортера принимается на основании технологической схемы уборки навоза.

В качестве регулятора загрузки наклонного транспортера используется электропривод горизонтального транспортера. Предусмотреть использование асинхронного электродвигателя с массивным ротором, регулирование частоты вращения которого осуществить с помощью тиристорного преобразователя напряжения. В качестве датчика загрузки наклонного транспортера использовать трансформатор тока.

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

1. Дать краткое описание приводных характеристик рабочей машины и начертить технологическую и кинематическую схемы установки.

2. Рассчитать (или получить другим способом) и построить нагрузочную диаграмму электродвигателя.

3. Выбрать тип электродвигателя по электрическим модификациям, по конструктивному исполнению, по климатическому исполнению, по степени защищенности от воздействия окружающей среды. Выбрать электродвигатель по частоте вращения и по мощности.

4. Рассчитать и построить механическую характеристику рабочей машины, приведенную к валу электродвигателя. Проверить выбранный электродвигатель по условиям пуска и по перегрузочной способности.

5. Определить приведенный к валу двигателя момент инерции рабочей машины.

6. Рассчитать и построить механическую характеристику электродвигателя (при многодвигательном приводе – для главного двигателя или двигателя с наиболее тяжелым режимом работы или пуска). Определить время пуска и торможения электропривода графоаналитическим и графическим методами. Определить фактическое и допустимое число пусков привода в час.

7. Проверить выбранный электродвигатель по тепловому режиму при работе и при пуске.

8. Определить активную и реактивную мощности, потребляемые из сети двигателем или

агрегатом в целом, и коэффициент мощности ($\cos\varphi$).

9. Составить электрические схемы управления электроприводами: функциональную, принципиальную и схему соединений. Дать описание работы электрической принципиальной схемы.

10. Выбрать аппаратуру управления и защиты.

11. Рассчитать показатели надежности электропривода.

Расчетная пояснительная записка выполняется на 25–30 страницах формата А4.

Графическая часть выполняется в виде двух чертежей формата А1.

На чертежах изображаются:

– технологическая схема процесса или рабочей машины, совмещенная с функциональной схемой с указанием мест расположения электродвигателей, элементов автоматики;

– принципиальная схема автоматического управления электроприводом;

– вид общий шкафа или пульта управления;

– монтажная схема одного комплекта электрооборудования (шкафа или пульта управления);

– спецификации;

– зависимости $M_{\partial}(\omega)$, $M_{c}(\omega)$, $M_{изб}(\omega)$, $\omega_{\partial}(t)$, $M_{\partial}(t)$, $M_{c}(t)$, $M_{изб}(t)$.

Требования, предъявляемые к проекту:

– все расчеты должны быть выполнены в Международной системе (СИ), пояснительная записка написана на листах формата А4 (210х297);

– в записке дается краткое обоснование методики расчета, расчетные формулы с подстановкой всех величин и результатов расчетов;

– оформляется пояснительная записка и чертежи в соответствии с действующими стандартами;

– в конце пояснительной записки приводится список использованной литературы;

– работа подписывается автором и проставляется дата ее выполнения.

4.7 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие сведения об электроприводе

Тема 2. Назначение и структура электропривода. Классификация электроприводов по различным признакам. Регулирование координат и принципы управления электроприводами. Основные показатели регулирования скорости. Замкнутая, разомкнутая схемы управления. Обратные связи: положительная, отрицательная, жесткая, мягкая, линейная, нелинейная. Элементы схем управления: датчики, регуляторы.

Раздел 2. Механика и динамика электропривода

Тема 3. Основные соотношения механики. Виды статической нагрузки (активная и реактивная) и механические характеристики производственных механизмов. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции и инерционных масс к валу двигателя. Совмещение механических характеристик электродвигателя и механизма, жесткость характеристик, статическая устойчивость электроприводов. Уравнения движения электропривода, режимы работы.

Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока (ДПТ)

Тема 4. Область применения. Основные соотношения для ДПТ. Двигатели постоянного тока с независимым, параллельным и последовательным возбуждением. Механические и рабочие характеристики ДТП в различных режимах работы. Энергетические режимы работы

ДПТ. Особенности механических характеристик ДПТ последовательного и смешанного возбуждения.

Тема 5. Регулирование скорости, тока и момента ДПТ. Регулирование тока и момента при пуске, торможении и реверсе. Регулирование скорости ДПТ с помощью резисторов в цепи якоря: схема, реализация, уравнение, естественная и искусственные механические характеристики, оценка реостатного способа регулирования, энергетические показатели.

Тема 6. Регулирование скорости ДПТ изменением магнитного потока: схема реализации, уравнение, естественная и искусственные механические характеристики, энергетические показатели. Особенности способа регулирования для ДПТ последовательного возбуждения. Диапазон регулирования.

Тема 7. Регулирование скорости ДПТ изменением подводимого к якорю напряжения. Электропривод по системе «генератор – двигатель», «управляемый выпрямитель – двигатель», «широтно-импульсный преобразователь – двигатель»: схемы реализации, уравнения, естественная и искусственные механические характеристики, энергетические показатели, основные достоинства и недостатки. Диапазон регулирования скорости. Схема широтно-импульсного преобразователя. Отличия этих систем по показателям управления скоростью.

Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями (АД)

Тема 8. Схемы замещения и основные соотношения для АД. Энергетические диаграммы асинхронной машины в режимах двигателя и генератора. Механические и рабочие характеристики АД: формула Клосса, характерные точки при различных режимах работы. Области применения электрических машин с короткозамкнутым и фазным ротором.

Тема 9. Способы пуска АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Тормозные режимы АД, характеристики.

Тема 10. Регулирование скорости АД. Регулирование скорости изменением жёсткости механической характеристики: изменением сопротивления в цепи обмотки ротора, регулированием напряжения.

Тема 11. Регулирование изменением синхронной скорости: изменением числа пар полюсов и частоты питающего напряжения. Частотное регулирование скорости АД. Преобразователи частоты (ПЧ) с автономным инвертором напряжения и автономным инвертором тока. Структура ПЧ-АД. Законы регулирования. Вопросы электромагнитной совместимости в приводах по системе ПЧ-АД. Области применения частотного регулирования, экономичность способа регулирования. Диапазон регулирования скорости.

Раздел 5. Электроприводы с синхронными, вентильными и линейными двигателями

Тема 12. Электропривод с синхронными двигателями: сфера применения, схема включения, характеристики, управление синхронными приводами. Регулирование реактивной мощности синхронных двигателей. Электропривод с вентильными двигателями: применение, структурные и принципиальные схемы, системы возбуждения.

Тема 13. Возможности применения линейных асинхронных двигателей (ЛАД) и линейных электромагнитных двигателей (ЛЭМД) в сельском хозяйстве, достоинства и недостатки, типовое исполнение.

Раздел 6. Выбор электродвигателя по мощности

Тема 14. Общие положения по выбору электродвигателя. Расчет мощности и предварительный выбор двигателя. Проверка выбранного двигателя по условиям пуска и перегрузки. Проверка выбранного двигателя по нагреву. Факторы, определяющие мощность электродвигателя. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Уравнение теплового баланса.

Классы изоляции. Допустимая температура нагрева. Классификация режимов работы по условиям нагрева.

Тема 15. Выбор мощности двигателя, проверка по теплоте двигателя методами средних потерь, эквивалентного тока, момента и мощности. Особенности проверки двигателей, работающих в продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. Допустимая частота включений АД с короткозамкнутым ротором.

Раздел 7. Энергетика электроприводов

Тема 16. Постоянные и переменные потери в электродвигателях. Зависимость переменных потерь от загрузки. Энергетика нерегулируемых электроприводов в установившихся режимах. Энергетические характеристики регулируемых электроприводов в установившихся режимах.

Тема 17. Энергетические показатели и потери энергии электроприводов в динамических режимах. Методы снижения потерь в электроприводах постоянного и переменного тока в динамических режимах.

Раздел 8. Аппаратура управления и защиты, автоматическое управление электроприводами

Тема 18. Аппаратура управления электроприводами и защиты, её назначение, классификация, характеристики, выбор.

Тема 19. Классификация систем управления электроприводами. Функции, выполняемые автоматизированными системами управления электроприводами (АСУЭП). Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов. Типовые структуры замкнутых АСУЭП.

Раздел 9. Общие вопросы электропривода в сельском хозяйстве

Тема 20. Характеристики машин и механизмов в сельскохозяйственном производстве. Классификация машин по приводным характеристикам. Особенности режимов и условий работы электрифицированных агрегатов в с.-х. производстве. Особенности применения частотного привода для машин и механизмов. Понятие о скалярных законах частотного управления. Понятие о векторных законах частотного управления. Области и особенности применения в с.-х. производстве.

Раздел 10. Электропривод центробежных насосов и вентиляторов

Тема 21. Приводные характеристики турбомеханизмов. Q-H характеристики турбомеханизмов и сети. Рабочая точка. Формулы приведения, приводные характеристики для вентиляторов и насосов при отсутствии противодавления.

Тема 22. Способы регулирования расхода (подачи) в системах водоснабжения и оценка их энергоэффективности. Регулирование дросселированием: реализация, энергоэффективность. Регулирование изменением частоты вращения. Системы стабилизации напора и расхода. Энергетические характеристики. Параллельная работа насосов.

Тема 23. Выбор мощности двигателя по характеристикам насоса. Выбор преобразователя частоты и закона регулирования.

Раздел 11. Электропривод транспортёров, центрифуг, крановых механизмов

Тема 24. Классификация транспортёров по назначению, и их статические нагрузки. Расчёт статических нагрузок. Выбор мощности двигателя и электроприводов к приводным станциям транспортёров.

Тема 25. Особенности приводных характеристик центрифуг. Типы электроприводов центрифуг. Определение мощности двигателя.

Тема 26. Устройство, режимы работы и характеристики крановых механизмов. Статические и динамические нагрузки. Режимные группы кранов и крановых механизмов.

Тема 27. Выбор электродвигателей крановых механизмов. Особенности повторно-кратковременного режима крановых механизмов. Применение расчётного цикла стандартной продолжительности и со стандартным ПВ для определения эквивалентного момента на валу двигателя кранового механизма.

Тема 28. Системы управления крановыми механизмами. Типовые релейно-контактные и бесконтактные логические схемы управления крановыми механизмами. Расчёт и выбор пускорегулировочных резисторов. Частотное управление крановыми механизмами.

Раздел 12. Электропривод машин с кривошипно-шатунным механизмом

Тема 29. Приводные характеристики с.-х. машин с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ). Схема действия сил и нагрузочная характеристика КШМ. Инерционная характеристика.

Тема 30. Выбор элементов маховикового электропривода. Нагрузочная характеристика электродвигателя. Выбор электродвигателя по мощности.

Тема 31. Особенности электропривода пилорам, схемы, приводные характеристики, режимы работы, выбор электродвигателя.

Раздел 13. Электропривод машин для приготовления и раздачи кормов

Тема 32. Кормоприготовительные машины (КПМ). Приводные характеристики. Случайный характер нагрузочных характеристик КПМ. Энергетические характеристики КПМ и возможности их оптимизации.

Тема 33. Требования к электроприводу и задачи управления КПМ. Системы стабилизации нагрузки и экстремального управления КПМ. Выбор электродвигателя по мощности.

Тема 34. Внутренний транспорт животноводческих ферм и тепличных хозяйств. Виды внутреннего транспорта с электроприводом на животноводческих фермах и в тепличных хозяйствах. Компоновочные схемы монорельсового транспорта с асинхронным электроприводом (вращающегося и линейного), расчет их характеристик.

5. Образовательные технологии

В ходе реализации данной образовательной программы используются инновационные образовательные технологии, составляющие определенную дидактическую систему, направленную на формирование объективной оценки опасных событий и обеспечивающие образовательные потребности каждого учащегося в соответствии с его индивидуальными особенностями.

Для этого используются как традиционные, так и интерактивные методы обучения на основе интеграции компетентностного и личностно-ориентированного подходов с элементами традиционного лекционно-семинарского и квазипрофессионального обучения с использованием интерактивных форм проведения занятий, исследовательской проектной деятельности и мультимедийных учебных материалов.

Вид учебных занятий	Образовательные технологии
Лекции	визуальная демонстрация материала - презентация с использованием средств мультимедиа, и с последующим обсуждением материала
Практические занятия	проведение расчетов и решение задач направленных на формирование конкретных представлений о устройстве и методам расчёта электропривода, а также по особенностям его применения для электрификации и автоматизации

	технологических процессов с.-х. производства
Самостоятельная работа	Использование как традиционных форм обучения, так и подготовка реферативных работ

6. Оценочные средства дисциплины (модуля)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Электропривод»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол-во
1	Раздел 1. Общие сведения об электроприводе	ПК-8; ПК-9	Тест	20
			Вопросы для экзамена	7
2	Раздел 2. Механика и динамика электропривода	ПК-8; ПК-9	Тест	20
			Вопросы для экзамена	5
3	Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока (ДПТ)	ПК-8; ПК-9	Тест	20
			Вопросы для экзамена	16
4	Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями (АД)	ПК-8; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	15
5	Раздел 5. Электроприводы с синхронными, вентильными и линейными двигателями	ПК-8; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	4
6	Раздел 6. Выбор электродвигателя по мощности	ПК-9; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	11
7	Раздел 7. Энергетика электроприводов	ПК-9; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	6
8	Раздел 8. Аппаратура управления и защиты, автоматическое управление электроприводами	ПК-8; ПК-9; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	5
9	Раздел 9. Общие вопросы электропривода в сельском хозяйстве	ПК-8	Тест	20
			Вопросы для экзамена	7
10	Раздел 10. Электропривод центробежных насосов и вентиляторов	ПК-9; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	11
11	Раздел 11. Электропривод	ПК-9; ПК-10	Тест	20

	транспортёров, центрифуг, крановых механизмов		Вопросы для экзамена	12
12	Раздел 12. Электропривод машин с кривошипно-шатунным механизмом	ПК-9; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	5
13	Раздел 13. Электропривод машин для приготовления и раздачи кормов	ПК-9; ПК-10	Тест	20
			Вопросы для экзамена	8

6.2 Перечень вопросов для экзамена

Раздел 1. Общие сведения об электроприводе (ПК-8; ПК-9)

1. Назначение и структура электропривода.
2. Классификация электроприводов по различным признакам.
3. Регулирование координат и принципы управления электроприводами.
4. Основные показатели регулирования скорости.
5. Замкнутая, разомкнутая схемы управления.
6. Обратные связи: положительная, отрицательная, жесткая, мягкая, линейная, нелинейная.
7. Элементы схем управления: датчики, регуляторы.

Раздел 2. Механика и динамика электропривода (ПК-8; ПК-9)

1. Основные соотношения механики.
2. Виды статической нагрузки (активная и реактивная) и механические характеристики производственных механизмов.
3. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции и инерционных масс к валу двигателя.
4. Совмещение механических характеристик электродвигателя и механизма, жесткость характеристик, статическая устойчивость электроприводов.
5. Уравнения движения электропривода, режимы работы.

Раздел 3. Электроприводы с двигателями постоянного тока (ДПТ) (ПК-8; ПК-9)

1. Основные соотношения для ДПТ.
2. Двигатели постоянного тока с независимым, параллельным и последовательным возбуждением.
3. Механические и рабочие характеристики ДТП в различных режимах работы.
4. Энергетические режимы работы ДПТ.
5. Особенности механических характеристик ДПТ последовательного и смешанного возбуждения.
6. Регулирование скорости, тока и момента ДПТ.
7. Регулирование тока и момента при пуске, торможении и реверсе.
8. Регулирование скорости ДПТ с помощью резисторов в цепи якоря: схема, реализация, уравнение, естественная и искусственные механические характеристики, оценка реостатного способа регулирования, энергетические показатели.
9. Регулирование скорости ДПТ изменением магнитного потока: схема реализации, уравнение, естественная и искусственные механические характеристики, энергетические показатели.

10. Особенности способа регулирования для ДПТ последовательного возбуждения.
11. Диапазон регулирования.
12. Регулирование скорости ДПТ изменением подводимого к якорю напряжения.
13. Электропривод по системе «генератор – двигатель», «управляемый выпрямитель – двигатель», «широтно-импульсный преобразователь – двигатель»: схемы реализации, уравнения, естественная и искусственные механические характеристики, энергетические показатели, основные достоинства и недостатки.
14. Диапазон регулирования скорости.
15. Схема широтно-импульсного преобразователя.
16. Отличия этих систем по показателям управления скоростью.

Раздел 4. Электроприводы с асинхронными двигателями (АД) (ПК-8; ПК-10)

1. Схемы замещения и основные соотношения для АД.
2. Энергетические диаграммы асинхронной машины в режимах двигателя и генератора.
3. Механические и рабочие характеристики АД: формула Клосса, характерные точки при различных режимах работы.
4. Области применения электрических машин с короткозамкнутым и фазным ротором.
5. Способы пуска АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Тормозные режимы АД, характеристики.
6. Регулирование скорости АД.
7. Регулирование скорости изменением жёсткости механической характеристики: изменением сопротивления в цепи обмотки ротора, регулированием напряжения.
8. Регулирование изменением синхронной скорости: изменением числа пар полюсов и частоты питающего напряжения.
9. Частотное регулирование скорости АД.
10. Преобразователи частоты (ПЧ) с автономным инвертором напряжения и автономным инвертором тока.
11. Структура ПЧ-АД.
12. Законы регулирования.
13. Вопросы электромагнитной совместимости в приводах по системе ПЧ-АД.
14. Области применения частотного регулирования, экономичность способа регулирования.
15. Диапазон регулирования скорости.

Раздел 5. Электроприводы с синхронными, вентильными и линейными двигателями (ПК-8; ПК-10)

1. Электропривод с синхронными двигателями: сфера применения, схема включения, характеристики, управление синхронными приводами.
2. Регулирование реактивной мощности синхронных двигателей.
3. Электропривод с вентильными двигателями: применение, структурные и принципиальные схемы, системы возбуждения.
4. Возможности применения линейных асинхронных двигателей (ЛАД) и линейных электромагнитных двигателей (ЛЭМД) в сельском хозяйстве, достоинства и недостатки, типовое исполнение.

Раздел 6. Выбор электродвигателя по мощности (ПК-9; ПК-10)

1. Общие положения по выбору электродвигателя.
2. Расчет мощности и предварительный выбор двигателя.
3. Проверка выбранного двигателя по условиям пуска и перегрузки.
4. Проверка выбранного двигателя по нагреву.
5. Факторы, определяющие мощность электродвигателя.

6. Нагрев и охлаждение электродвигателей.
7. Уравнение теплового баланса.
8. Классы изоляции. Допустимая температура нагрева. Классификация режимов работы по условиям нагрева.
9. Выбор мощности двигателя, проверка по теплоте двигателя методами средних потерь, эквивалентного тока, момента и мощности.
10. Особенности проверки двигателей, работающих в продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.
11. Допустимая частота включений АД с короткозамкнутым ротором.

Раздел 7. Энергетика электроприводов (ПК-9; ПК-10)

1. Постоянные и переменные потери в электродвигателях.
2. Зависимость переменных потерь от загрузки.
3. Энергетика нерегулируемых электроприводов в установившихся режимах.
4. Энергетические характеристики регулируемых электроприводов в установившихся режимах.
5. Энергетические показатели и потери энергии электроприводов в динамических режимах.
6. Методы снижения потерь в электроприводах постоянного и переменного тока в динамических режимах.

Раздел 8. Аппаратура управления и защиты, автоматическое управление электроприводами (ПК-8; ПК-9; ПК-10)

1. Аппаратура управления электроприводами и защиты, её назначение, классификация, характеристики, выбор.
2. Классификация систем управления электроприводами.
3. Функции, выполняемые автоматизированными системами управления электроприводами (АСУЭП).
4. Принципы автоматического управления пуском и торможением электроприводов.
5. Типовые структуры замкнутых АСУЭП.

Раздел 9. Общие вопросы электропривода в сельском хозяйстве (ПК-8)

1. Характеристики машин и механизмов в сельскохозяйственном производстве.
2. Классификация машин по приводным характеристикам.
3. Особенности режимов и условий работы электрифицированных агрегатов в с.-х. производстве.
4. Особенности применения частотного привода для машин и механизмов.
5. Понятие о скалярных законах частотного управления.
6. Понятие о векторных законах частотного управления.
7. Области и особенности применения в с.-х. производстве.

Раздел 10. Электропривод центробежных насосов и вентиляторов (ПК-9; ПК-10)

1. Приводные характеристики турбомеханизмов.
2. Q-H характеристики турбомеханизмов и сети. Рабочая точка.
3. Формулы приведения, приводные характеристики для вентиляторов и насосов при отсутствии противодавления.
4. Способы регулирования расхода (подачи) в системах водоснабжения и_оценка их энергоэффективности.
5. Регулирование дросселированием: реализация, энергоэффективность.
6. Регулирование изменением частоты вращения.
7. Системы стабилизации напора и расхода.

8. Энергетические характеристики.
9. Параллельная работа насосов.
10. Выбор мощности двигателя по характеристикам насоса.
11. Выбор преобразователя частоты и закона регулирования.

Раздел 11. Электропривод транспортёров, центрифуг, крановых механизмов (ПК-9; ПК-10)

1. Классификация транспортёров по назначению, и их статические нагрузки.
2. Выбор мощности двигателя и электроприводов к приводным станциям транспортёров.
3. Особенности приводных характеристик центрифуг.
4. Типы электроприводов центрифуг. Определение мощности двигателя.
5. Устройство, режимы работы и характеристики крановых механизмов. Статические и динамические нагрузки.
6. Режимные группы кранов и крановых механизмов.
7. Выбор электродвигателей крановых механизмов.
8. Особенности повторно-кратковременного режима крановых механизмов.
9. Применение расчётного цикла стандартной продолжительности и со стандартным ПВ для определения эквивалентного момента на валу двигателя кранового механизма.
10. Системы управления крановыми механизмами.
11. Типовые релейно-контактные и бесконтактные логические схемы управления крановыми механизмами. Расчёт и выбор пускорегулировочных резисторов.
12. Частотное управление крановыми механизмами.

Раздел 12. Электропривод машин с кривошипно-шатунным механизмом (ПК-9; ПК-10)

1. Приводные характеристики с.-х. машин с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ).
2. Схема действия сил и нагрузочная характеристика КШМ. Инерционная характеристика.
3. Выбор элементов маховикового электропривода.
4. Нагрузочная характеристика маховикового электродвигателя. Выбор электродвигателя по мощности.
5. Особенности электропривода пилорам, схемы, приводные характеристики, режимы работы, выбор электродвигателя.

Раздел 13. Электропривод машин для приготовления и раздачи кормов (ПК-9; ПК-10)

1. Кормоприготовительные машины (КПМ). Приводные характеристики.
2. Случайный характер нагрузочных характеристик КПМ.
3. Энергетические характеристики КПМ и возможности их оптимизации.
4. Требования к электроприводу и задачи управления КПМ.
5. Системы стабилизации нагрузки и экстремального управления КПМ. Выбор электродвигателя по мощности.
6. Внутренний транспорт животноводческих ферм и тепличных хозяйств.
7. Виды внутреннего транспорта с электроприводом на животноводческих фермах и в тепличных хозяйствах.
8. Компоновочные схемы монорельсового транспорта с асинхронным электроприводом (вращающегося и линейного), расчет их характеристик.

6.3Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) *«отлично»*	– полное *знание* учебного материала с раскрытием сущности и области применения основных положений – *умение* проводить обоснование основных положений, критически их анализировать – творческое *владение* методами практического применения всех положений дисциплины На этом уровне обучающийся способен творчески применять информацию для решения нестандартных задач	тестовые задания (30-40 баллов); вопросы к экзамену, (38-50 баллов); задания к ЛР (5-10 баллов)
Базовый (50 -74 балла) – *«хорошо»*	– *знание* основных положений учебного материала с раскрытием их сущности – *умение* проводить обоснование основных положений – *владение* методами практического применения основных положений дисциплины На этом уровне обучающийся способен комбинировать известную информацию и применять ее для решения большинства задач	тестовые задания (20-29 баллов); задания к ЛР (5-6 баллов); вопросы к экзамену (25-37 баллов)
Пороговый (35 - 49 баллов) – *«удовлетворительно»*	– поверхностное *знание* основных положений учебного материала – *умение* проводить обоснование основных положений с использование справочной литературы – *владение* методами практического применения типовых положений дисциплины На этом уровне обучающийся способен по памяти воспроизводить информацию и применять ее для решения типовых задач	тестовые задания (14-19 баллов); задания к ЛР (3-4 балла); вопросы к экзамену (18-24 балла)
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – *«неудовлетворительно»*	– *незнание* основных положений учебного материала – *неумение* проводить обоснование основных положений, даже с использование справочной литературы – *невладение* методами практического применения основных положений На этом уровне обучающийся не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять полученную информацию	тестовые задания (0-13 баллов); задания к ЛР (0-2 балла); вопросы к экзамену (0-17 баллов)

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

(модуля) подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная учебная литература

1. Шичков, Л. П. Электрический привод М.: КолосС, 2006

7.2 Дополнительная учебная литература

1. Фролов, Ю.М. Основы электрического привода. М.: КолосС, 2007

2. Шичков, Л. П. Электрический привод : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. П. Шичков. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 330 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9755-2. — Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/4186A334-31A4-4D6B-BF16-C0D8F3260AC7

7.3 Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.3.1 Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (https://e.lanbook.ru/) (договор на оказание услуг от 10.03.2020 № ЭБ СУ 437/20/25 (Сетевая электронная библиотека)

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (https://e.lanbook.ru/) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 03.04.2023 № 1)

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (https://e.lanbook.ru/) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 06.04.2023 № 2)

4. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 07.04.2023 № б/н)

5. Электронно-библиотечная система «AgriLib» ФГБОУ ВО РГАЗУ (http://ebs.rgazu.ru/) (дополнительное соглашение на предоставление доступа от 13.04.2023 № б/н к Лицензионному договору от 04.07.2013 № 27)

6. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»:

Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (https://rucont.ru/) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 04.04.2023 № 2702/бп22)

7. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (https://urait.ru/) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 06.04.2023 № 6)

8. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (https://vernadsky-lib.ru) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

9. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (https://rusneb.ru/) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

10. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскопечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (https://www.tambovlib.ru) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

7.3.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 03.02.2023 № 11481 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 22.12.2022 № 194-01/2023)

7.3.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 11.07.2022 № 530/2022)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - https://elibrary.ru/

3. Портал открытых данных Российской Федерации - https://data.gov.ru/

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - https://rosstat.gov.ru/opendata

5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (http://school-collection.edu.ru/catalog/)

6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru/).

7. Федеральный портал «Российское образование» (http://www.edu.ru/)

8.Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (http://fcior.edu.ru/).

9. Государственная научная педагогическая библиотека им. К.Д. Ушинского РАО (ГПНБ им. К.Д. Ушинского РАО) (http://gnpbu.ru)

10. Университетская информационная система Россия (УИС Россия) (https://uisrussia.msu.ru/)

7.3.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
	MicrosoftWindows,	MicrosoftCorpor	Лицензионное	-	Лицензия

	OfficeProfessional	ation			от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
	Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софтекс» от 06.07.2022 № б/н, срок действия: с 22.11.2022 по 22.11.2023
	МойОфисСтандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiaus.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 17.04.2023 № 6627, срок действия: с 17.04.2023 по 16.04.2024
	AcrobatReader - просмотр документов PDF, DjVU	AdobeSystems	Свободно распространяемое	-	-
	FoxitReader - просмотр документов PDF, DjVU	FoxitCorporation	Свободно распространяемое	-	-

7.3.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации https://cdto.wiki/

7.3.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoardhttps://sboard.online
4. Виртуальная доска Padlet: https://ru.padlet.com
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru

8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello http://www.trello.com

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/417)	1. ВАФ-А Вольтамперфазометр с двумя клещами (инв. №2101045320) 2. Влагомер для почвы 46908 (инв. №2101045233) 3. Дальномер проф.BOSCH (инв. №2101045234) 4. Карманный компьютер (инв. №2101042441) 5. Котроллер для систем отопления и горячего водоснабжения (ТРМ-32-Щ4,01) (инв. №2101045327) 6. Микропроцессор (инв. №2101042412) 7. Микроскоп (инв. №2101065254) 8. Плоттер HP (инв. №2101045096) 9. Прибор энергетика многофункциональный ПЭМ-02И с архивированием данных (3шт.) (инв. №2101045330) 10. Прибор энергетика многофункциональный ПЭМ-02И с архивированием данных (3шт.) (инв. №2101045331) 11. Разработка-программы (инв.№2101062153) 12. Проектор Epson EB-S 72 (инв №2101045098) 13. Котроллер для систем отопления и горячего водоснабжения (ТРМ-32-Щ4,01) (инв.№2101045327) 14. MPI-508 Измеритель параметров электробезопасности электроустановок. Прибор аналого-цифровой (инв.№2101045319) 15. Принтер (инв. №2101042423) 16. Холодильник "Samsung"SG 06 DCGWHN (инв.№210105328) 17. Цифровой аппарат Olimpus E-450 (инв.№2101065306) 18. Экран на штативе Projecta	1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).

	(инв.№2101065233) 19. Компьютер торнадо Core-2 (инв.№1101044319, 110104318, 110104317, 1101043116, 110104315, 110104314, 110104313, 110104312) 20. Ноутбук NB (инв.№1101043285) 21. Ноутбук Acer eME732G-373 G32 Mnkk Ci3 370M/3G/320/512 Mb Rad HD5470/DVDRWWF/Cam (инв.№1101047359) 22. Ноутбук Sam sung NP-RV408-A01 T3500/2G/250G/iGMA/DVDRW/WiFi/W7 HB/14HD LED (инв.№1101047357) 23. Концентратор (инв.№1101060926) 24. Спутниковая навигация Desay (инв.№110104311, 110104310, 110104309, 110104308, 110104307) 25. Ноутбук Sam sung NP-RV408-A01 T3500/2G/250G/iGMA/DVDRW/WiFi/W7 HB/14HD LED (инв.№110107356, 110107355, 110107354, 110107353, 110107352, 110107351, 110107350) 26. Конвектор "Edisson" S05 UB (инв. № 000000000012277) 27. Счетчик воды МЕТЕР СВ-15 (горячей) (инв. № 000000000012009, 000000000012010) 28. Счетчик воды МЕТЕР СВ-15 (холодной) (инв. № 000000000012007, 000000000012008) 29. Увлажнитель воздуха "Polaris" PUH 1545 белый/синий 30W ультразвук (инв. № 000000000012280) 30. ЭИ 5001 Фазоуказатель (инв. № 000000000011983) 31. Бокорезы (инв. № 000000000015361) 32. Перометр РТ-8811 (инв. № 000000000017574) 33. Понетциометр (инв. № 000000000017567) 34. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий. Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лаборатория	1. Лабораторный стенд (инв. № 2101042429) 2. Тахометр ТЭ-204 (инв. №2101042417) 3. Автотрансформатор TDGC2-2кВт (ЛАТР) (инв. №2101045235)	

электрических машин и электропривода) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/409)	4. Стенд лабораторный(инв.№2101042437, 2101042435, 2101042434, 2101042433, 2101042431, 2101044207) 5. Стенд "Сварочный трансформатор" (инв. №2101042425) 6. Стенд на базе процессора (инв. №2101063178) 7. Стенд № 63 для лабораторных работ (инв. №2101063138) 8. Стенд № 64 для лабораторных работ (инв. №2101063139) 9. Стенд № 171 для лабораторных работ (инв. №2101063136) 10. Стенд № 172 для лабораторных работ (инв. №2101063137)	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лаборатория автоматизации автоматических процессов) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/412)	1. Стенд лабораторный (инв. №2101063126, 2101063125, 2101063124, 2101063123, 2101063122, 2101063121) 2. Прибор Р-377 (инв. №1101040028)	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лаборатория элетротехники и электроники) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/415)	1. Генератор выс.частоты (инв. №1101044303) 2. Генератор сигнала (инв. №1101044304) 3. Лабораторный стенд(инв.№1101044215, 1101044214, 1101044213, 1101044212, 1101044211, 1101044210, 1101044209, 1101044208) 4. Лазерный излучатель ЛПУ-101 (инв. №1101060921) 5. Манипулятор МП-9 (инв. №1101044171) 6. Ноутбук Acer eME732G-373 G32 Mnkk Ci3 370M/3G/320/512 Mb Rad HD5470/DVDRWWF/Cam (инв. №1101047358) 7. Осцилограф С-1-112 (инв. №1101044301) 8. Осцилограф С-1-73 (инв. №1101044302) 9. Внешний экран ,в комплекте с ПО Hot Find-L (инв. №2101045105) 10. Компьютер Пентиум-3 (инв. №1101042563) 11. Компьютер Р-4 (инв. №1101041463) 12. Компьютер С-500 (инв. №2101041452) 13. Объектив 24 L ST стандартный (инв.	1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).

	№2101045104) 14. Ноутбук ASUS (инв. №2101045095) 15. Тепловизор с видеокамерой ,без внешнего экрана HotFind (инв. №2101045106) 16. Мегометр (инв. №2101062193)	
Помещение для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д.101 - 4/10)	1. Компьютер в составе: процессор Intel 775 Core Duio E440, монитор 19" Acer (инв. № 2101045116, 2101045113) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно). 3. Система Консультант Плюс, договор от 10.03.2017 № 7844/13900/ЭС; Система Консультант Плюс, договор от 20.02.2018 № 9012 /13900/ЭС; Система Консультант Плюс, договор от 01.11.2018 № 9447/13900/ЭС; Система Консультант Плюс, договор от 26.02.2019 № 9662/13900/ЭС. 4. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ», договор от 27.12.2016 № 154-01/17; Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ», договор от 09.01.2018 № 194-01/2018СД; Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ», договор от 02.07.2018 № 194-02/2018СД. 5. Программное обеспечение «Антиплагиат. ВУЗ»

		(лицензионный договор от 21.03.2018 №193, бессрочно; лицензионный договор от 10.05.2018 №193-1, бессрочно). 6. Информационно-образовательная программа «Росметод» (договор от 17.07.2018 № 2135). 7. Лицензионное ПО ИТС 1С: Предприятие 8.3z, ИТС 1С: Университет Проф (контракт от 19.04.2016 №0364100000816000015, срок действия 19.04.2017). 8. Лицензионное ПО ИТС 1С: Предприятие 8.3z, ИТС 1С: Университет Проф (контракт от 16.05.2017 №0364100000817000007, срок действия 07.11.2018). 9. Лицензионное ПО ИТС 1С: Предприятие 8.3z, ИТС 1С: Университет Проф (контракт от 05.06.2018 №0364100000818000016, срок действия 07.11.2019).

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата), утвержденного от 20.10.2015 № 1172.

Авторы:
доцент кафедры агроинженерии и электроэнергетики, к.т.н.

__ __/__Гурьянов Д.В. /
подпись расшифровка

ассистент кафедры агроинженерии и электроэнергетики

___ ____/___Зайцев Ю.К.__/
подпись расшифровка

Рецензент:
доцент кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса, к.т.н.

_____ /___Астапов С.Ю.__/
подпись расшифровка

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агроинженерии и электроэнергетики, протокол №8 от 23 мая 2016 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 6 от «11» июля 2016 г.

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол № 11 от 14 июля 2016 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агроинженерии и электроэнергетики, протокол № 8 от 14 апреля 2017 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 17 апреля 2017 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от «20» апреля 2017 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агроинженерии и электроэнергетики, протокол №9 от 13 апреля 2018г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 16 апреля 2018г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 10 от «26» апреля 2018 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агроинженерии и электроэнергетики, протокол № 9 от 15 апреля 2019 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 22 апреля 2019г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 25 апреля 2019 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Агроинженерии и электроэнергетики, протокол №7 от 7 апреля 2020г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 13 апреля 2020г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол №9 от 23 апреля 2020г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агроинженерии и электроэнергетики, протокол № 8 от 15 марта 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 5 апреля 2021г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 22 апреля 2021 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агроинженерии и электроэнергетики, протокол № 8 от 11 апреля 2022 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 7 от 14 апреля 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 21 апреля 2022 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агроинженерии и электроэнергетики, протокол № 9 от 6 июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 10 от 19 июня 2023 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 10 от 22 июня 2023 г.