

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

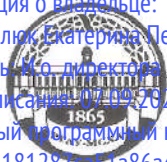
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 04.10.2022 16:44:74

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра «Тракторы и автомобили»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина


Е.П. Парлюк
« 22 » октября 2022 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.04 «Теория и расчет электрических энергетических средств»

для магистратуры

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 – Агроинженерия

Направленность: Цифровые технические системы в агробизнесе

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик: Бижаев А.В., к.т.н., ст. преподаватель

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


«30» августа 2022 года

Рецензент: Чепурина Е.Л., д.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


«30» августа 2022 года

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 – Агроинженерия, профессионального стандарта 33.005 – Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом осмотре, профессионального стандарта 13.001 – Специалист в области механизации сельского хозяйства, 31.004 – Специалист по мехатронным системам автомобиля и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры тракторов и автомобилей, протокол № 1 от 29 августа 2022 года.

Зав. кафедрой Дидманидзе О. Н., академик РАН


(подпись)

«30» августа 2022 года

Согласовано:

/Председатель учебно-методической комиссии

Института механики и энергетики

имени В.П. Горячкина Дидманидзе О. Н., академик РАН

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

протокол №1 от 30 августа 2022г.


«30» августа 2022 г.

Заведующий

выпускающей кафедрой

тракторов и автомобилей Дидманидзе О.Н., академик РАН

_____ (ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«30» августа 2022 г.

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ерминова Я.В.

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре	6
4.2 Содержание дисциплины	10
4.3 Лекции и практические занятия	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	21
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания ..	30
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	32
7.1 Основная литература	32
7.2 Дополнительная литература	33
7.3 Нормативные правовые акты	33
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	33
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	36
11.1 Виды и формы отработки пропущенных занятий	36
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	37

Аннотация
рабочей программы дисциплины
Б1.В.01.04 «Теория и расчет электрических энергетических средств»
по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», направленности «Цифровые
технические системы в агробизнесе» (магистратура)

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов навыка мониторинга и анализа информации о новых конструкциях узлов, агрегатов и систем мобильных машин с электрическим приводом и методов обеспечения заданного уровня параметров технического состояния на основе знаний нормативной базы в области безопасности дорожного движения, охраны окружающей среды, данных нормативно-технической документации заводов-производителей в отношении технического состояния и потенциального ресурса, а также информации об исследуемой мобильной машине с электроприводом и сравнение измеренных параметров технического состояния; получение опыта работы с программно-аппаратными комплексами с учетом требований и рекомендаций производителей технологического оборудования, требований к техническому состоянию мобильных электрических машин; приобретение способности принятия решений о соответствии технического состояния мобильных электрических машин и требованиям безопасности дорожного движения и экологическим требованиям на основе данных нормативно правовых документов, а также о методах обеспечения соответствия фактического технического состояния парка мобильных машин с электроприводом организации требованиям нормативных документов в области безопасности дорожного движения и охраны окружающей среды

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений в профессиональный модуль на направленности «Цифровые технические системы в агробизнесе» учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Требование к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3.

Краткое содержание дисциплины: История развития мобильных энергетических средств на электротяге. Концепции устройства электрических тракторов и автомобилей. Основные параметры и характеристики мобильных машин с электроприводом. Особенности тягово-динамического расчёта транспортных средств с электроприводом. Критерии определения типа и параметров накопителя электроэнергии при проектировании транспортных средств с электроприводной системой. Критерии определения типа и параметров электрических машин при проектировании мобильных машин с электроприводом. Особенности управления электроприводом различного типа. Диагностика систем в мобильных машинах с электроприводом. Воздействие мобильных машин с электроприводом на окружающую среду. Развитие элементной базы в условиях современного рынка и прогнозы изменения технического облика транспортных средств с комбинированными энергоустановками в будущем. Современная инфраструктура для эксплуатации мобильных машин с электроприводом.

Общая трудоемкость дисциплины / в т.ч. практическая подготовка: 108/4 часов, 3 зачетные единицы.

Промежуточный контроль: РГР, экзамен – 4 семестр.

1. Цель освоения дисциплины

В Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации № 1734-р «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» от 22 ноября 2008 года) среди ключевых задач значатся снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду, в частности, за счет применения экологически безопасных видов транспортных средств; расширения применения транспортных средств с высокой топливной экономичностью, соответствующих мировому уровню; стимулирования использования транспортных средств, работающих на альтернативных источниках (не нефтяного происхождения). Также предлагается к 2030 году перевести 50 % автомобильных парков крупных городов на альтернативные виды топлива или комбинированные источники энергии.

Из изложенного следует, что в ближайшем будущем разработка и обоснование эффективных и рациональных способов обеспечения эксплуатации тягово-транспортных средств с электроприводом и комбинированной энергоустановкой (КЭУ) является актуальным вопросом, имеющим высокое учебное, научное и практическое значение.

Целью освоения дисциплины «Теория и расчет электрических энергетических средств» является формирование у студентов навыка мониторинга и анализа информации о новых конструкциях узлов, агрегатов и систем мобильных машин с электрическим приводом и методов обеспечения заданного уровня параметров технического состояния на основе знаний нормативной базы в области безопасности дорожного движения, охраны окружающей среды, данных нормативно-технической документации заводов-производителей в отношении технического состояния и потенциального ресурса, а также информации об исследуемой мобильной машине с электроприводом и сравнение измеренных параметров технического состояния; получение опыта работы с программно-аппаратными комплексами с учетом требований и рекомендаций производителей технологического оборудования, требований к техническому состоянию мобильных электрических машин; приобретение способности принятия решений о соответствии технического состояния мобильных электрических машин и требованиям безопасности дорожного движения и экологическим требованиям на основе данных нормативно правовых документов, а также о методах обеспечения соответствия фактического технического состояния парка мобильных машин с электроприводом организации требованиям нормативных документов в области безопасности дорожного движения и охраны окружающей среды.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Теория и расчет электрических энергетических средств» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений в профессиональный модуль на направленности «Цифровые технические системы в агробизнесе» учебного плана. Дисциплина «Теория и расчет электрических энергетических средств» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и учебного плана по направлению 35.04.06 «Агроинженерия».

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» являются: «**Моделирование в агроинженерии**» (1 курс 2 семестр), «**Цифровые системы диагностики мобильных энергетических средств**» (1 курс 2 семестр), «**Диагностика электронных систем управления мобильных энергетических средств**» (1 курс 2 семестр), «**Электронные средства управления**» (1 курс 2 семестр), «**Возобновляемые источники энергии и альтернативные топлива в АПК**» (2 курс 1 семестр), «**Интеллектуальные и электронные системы в сельском хозяйстве**» (2 курс 1 семестр), «**Теория и расчет мобильных энергетических средств**» (2 курс 1 семестр).

Дисциплина «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» является одной из основополагающей для подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы в рамках государственной итоговой аттестации.

Дисциплина «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» является сопутствующей для изучения следующих дисциплин: «**Методы повышения эффективности мобильных систем**» (2 курс 2 семестр), «**Модернизация инженерно-технической системы АПК**» (2 курс 2 семестр).

Особенностью дисциплины является направленность на решение как практических вопросов, связанных с изучением конструктивного исполнения отдельных элементов и полнокомплектных мобильных машин с электроприводными системами и комбинированными энергоустановками, приспособленности к эксплуатации такой техники в реальных производственных условиях, так и теоретических вопросов, связанных с научными подходами к определению конструкций машин и стратегий обеспечения технической эксплуатации мобильных машин новых типов.

Рабочая программа дисциплины «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **3 зач.ед. (108 часов в том числе практическая подготовка 4 часа)**, их распределение по видам работ **в семестре** представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-4	Способен осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	ПКос-4.1 Знает методы сравнительного анализа основных характеристик машин и оборудования и источники получения достоверной информации	методы сравнительного анализа технических систем, правила пользования интерфейсом прикладных диагностических и сервисных программ, способы сбора и обработки информации, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, crocodile technology 3D, Matlab Simulink, Proteus, интернет-браузер и др.	применять информационные технологии, работать с программно-аппаратными комплексами, источниками информации на различных носителях, актуализировать нормативно-техническую документацию предприятия и использовать современные методы анализа основных характеристик машин и оборудования, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, crocodile technology 3D, Matlab Simulink, Proteus, интернет-браузер и др.	Методами анализа характеристик машин и оборудования, опытом работы с различными видами программно-аппаратных комплексов; навыками работы с нормативно-технической документацией, в том числе на источниках информации на различных носителях, , в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, crocodile technology 3D, Matlab Simulink, Proteus и др.
			ПКос-4.2 Умеет оценивать возможность адаптации существующих технологических систем с применением цифровых технологий	общую структуру логики передачи и обработки цифровых сигналов, используемых автоматизированными системами мобильных энергетических средств; общие принципы построения электронных узлов на уровне электронных схем, в том числе с использованием цифровых инструментов, таких как интернет - браузер, crocodile technology 3D, matlab Simulink, Proteus	выполнять настройку контрольно-измерительных приборов для оценки состояния электронных компонентов и систем, выбирать их режим работы и делать обоснованные заключения о возможности их использования в конкретных условиях; оценивать текущую ситуацию по использованию электронных систем для цифровой обработки по оцениваемым параметрам, в том числе с использованием цифровых инструментов Dip Trace, crocodile technology 3D, matlab Simulink, Proteus	методиками адаптации существующих технологических систем с применением цифровых систем и электронных компонентов; методиками оценки современных цифровых электронных систем; методиками анализа работы автоматизированных электронных систем на тракторах и автомобилях, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Dip Trace, crocodile technology 3D, matlab Simulink, Proteus и др.

			ПКос-4.3 Владеет навыками обоснованного выбора наилучших вариантов технических решений с применением цифровых и информационных технологий	сведения о содержании технологических процессов технологии эксплуатации мобильных машин, обеспечивающих выполнение агротехнических требований и требований нормативных документов в области безопасности дорожного движения и охраны окружающей среды, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных инструментов, Excel, Word, Интернет-браузер	обосновывать соблюдение технологии и принимать участие в эксплуатации мобильных машин; определять оптимальные критерии выбора техники для выполнения механизированных работ, осуществлять выбор оптимальных технических решений, связанных с разработкой и эксплуатацией мобильных машин, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, Word, matlab Simulink, Proteus и др.	навыками обоснованного выбора наилучших вариантов технических решений, методами анализа реализации технологии эксплуатации мобильных машин; навыками выполнения отдельных элементов или всего технологического процесса механизированных работ, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, Word, matlab Simulink, Proteus и др.
2.	ПКос-5	Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции с применением цифровых технологий	ПКос-5.1 Знает правила эксплуатации технологического оборудования и технологических комплексов	особенности конструкции, технические и эксплуатационные характеристики мобильной машины, правила и стандарты технического обслуживания и ремонта организации-изготовителя мобильной машины, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных инструментов, Excel, Word, Интернет-браузер	обосновывать мероприятия по совершенствованию процесса технического обслуживания и эксплуатации мобильной машины и ее компонентов; анализировать результаты внедрения новых технологий и способов технического обслуживания и ремонта, контролировать соблюдение технологий технического обслуживания и ремонта, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных инструментов, Excel, Word, Интернет-браузер	опытом оценки состояния мобильной машины после выполнения технического обслуживания или эксплуатации, учета выполненных работ технического обслуживания и ремонта, опытом анализа проблем и причин несвоевременного выполнения работ технического обслуживания и ремонта, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных инструментов, Excel, Word, Интернет-браузер
			ПКос-5.2 Умеет анализировать эффективность использования сложных технических систем	методику и оборудование для определения эффективности систем мобильных машин, тракторов, автомобилей, двигателей и их систем; номенклатуру основного программ-	оценивать эксплуатационные показатели использования тракторов и автомобилей, проводить их анализ; использовать интернет ресурс и методы информационных технологий для выполнения расчетов по оценки	методами экспертной оценки типичных отказов и технического состояния работы отдельных механизмов и систем электрооборудования; приемами работы на ЭВМ и методами программного обеспе-

				ного обеспечения и интернет-ресурса о методах расчета, испытаний и правилах эксплуатации мобильных энергетических средств в том числе с использованием цифровых инструментов (интернет браузер)	показателей и анализа эффективности работы машин и их агрегатов; использовать различные контрольно-измерительные приборы для оценки параметров работы электрооборудования, в том числе с использованием цифровых инструментов (интернет браузер)	чения для проведения расчетов и анализа производственных показателей работы энергетических средств, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, Word, matlab Simulink, Proteus и др.
		ПКос-5.3 Владеет навыками организации высокоэффективного использования машин и оборудования с применением цифровых технологий	конструкцию и характеристики тракторов, автомобилей, их механизмов и систем; основные стандарты на испытания эксплуатируемой техники; основы теории рабочих процессов автомобилей, тракторов и их двигателей; оборудование и методики, применяемые при экспериментальных исследованиях тракторов, автомобилей, их механизмов, систем, комплекса мобильных энергетических средств в целом, в том числе с использованием цифровых инструментов, таких как интернет-браузер	оценить степень совершенства, достоинства и недостатки автомобилей, тракторов и их двигателей, и формулировать задачи по организации проведения исследований рабочих и технологических процессов машин и технологических комплексов. Практически применять изученные существующие стандарты для оценки степени совершенства техники, создаваемой и эксплуатируемой в АПК, в том числе с использованием цифровых технологий, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, Word, matlab Simulink, Proteus и др.	навыками организации высокоэффективного использования машин и оборудования; приемами практического проведения экспериментальных исследований на отечественном и зарубежном оборудовании; сбора данных по эксплуатации автотракторной техники, методами статистической обработки результатов исследований, в том числе с использованием цифровых технологий с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Dip Trace, crocodile technology 3D, matlab Simulink, Proteus и др.	

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час
	всего / в том числе практическая подготовка
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/4
1. Контактная работа	70,4/4
Аудиторная работа:	70,4/4
<i>в том числе:</i>	
лекции (Л)	24
практические занятия (ПЗ)	44/4
консультации	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	37,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка практическим занятиям, текущему и промежуточному контролю и т.д.)</i>	4
Выполнение РГР	9
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ (всего/*)	ПКР	
Раздел 1. Основы конструкции и принципы работы мобильных машин с электроприводом					
Тема 1. Общие концепции электротракторов и электромобилей	6,5	2	4	-	0,5
Тема 2. Устройство и функционирование современных электротракторов и электромобилей	8,5	2	6	-	0,5
Раздел 2. Устройство и работа силовых энергоустановок в электрических мобильных машинах					
Тема 3. Источники питания для электрических мобильных машин	10,5/2	4	6/2	-	0,5
Тема 4. Электропривод мобильных машин	10,5/2	4	6/2	-	0,5
Тема 5. Управление нагрузкой электропривода	8,5	2	6	-	0,5
Раздел 3. Характеристики и параметры работы мобильных электроприводных машин					
Тема 6. Тяговые и динамические характеристики тракторов и автомобилей с электроприводом	12,5	6	6	-	0,5
Тема 7. Экологическая безопасность использования мобильных машин с электроприводом	8,5	2	6	-	0,5
Раздел 4. Эксплуатация и обслуживание электрических мобильных машин в современных условиях					
Тема 8. Эксплуатация и обслуживание электрических тракторов и автомобилей	6,5	2	4	-	0,5
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
Подготовка к экзамену	24,6	-	-	-	24,6
Выполнение РГР	9	-	-	-	9
Консультации	2	-	-	-	-
Всего за семестр	108/4	24	44/4	0,4	37,6
Итого по дисциплине	108/4	24	44/4	0,4	37,6

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Основы конструкции и принципы работы мобильных машин с электроприводом

Тема 1. Общие концепции электротракторов и электромобилей.

История создания мобильных машин с электроприводной силовой установкой. Особенности развития систем электрооборудования транспортных средств. Совершенствование системы электрооборудования тягово-транспортного средства. Гибридные автомобили, компоновки гибридных автомобилей. Параллельная и последовательная схема. Тягово-транспортные средства с электрической трансмиссией. Достоинства и недостатки электрического привода. Режимы работы электрического привода. Компоновочная схема тягово-транспортного средства с комбинированной установкой, факторы, влияющие на компоновочные схемы. Структурная схема тягового привода автомобиля. Определение требований к накопителям и показатели их эффективности. Режимы работы комбинированной энергоустановки. Принципы компоновки элементов на шасси при проектировании транспортных средств с комбинированной энергоустановкой. Принципы выбора типа схемы управления. Использование импульсных преобразователей. Способы повышения коэффициента запаса энергии и снижения нагрева тяговых батарей. Системы «старт-стоп».

Тема 2. Устройство и функционирование современных электротракторов и электромобилей.

Накопители энергии для транспортных и транспортно-технологических машин. Тяговое сопротивление рабочих машин. Определение переходных режимов электропривода гибридного тягово-транспортного средства. Мощностная и моментная характеристика тягового электродвигателя. Обеспечение устойчивой постоянной скорости транспортной или транспортно-технологической машины. Регенерация энергии во время торможения. Критерии подбора накопительных элементов. Моделирование движения автомобиля. Показатели функционирования аккумуляторных батарей. Показатели функционирования суперконденсаторов. Статические энергетические потери суперконденсаторов. Динамические энергетические потери суперконденсаторов. Синхронные и асинхронные электрические машины, устройство, характеристики. Установившееся движение. Неустановившееся движение. Поля эффективности работы синхронного двигателя. Типоразмерный ряд асинхронных двигателей. Мотор-редукторы. Двухзазорные синхронные электродвигатели. Устройство мотор-колес.

Раздел 2. Устройство и работа силовых энергоустановок в электрических мобильных машинах.

Тема 3. Источники питания для электрических мобильных машин.

Типаж и перспективы развития аккумуляторных батарей. Типаж и перспективы развития конденсаторных накопителей. Факторы, влияющие на надежность работы аккумуляторных батарей и конденсаторных накопителей. Различные типы аккумуляторных батарей, их характеристики и область приме-

нения. Характеристики литий-ионных аккумуляторных батарей. Процессы разрядки и зарядки аккумуляторов. Расчет остаточной емкости аккумуляторной батареи. Анализ методов выравнивания заряда на аккумуляторных ячейках Li-Ion-тяговой высоковольтной батареи. Экспериментальные исследования характеристик тяговых аккумуляторных батарей.

Тема 4. Электропривод мобильных машин.

Назначение и классификация типов электропривода, используемого для мобильных машин. Электрические машины постоянного тока, устройство, характеристики. Синхронные и асинхронные электрические машины, устройство, характеристики. Особенности электродвигателей-генераторов, их устройство и характеристики. Особенности устройства и обслуживания мотор-колеса. Трансмиссии транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей.

Раздел 3. Характеристики и параметры работы мобильных электроприводных машин.

Тема 5. Управление нагрузкой электропривода.

Системы, предназначенные для управления электрической нагрузкой электропривода. Общие понятия о полупроводниках и электронных компонентах на их основе. Назначение, классификация, устройство и принцип работы инверторов. Характеристики инверторов. Алгоритмы управления инверторами электрического привода различного типа.

Тема 6. Тяговые и динамические характеристики тракторов и автомобилей с электроприводом.

Элементы системы обеспечения эффективности транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей и научные подходы обоснования их характеристик. Построение тягово-динамических характеристик электрических тракторов и автомобилей. Сравнение характеристик тракторов и автомобилей на электрической тяге с характеристиками на тяге от двигателя внутреннего сгорания. Оптимизация работы мобильных машин с электроприводом за счёт анализа сравнительных характеристик. Получение характеристик в процессе тяговых испытаний и их анализ.

Тема 7. Экологическая безопасность использования мобильных машин с электроприводом.

Вклад электрических и гибридных транспортных средств в снижение негативного воздействия. Экологическая безопасность автотранспортного комплекса. Виды и источники воздействий на окружающую среду. Характеристики токсичных веществ в выбросах отработавших газов. Создание, производство и эксплуатация электрических и гибридных транспортных средств на транспорте. Использование накопителей электрической энергии в электрических и гибридных транспортных средствах транспортного и сельскохозяйственного назначения. Экологизация производства электроэнергии для станций заряда тяговых аккумуляторных батарей. Безопасность эксплуатации электрического аккумулятора

и его утилизация. Электроэнергия для мобильных электрических и гибридных транспортных средств. Прогноз развития рынка электрических и гибридных транспортных средств в мире и оценка возможностей энергетики в России. Новые технологические платформы («Зеленый автомобиль», «Инновационная дорога», «Электрический транспорт». Опыт разработки транспортных и транспортно-технологических машин с комбинированными энергоустановками в МГАУ имени В.П. Горячкина, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, МНПО «ЭКОНД», МВТУ имени Н.Э. Баумана, МАДГТУ (МАДИ), ГНУ ВИМ, ГНУ ГОСНИТИ и др.

Раздел 4. Эксплуатация и обслуживание электрических мобильных машин в современных условиях.

Тема 8. Эксплуатация и обслуживание электрических тракторов и автомобилей.

Предпосылки создания зарядных станций. Применение зарядных/накопительных станций в сельскохозяйственном производстве. Стандарты зарядных устройств и средств коммутации. Станции по быстрой смене тяговых аккумуляторных батарей. Объекты инфраструктуры обслуживания транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Основы эффективной работы подсистемы технической эксплуатации транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Моделирование и оптимизация режима работы постов зарядки накопителей транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Обеспечение надежной работы средств обслуживания и транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Определение параметров зарядной станции в зависимости от режимов работы транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Определение количества зарядных станций в зависимости от парка транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей.

Методики диагностирования аккумуляторной батареи. Технологии диагностирования, технического обслуживания и ремонта тяговых электродвигателей.

4.3 Лекции и практические занятия

В рамках изучения дисциплины «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» предусмотрено проведение лекций, лабораторных и практических занятий в которых рассматриваются прикладные вопросы, **связанные с изучением конструкции и технической эксплуатации транспортных средств с комбинированными энергоустановками, а также полностью электрических транспортных средств.**

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Раздел 1. Основы конструкции и принципы работы мобильных машин с электроприводом.				14
Тема 1 «Общие концепции электротракторов и электромобилей»	Лекция № 1. «Классификация и концепция создания мобильных электроагрегатов и особенности их использования» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Практическое занятие № 1 «Изучение элементной базы и конструкции электротрактора и электромобиля».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 2. «Принципы подбора компонентов для мобильных машин с комбинированной энергоустановкой».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос, деловая игра	2
Тема 2 «Устройство и функционирование современных электротракторов и электромобилей»	Лекция № 2. «Классификация и концепция создания мобильных электроагрегатов и особенности их использования» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Практическое занятие № 3. «Особенности использования Электротракторов и электромобилей».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 4. «Анализ работы энергетической установки мобильной машины с электроприводом.».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 5. «Вспомогательные высоковольтные и низковольтные системы электрической мобильной машины»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
Раздел 2. Устройство и работа силовых энергоустановок в электрических мобильных машинах				26/4
Тема 3 «Источники питания для электрических мобильных машин»	Лекция № 3. «Особенности устройства аккумуляторных батарей транспортных средств с электрическим приводом» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Практическое занятие № 6. (практическая подготовка) «Критерии определения типа и параметров накопителя электроэнергии для транспортных средств с электрической энергоустановкой»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос, деловая игра	2/2
	Лекция № 4. «Альтернативные источники питания и системы временного хранения заряда» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Практическое занятие № 7. «Свойства и характеристики систем временного хранения заряда».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2

№ темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Практическое занятие № 8. «Процессы разряда-заряда тяговой аккумуляторной батареи мобильной машины»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
Тема 4 «Электропривод мобильных машин»	Лекция № 5. «Критерии определения типа и параметров электрических машин при проектировании электрических мобильных машин» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Практическое занятие № 9. (практическая подготовка) «Принципы компоновки элементов на шасси электрических мобильных машин. Особенности системы привода»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос, деловая игра	2/2
	Лекция № 6. «Характеристики и функционирование электродвигателей».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Практическое занятие № 10. «Получение и анализ характеристик электродвигателя».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 11. «Система управления работы тяговой батареи в зависимости от нагрузки электропривода»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
Тема 5 «Управление нагрузкой электропривода»	Лекция № 7. «Логика управления электрической нагрузкой привода. Средства и методы управления» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Практическое занятие № 12. «Устройство и работа современных систем управления электрической нагрузкой»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 13. «Оценка состояния компонентов электроприводного узла»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
Раздел 3. Характеристики и параметры работы мобильных электроприводных машин				20
Тема 6 «Тяговые и динамические характеристики тракторов и автомобилей с электроприводом»	Лекция № 8. «Основные параметры работы и характеристики электрических тракторов» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Практическое занятие № 14. «Построение и сравнение тяговых характеристик мобильных машин с традиционной системой привода и электроприводом»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Лекция № 9. «Основные параметры работы и характеристики электрических автомобилей». (с использованием цифровых инструментов	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2

№ темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Power Point)			
	Практическое занятие № 15. «Совместная работа электродвигателя, инвертора и тяговой батареи в режиме статической и динамической нагрузки»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Лекция № 10. «Тягово-динамические характеристики электрических мобильных машин».(с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Практическое занятие № 16. «Принцип построения и анализ характеристик электрических».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
Тема 7 «Экологическая безопасность использования мобильных машин с электроприводом»	Лекция № 11. «Виды и источники воздействий на окружающую среду. Вклад электрических и гибридных транспортных средств в снижение негативного воздействия» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Практическое занятие № 17. «Факторы, влияющие на выбор применения тяговых электродвигателей и интенсивность изменения их технических параметров.»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 18. «Получение характеристики токсичности в отработавших газах мобильной машины с комбинированной энергоустановкой и её анализ»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 19. «Оценка технического состояния, и влияния на окружающую среду элементов электрических систем»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
Раздел 4. Эксплуатация и обслуживание электрических мобильных машин в современных условиях				8
Тема 8. «Эксплуатация и обслуживание электрических тракторов и автомобилей»	Лекция № 12 «Организация инфраструктуры и обслуживания транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей» (с использованием цифровых инструментов Power Point)	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Практическое занятие № 20. «Методики диагностирования тяговых аккумуляторных батарей транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей.»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос, деловая игра	2
	Практическое занятие № 21. «Оценка состояния элементов тяговой батареи. Техническое обслуживание и ремонт тяговой батареи».	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 22. «Поиск и устранение неисправностей в зарядной станции»	ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2

Описание вопросов, предлагаемых студентам для самостоятельного обучения представлено в таблице 5.

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Основы конструкции и принципы работы мобильных машин с электроприводом.		
1.	Тема 1 «Общие концепции электротракторов и электромобилей»	Классификация и концепция создания электрических и гибридных транспортных средств. Создание, производство и эксплуатация электрических и гибридных транспортных средств на транспорте. Использование накопителей электрической энергии в электрических и гибридных транспортных средствах транспортного и сельскохозяйственного назначения. Электрический аккумулятор. Электроэнергия для мобильных электрических и гибридных транспортных средств. Прогноз развития рынка электрических и гибридных транспортных средств в мире и оценка возможностей рынка в России. Анализ исследований в области конструирования и эксплуатации электрических и гибридных транспортных средств. Типоразмерный ряд транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Элементы системы обеспечения эффективности транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей и научные подходы обоснования их характеристик. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3
2.	Тема 2 «Устройство и функционирование современных электротракторов и электромобилей»	Гибридные автомобили, компоновки гибридных автомобилей. Параллельная и последовательная схема. Тягово-транспортные средства с электрической трансмиссией. Достоинства и недостатки электрического привода. Режимы работы электрического привода. Особенности развития систем электрооборудования транспортных средств. Совершенствование системы электрооборудования тягово-транспортного средства. Накопители энергии для транспортных и транспортно-технологических машин. Компоновочная схема тягово-транспортного средства с комбинированной установкой, факторы, влияющие на компоновочные схемы. Структурная схема тягового привода автомобиля. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3
Раздел 2. Устройство и работа силовых энергоустановок в электрических мобильных машинах		
3	Тема 3. «Источники питания для электрических мобильных машин»	Типаж и перспективы развития аккумуляторных батарей. Типаж и перспективы развития конденсаторных накопителей. Факторы, влияющие на надежность работы аккумуляторных батарей и конденсаторных накопителей. Критерии подбора накопительных элементов. Определение требований к накопителям и показатели их эффективности. Показатели функционирования аккумуляторных батарей. Показатели функционирования суперконденсаторов. Статические энергетические потери суперконденсаторов. Динамические энергетические потери суперконденсаторов. Расчет остаточной емкости аккумуляторной батареи. Методики диагностирования аккумуляторной батареи. Анализ мето-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		дов выравнивания заряда на аккумуляторных ячейках Li-Ion-тяговой высоковольтной батареи. Экспериментальные исследования характеристик тяговых аккумуляторных батарей. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3
4.	Тема 4. «Электропривод мобильных машин»	Принципы компоновки элементов на шасси при проектировании транспортных средств с комбинированной энергоустановкой. Поля эффективности работы синхронного двигателя. Синхронные и асинхронные электрические машины, устройство, характеристики. Типоразмерный ряд асинхронных двигателей. Мотор-редукторы. Двухзазорные синхронные электродвигатели. Устройство мотор-колес. Синхронные и асинхронные электрические машины, устройство, характеристики. Технологии диагностирования, технического обслуживания и ремонта тяговых электродвигателей. Особенности электродвигателей-генераторов для системы «старт-стоп». Особенности устройства и обслуживания моторколеса. Трансмиссии транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3
5.	Тема 5. «Управление нагрузкой электропривода»	Принципы выбора типа схемы управления. Использование импульсных преобразователей. Способы повышения коэффициента запасенной энергии и снижения нагрева тяговых батарей. Транзисторные преобразователи. Полупроводниковые электронные компоненты и их характеристики. Способы регулировки частоты вращения ротора электродвигателя. Способы регулировки мощности электродвигателей. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3
Раздел 3. Характеристики и параметры работы мобильных электроприводных машин		
6.	Тема 6. «Тяговые и динамические характеристики тракторов и автомобилей с электроприводом»	Определение переходных режимов электропривода гибридного тягово-транспортного средства. Мощностная и моментная характеристика тягового электродвигателя. Обеспечение устойчивой постоянной скорости транспортной или транспортно-технологической машины. Регенерация энергии во время торможения. Тяговое сопротивление рабочих машин. Режимы работы комбинированной энергоустановки. Моделирование движения автомобиля. Установившееся движение. Неустановившееся движение. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3
7.	Тема 7. «Экологическая безопасность использования мобильных машин с электроприводом»	Экологическая безопасность автотранспортного комплекса. Виды и источники воздействий на окружающую среду. Типы токсичных компонентов в отработавших газах дизельных и бензиновых двигателей. Экологический вред от использования электрических мобильных машин. Новые технологические платформы («Зеленый автомобиль», «Инновационная дорога», «Электрический транспорт»). Экологическая безопасность аккумуляторных батарей и порядок утилизации. Основные экологические проблемы при использовании электротракторов и электромобилей. Эколо-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		гизация производства электроэнергии для станций заряда тяговых аккумуляторных батарей. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3
8.	Тема 8. «Эксплуатация и обслуживание электрических тракторов и автомобилей»	Применение зарядных/накопительных станций в сельскохозяйственном производстве. Стандарты зарядных устройств и средств коммутации. Станции по быстрой смене тяговых аккумуляторных батарей. Предпосылки создания зарядных станций. Объекты инфраструктуры обслуживания транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Основы эффективной работы подсистемы технической эксплуатации транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Моделирование и оптимизация режима работы постов зарядки накопителей транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Обеспечение надежной работы средств обслуживания и транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Определение параметров зарядной станции в зависимости от режимов работы транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. Определение количества зарядных станций в зависимости от парка мобильных машин с электротягой. ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы современных технологий.

Для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и современной (проблемного обучения) технологиям:

- основные формы теоретического обучения: лекции, лекции-дискуссии, индивидуальные консультации;
- **основные формы практического обучения: практические занятия, включающие практическую подготовку, деловые игры;**
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.

В рамках учебного курса предусмотрена деятельность, имитирующая реальную работу специалистов на автотранспортных предприятиях, станциях технического обслуживания автомобилей и других предприятиях технического сервиса. Также предусмотрены встречи с представителями российских компаний, осуществляющих научную деятельность, проводящих инновационные исследования и разработки в рамках направлений, связанных с разработкой и экс-

плуатацией комбинированных энергоустановок транспортных и транспортно-технологических машин.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Классификация и концепция создания мобильных электроагрегатов и особенности их использования	Л	проблемное обучение (лекция-дискуссия)
2.	Принципы подбора компонентов для транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей.	ПЗ	проблемное обучение (деловая игра)
3.	Особенности устройства аккумуляторных батарей транспортных средств с электрическим приводом	Л	проблемное обучение (лекция-дискуссия)
4.	Критерии определения типа и параметров накопителя электроэнергии для транспортных средств с электрической энергоустановкой	ПЗ	проблемное обучение (деловая игра)
5.	Критерии определения типа и параметров электрических машин при проектировании электрических мобильных машин	Л	проблемное обучение (лекция-дискуссия)
6.	Принципы компоновки элементов на шасси электрических мобильных машин. Особенности системы привода	ПЗ	проблемное обучение (деловая игра)
7.	Логика управления электрической нагрузкой привода. Средства и методы управления	Л	проблемное обучение (лекция-дискуссия)
8.	Виды и источники воздействий на окружающую среду. Вклад электрических и гибридных транспортных средств в снижение негативного воздействия	Л	проблемное обучение (лекция-дискуссия)
9.	Методики диагностирования тяговых аккумуляторных батарей транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей.	ПЗ	проблемное обучение (деловая игра)

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра.

Текущий контроль знаний студентов в рамках дисциплины «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» может представлять собой: **устный опрос** (групповой или индивидуальный); проверку деятельности в рамках **деловых игр**; проверку выполнения **элементов работы на занятиях**; контроль **самостоятельной работы** студентов (в письменной или устной форме).

При текущем контроле успеваемости акцент делается на установлении подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими учебной программы на данный момент времени. Основным видом контроля является **устный опрос**.

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

При изучении дисциплины «Теория и расчет электрических энергетических средств» учебным планом предусмотрено выполнение расчётно-графической работы (РГР).

Задачей РГР является закрепление теоретических знаний по дисциплине, развитие навыков самостоятельной работы, навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители). Для выполнения контрольной работы студенту следует изучить теоретический материал и с целью оценки степени усвоения выполнить указанные задания.

РГР выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носит расчетно-графический характер и выполняется с использованием программ Proteus, Crocodile Technology, Microsoft Excel, КОМПАС или AutoCad. Оформляется РГР в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Концепция расчётно-графической работы:

«Тягово-динамический расчёт электрической мобильной машины»

Задание: По данным варианта студента выполняется расчёт параметров необходимых для определения характеристик электрического двигателя мобильной машины. После построения характеристики на ней выбираются значения параметров, необходимые для выполнения тягового расчёта мобильной машины с учётом тягово-сцепных свойств и дальнейшего построения тяговой характеристики. По данным расчёта определяется оптимальное количество передач. Все расчёты выполняются на листах формата А4 и оформляются единым документом с титульным листом.

В графической части выполняются чертежи тяговых и тягово-динамических характеристик электрической мобильной машины на листе А1, которая строится по расчётам в соответствии с вариантом. Показываются необходимые построения для расчета. В конце РГР необходимо сделать вывод и дать перечень использованной литературы. РГР по дисциплине выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания, выданного преподавателем.

Примеры вариантов:

- 1) Трактор колёсный; тяговый класс 0,6 т; 4К2; асинхронный электродвигатель
- 2) Трактор гусеничный; тяговый класс 3 т; асинхронный электродвигатель
- 3) Трактор колёсный; тяговый класс 0,9 т; 4К2; электродвигатель постоянного тока
- 4) Трактор гусеничный; тяговый класс 4 т; электродвигатель постоянного тока
- 5) Трактор колёсный; тяговый класс 1,4 т; 4К2; вентильный электродвигатель
- 6) Трактор гусеничный; тяговый класс 5 т; вентильный электродвигатель
- 7) Трактор колёсный; тяговый класс 0,9 т; 4К4; асинхронный электродвигатель

- 8) Трактор гусеничный; тяговый класс 4 т; асинхронный электродвигатель
- 9) Трактор колёсный; тяговый класс 1,4 т; 4К2; электродвигатель постоянного тока
- 10) Трактор гусеничный; тяговый класс 5 т; электродвигатель постоянного тока
- 11) Трактор колёсный; тяговый класс 0,9 т; 4К2; вентильный электродвигатель
- 12) Трактор гусеничный; тяговый класс 3 т; вентильный электродвигатель
- 13) Трактор колёсный; тяговый класс 3 т; 4К4; асинхронный электродвигатель
- 14) Трактор гусеничный; тяговый класс 3 т; асинхронный электродвигатель
- 15) Трактор колёсный; тяговый класс 4 т; 4К4; электродвигатель постоянного тока
- 16) Трактор гусеничный; тяговый класс 4 т; электродвигатель постоянного тока
- 17) Трактор колёсный; тяговый класс 4 т; 4К2; вентильный электродвигатель
- 18) Трактор гусеничный; тяговый класс 6 т; вентильный электродвигатель
- 19) Трактор колёсный; тяговый класс 6 т; 4К4; асинхронный электродвигатель
- 20) Трактор гусеничный; тяговый класс 1,4 т; асинхронный электродвигатель

Пример выполнения работы:

В качестве примера рассмотрен трактор Т-25, с тяговым классом 0,6 т, 4К2. В расчётном анализе можно условиться компоновкой с применением различных типов двигателей. В основе тягового расчета лежит общепринятая методика. Исходя из взаимосвязи параметров с двигателем, можно определить мощность на крюке:

$$N_{кр} = \frac{(G_{тр} \varphi_{кр} + G_{тр} f_k) V_T}{\eta_{общ} \cdot (1 - \delta)} = \frac{(P_{кр} + P_f) V_T}{\eta_{общ} \cdot (1 - \delta)}, \quad (1)$$

где $N_{кр}$ – мощность на крюке, кВт;

$P_{кр}$ – усилие трактора на крюке, кН;

P_f – сила сопротивления качению колес трактора, кН;

V_T – теоретическая скорость трактора, м/с;

$\eta_{общ}$ – суммарный КПД всех элементов, участвующих в образовании и передачи;

δ – буксование.

Характеристики работы двигателей, обычно подбираются путем аппроксимации или по другим известным методикам. В целях упрощения оценки экономической эффективности трактора был введен новый показатель $g_{ц}$ – удельная энергостоймость, руб./кВт·ч., которым оцениваются затраты в рублях на реализацию 1 кВт мощности в течение 1 ч, и зависит от цены на топливо или электроэнергию. Для трактора с приводом силовой установки от ДВС он выражается зависимостью:

$$g_{ц} = \frac{C_T \cdot G_T}{\rho \cdot N_{кр}} = \frac{C_T \cdot g_{кр}}{\rho}, \quad (2)$$

где $g_{ц}$ – удельная энергостоймость, руб./кВт·ч;

G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

ρ – плотность топлива, кг/л;

C_T – цена за литр топлива, руб/л

$g_{кр}$ – удельный эффективный расход топлива для трактора, кг/кВт·ч.

Для трактора с электроприводным силовым агрегатом и питанием от аккумулятора или другого накопителя электрической энергии удельную энергостоимость определяют другим способом:

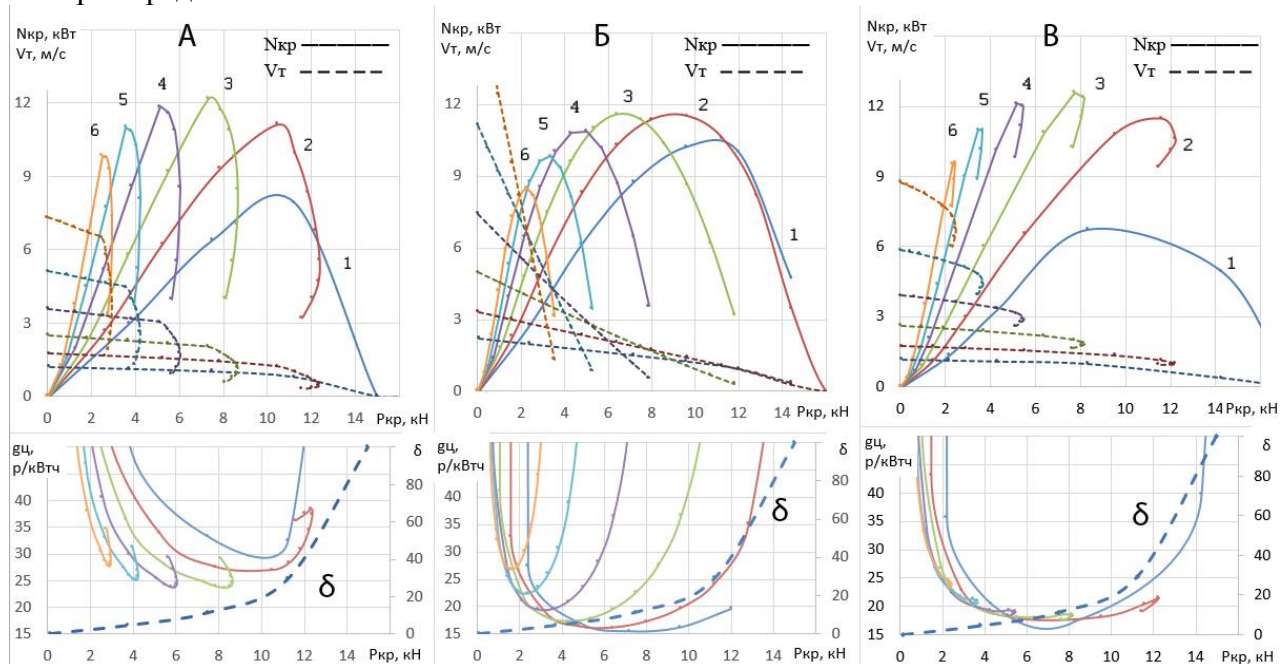
$$g_{ц} = C_{э} \frac{P_e}{N_{кр}}, \quad (3)$$

где $C_{э}$ – тарифная ставка за электроэнергию, руб./кВт·ч;

P_e – электрическая мощность, подведенная к электродвигателю, кВт;

N_e – механическая мощность на выходе, кВт.

Тяговые характеристики трактора (Т-25) с различными типами двигателей: А– дизельный двигатель; Б – Электродвигатель постоянного тока; В – Асинхронный электродвигатель. Где: $N_{кр}$ – мощность на крюке, кВт; V_T – теоретическая скорость трактора, м/с; $g_{ц}$ – удельный ценовой расход энергии, рубль/кВтч; δ – буксование, %. Цифрами 1-6 обозначены порядковые номера передач



Таким образом, тяговые характеристики трактора с электроприводом являются результатом выполнения РГР.

В рамках обучения по дисциплине «Теория и расчет электрических энергетических средств» предусмотрен набор мероприятий по контролю работы студентов.

Перечень вопросов к защите РГР:

1. Что называется тяговой характеристикой трактора?
2. В чём состоит принцип подбора количества передач?
3. Чем отличается тяговая характеристика машины с электроприводом от характеристики машины с дизельным ДВС?
4. Каким образом передаточное отношение трансмиссии влияет на тяговую характеристику трактора?
5. На какие параметры влияет радиус колеса?
6. Что определяет статический радиус колеса?

7. Для чего строится характеристика буксования?
8. Какое допустимое буксование на тракторах?
9. Как определяется номинальное тяговое усилие трактора на крюке?
10. Что называется действительной скоростью трактора?
11. Каким образом определяется тяговый КПД трактора?
12. Как определяется коэффициент сцепления колеса?
13. Что называется коэффициентом использования сцепного веса трактора?
14. Исходя из каких параметров определяется передаточное отношение главной передачи?
15. При каком тяговом усилии буксование трактора находится в допуске?
16. Как оценивается эффективность работы электротрактора?
17. Что называется удельным эффективным расходом топлива?
18. Как внедрение электродвигателя влияет на тяговую характеристику трактора?
19. С какой целью выполняется тяговый расчёт трактора?
20. В чём отличии тягового и тягово-динамического расчётов?

Примерный перечень дискуссий:

1. Концепция создания электрических тракторов и автомобилей в период с 1997 до 2010 годов
2. Концепция создания электрических тракторов и автомобилей в период с 2010 до 2020 годов
3. Основные подходы к проектированию гибридных и полностью электрических транспортных средств в настоящее время и на перспективу
4. Альтернативные силовые установки и перспективы их применения
5. Проблемы интегрирования компонентов электропривода в конструкцию серийных транспортных средств.
6. Проблемы использования систем временного хранения заряда.
7. Основные подходы к размещению блоков батарей и способы их защиты от внешнего воздействия.
8. Основные подходы к размещению тяговых электродвигателей.
9. Перспективные варианты силовых установок и особенности компоновки шасси для их размещения.
10. Экологический вред, наносимый окружающей среде при использовании электрических тракторов и автомобилей.

Примерный перечень вопросов, выносимых на текущую аттестацию (устный опрос):

Раздел 1. Основы конструкции и принципы работы мобильных машин с электроприводом.

Тема 1. Общие концепции электротракторов и электромобилей.

1. Какие задачи призваны решать транспортные средства с комбинированными энергоустановками.
2. Какими преимуществами обладают транспортные средства с комбинированными энергоустановками перед традиционными конструкциями с ДВС.

3. Какие недостатки имеют транспортные средства с комбинированными энергоустановками по сравнению традиционными конструкциями с ДВС?
4. Какие подходы к проектированию транспортных средств с комбинированными энергоустановками были характерны для начального этапа.
5. Какие подходы к проектированию транспортных средств с комбинированными энергоустановками характерны для современного периода?
6. Какой автомобиль считается первым серийным автомобилем с комбинированной энергоустановкой.
7. Опишите особенности конструкции и типичные характеристики «микрогибридов».
8. Опишите особенности конструкции и типичные характеристики «мягких гибридов».
9. Опишите особенности конструкции и типичные характеристики «полных гибридов».
10. Опишите особенности конструкции и типичные характеристики «подключаемых гибридов».
11. Основные отличия электромобиля от транспортных средств с комбинированной энергоустановкой.
12. Проблемы интегрирования компонентов комбинированной энергоустановки с серийные образцы транспортных средств.
13. Перспективы и шаги крупных компаний для перехода от производства транспортных средств с ДВС к конструкциям с комбинированными установками или исключительно с электроприводом
14. Какие основные концепции электрических тракторов и автомобилей существуют на современном этапе развития?
15. Какие отличия существуют между концепциями электрических тракторов и автомобилей.

Тема 2. Устройство и функционирование современных электротракторов и электромобилей.

1. Представьте кинематическую схему транспортного средства с мотор-генератором и тяговым электроприводом, выполненным по последовательной схеме.
2. Какие преимущества и недостатки имеет транспортное средство с мотор-генератором и тяговым электроприводом, выполненным по последовательной схеме.
3. Представьте кинематическую схему транспортного средства с мотор-генератором и тяговым электроприводом, выполненным по параллельной схеме.
4. Какие преимущества и недостатки имеет транспортное средство с мотор-генератором и тяговым электроприводом, выполненным по параллельной схеме?
5. Представьте кинематическую схему транспортного средства с мотор-колесами. Какие преимущества и недостатки имеет такая схема?
6. Представьте кинематическую схему транспортного средства с комбинированной энергоустановкой, выполненной по отдельной схеме. Какие преимущества и недостатки имеет такая схема?

7. Какая кинематическая схема наиболее приемлема для сельскохозяйственных машин
8. Какие виды накопителей энергии нашли наибольшее применение в конструкциях транспортных средств с комбинированной энергоустановкой?
9. Какая общая схема устройства электротрактора?
10. Какая общая схема устройства электромобиля?

Раздел 2. Устройство и работа силовых энергоустановок в электрических мобильных машинах.

Тема 3. Источники питания для электрических мобильных машин.

1. Какие факторы влияют на продолжительность эффективного использования аккумуляторных батарей.
2. Особенности конденсаторов сверх высокой емкости (суперконденсаторов)?
3. Потенциал применения конденсаторов сверх высокой емкости (суперконденсаторов) в конструкциях транспортных средств с комбинированной энергоустановкой.
4. Основные компании-производители накопителей и их подходы к компоновке своей продукции.
5. Как изменяется емкость аккумуляторной батареи в процессе эксплуатации?
6. Как изменяется характеристика аккумуляторной батареи в зависимости от температуры?
7. Как изменяется емкость аккумуляторной батареи в зависимости от тока разряда?
8. Преимущества и недостатки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей.
9. Преимущества и недостатки никель-металлогидридных аккумуляторных батарей.
10. Преимущества и недостатки никель-кадмиевых аккумуляторных батарей.
11. Преимущества и недостатки железо-никелевых аккумуляторных батарей
12. Преимущества и недостатки литий-ионных аккумуляторных батарей.
13. Методы обеспечения безопасности заряда накопителей энергии.
14. Порядок демонтажа тяговой батареи
15. Порядок разборки тяговой батареи
16. Порядок сборки тяговой батареи.
17. Чем обусловлены потери энергии на борту транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей
18. Почему необходимо обеспечивать комплектование батарейного блока элементами, имеющими одинаковые характеристики
19. Каким образом добиваются снижения потерь в коммутирующих элементах
20. От чего зависит внутреннее сопротивление аккумуляторного элемента
21. Какие методы применяют для измерения внутреннего сопротивления
22. В чем состоит суть метода изменения по постоянному току
23. В чем состоит суть метода изменения по переменному току
24. Какое оборудование применяется для измерения внутреннего сопротивления
25. В чем заключается отличие измерения внутреннего сопротивления для батарей и для отдельного элемента.

Тема 4. Электропривод мобильных машин.

1. Конструктивные особенности двигателя постоянного тока и его потенциал применения к приводу комбинированной энергоустановки.
2. Особенности электродвигателей независимого возбуждения с двумя регуляторами.
3. Конструктивные особенности асинхронного двигателя и его потенциал применения к приводу комбинированной энергоустановки.
4. Конструктивные особенности синхронно-реактивного двигателя и его потенциал применения к приводу комбинированной энергоустановки
5. Конструктивные особенности синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов и его потенциал применения к приводу комбинированной энергоустановки
6. Концепция конструирования шасси транспортного средства при обязательном включении в конструкцию накопителей и тяговых электродвигателей.
7. Области использования электрического привода в дорожных транспортных средствах.
8. Области использования электрического привода в машинно-тракторных агрегатах.
9. Суть и перспективы применения электрического дифференциала
10. Какими исполнительными механизмами управляет система управления транспортным средством с комбинированной энергоустановкой.
11. Какие типы тяговых электродвигателей получили наибольшее распространение в конструкции транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей
12. Достоинства синхронных электродвигателей
13. Недостатки синхронных электродвигателей
14. Достоинства асинхронных электродвигателей
15. Недостатки асинхронных электродвигателей
16. В чем состоят конструктивные отличия электродвигателей воздушного и жидкостного охлаждения
17. Какие элементы и вспомогательные системы поддерживают оптимальный тепловой режим электродвигателя
18. Основные неисправности синхронных электродвигателей
19. Основные неисправности асинхронных электродвигателей
20. Методы оценки работоспособности синхронного электродвигателя
21. Методы оценки работоспособности асинхронного электродвигателя
22. Какими характеристиками обладает электрический двигатель постоянного тока?
23. Какими характеристиками обладает электрический асинхронный двигатель?
24. Какими характеристиками обладает синхронный электродвигатель?
25. В чём состоит особенность вентильных электродвигателей?

Тема 5. Управление нагрузкой электропривода.

1. Системы защиты компонентов комбинированной энергоустановки.
2. Какие параметры комбинированной энергоустановки требуют контроля и оперативной реакции оператора.

3. Какие параметры комбинированной энергоустановки можно контролировать и корректировать в автоматическом режиме без участия оператора.
4. Какие параметры требуют постоянного отображения на панели приборов.
5. Какие параметры допустимо скрыть с подразделов меню бортового компьютера и запрашивать по необходимости
6. Системы телеметрии и их назначение.
7. Особенности интегрированных комплексов электрооборудования.
8. Интегрированные узлы и мехатронные модули движения.
9. Из каких элементов состоит система управления электроприводом транспортных средств с комбинированной энергоустановкой.
10. Особенности применения CAN-сети в системе управления.
11. Какие параметры должна контролировать система управления транспортным средством с комбинированной энергоустановкой.
12. Какие датчики необходимы для работы система управления транспортным средством с комбинированной энергоустановкой.
13. Алгоритмы управления зарядом/разрядом накопителя.
14. Алгоритмы управления рекуперацией энергии.
15. Особенности активной безопасности транспортных средств с комбинированной энергоустановкой.
16. Особенности пассивной безопасности транспортных средств с комбинированной энергоустановкой.
17. Для каких целей предназначен полупроводниковый ключ?
18. Какие основные полупроводниковые компоненты используются в инверторах?
19. В чём состоит суть работы инвертора?
20. Из каких основных систем состоит полупроводниковый инвертор?

Раздел 3. Характеристики и параметры работы мобильных электроприводных машин.

Тема 6. Тяговые и динамические характеристики тракторов и автомобилей с электроприводом.

1. Методы обеспечения безопасности при стендовых испытаниях транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей, а также их компонентов.
2. Методы получения тяговых характеристик электрических тракторов.
3. Методы получения тяговых характеристик электрических автомобилей.
4. Методы получения динамических характеристик электрических тракторов.
5. Методы получения динамических характеристик электрических автомобилей.
6. Отличительные особенности тяговых характеристик электрических тракторов и автомобилей.
7. Смысл получения тягово-динамических характеристик электрических тракторов и автомобилей.
8. От каких факторов зависит тяговая характеристика электрического трактора?
9. От каких факторов зависит тяговая характеристика электрического автомобиля?

10. Что лежит в основе расчёта тяговой характеристики мобильных машин?

Тема 7. Экологическая безопасность использования мобильных машин с электроприводом.

1. Какую опасность представляет комбинированная энергоустановка для окружающей среды.
2. Каким образом использование электрических тракторов и автомобилей влияет на экологическую безопасность?
3. Какие характеристики снимаются с электрической мобильной машины с целью оценки экологической безопасности?
4. Какие основные токсичные вещества выделяются в процессе работы бензиновых двигателей?
5. Какие основные токсичные вещества выделяются в процессе работы дизельных двигателей?
6. Какие методы борьбы с токсическими веществами существуют и реализуются на мобильных машинах?
7. Каким образом производится утилизация аккумуляторной батареи?
8. По каким причинам аккумуляторная батарея считается загрязнителем окружающей среды?
9. Какие существуют методы утилизации аккумуляторных батарей?
10. Наносит ли электроприводной узел экологический ущерб окружающей среде?

Тема 8. Эксплуатация и обслуживание электрических тракторов и автомобилей.

1. Система встроенной диагностики и особенности ее применения.
2. Методы обеспечения безопасности при техническом обслуживании транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей, а также их компонентов
3. Методы обеспечения безопасности при ремонте транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей, а также их компонентов
4. Основные технологические операции технического обслуживания тяговой батареи
5. Методы оценки целостности элементов электродвигателя с его разборкой.
6. Какое технологическое оборудование и приборы необходимы для диагностирования электродвигателя
7. Технологические операции технического обслуживания электродвигателя.
8. Технологические операции технического обслуживания дополнительных систем, обеспечивающих работу электродвигателя.
9. Какое технологическое оборудование необходимо для ремонта электродвигателя.
10. Каким образом реализована инфраструктура для электрических мобильных машин?

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценка РГР – это подведение итогов самостоятельной работы студента. Критерии оценки:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- глубина проработки материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении контрольной работы;
- оформление контрольной работы в соответствии с требованиями.

Рекомендуемые критерии оценки РГР представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Рекомендуемые критерии оценки РГР

Оценка	Критерии оценки
Зачтено	РГР принимается у студента в том случае, если она соответствует требованиям по оформлению и структуре, если в работе нет существенных ошибок, материал изложен достоверно и написан студентом самостоятельно, если студент ориентируется в написанной им работе и отдаёт отчёт о проделанных трудах по данной теме. Студент ответил на основную часть вопросов к защите РГР.
Не зачтено	Работа не принимается в том случае, если тема не согласована с преподавателем или оформление не соответствует требованиям, если студент не ориентируется в данной теме, написал её не самостоятельно или изложил материал, который не является достоверным. Студент не ответил на основную часть вопросов к защите РГР.

Контрольная работа требует доработки, если в ней содержатся ошибки или оформление не соответствует требованиям.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Подобный контроль помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций. При этом знания и умения студента не обязательно подвергаются контролю заново; промежуточная аттестация может проводиться по результатам текущего контроля. Формой промежуточной аттестации является **экзамен**.

Фрагмент примерного перечня вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен) включает следующие:

1. Определение электрического трактора и их классификация.
2. Определение электрического автомобиля и их классификация.
3. Классификация электрических тракторов и автомобилей.
4. Схемы построения гибридных мобильных машин.
5. Основные концепции к разработке электрических тракторов.
6. Основные концепции к разработке электрических автомобилей.

7. Типы накопителей электроэнергии для электрических мобильных машин.
8. Суперконденсаторы. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
9. Аккумуляторные батареи. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
10. Система управления электрическим приводом. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
11. Полупроводниковые системы управления электроприводом.
12. Соединительные кабели. Классификация, конструкция, особенности. Критерии выбора соединительного кабеля.
13. Коммутирующие устройства. Классификация, конструкция, особенности.
14. Защитные устройства. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
15. Классификация электродвигателей и общие положения.
16. Электродвигатели постоянного тока. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
17. Асинхронные электродвигатели. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
18. Синхронные электродвигатели. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
19. Контроллер для управления электродвигателем постоянного тока. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
20. Инвертор для управления электродвигателем переменного тока. Классификация, конструкция, принцип работы, особенности.
21. Вспомогательное оборудование электрических мобильных машин.
22. Критерии выбора оптимальной схемы построения электрического трактора и автомобиля.
23. Критерии выбора накопителя электроэнергии, его ёмкости и рабочих параметров.
24. Критерии выбора типа электродвигателя и его рабочих параметров.
25. Критерии выбора инвертора тягового электродвигателя.
26. Тяговая характеристика электрического трактора.
27. Тягово-динамическая характеристика электрического автомобиля.
28. Характеристики асинхронных электродвигателей. Методы получения.
29. Характеристики электродвигателей постоянного тока. Методы получения.
30. Принципы управления КЭУ. Основные алгоритмы

Критерии оценки на промежуточном контроле (экзамен)

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Подобный контроль помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций. Основной формой промежуточной аттестации по дисциплине «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» являются **экзамен**. Критерии оценки для **экзамена** по дисциплине представлены в таблице 7.2.

Критерии оценки на промежуточном контроле (экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент, выполнивший практические работы на высоком качественном уровне; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, выполнивший практические работы; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; выполнивший практические работы; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа зачётных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студент, выполнивший и защитивший лабораторные работы; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки и компетенции не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Дидманидзе О.Н. и др. Использование суперконденсаторов в системах электрооборудования тягово-транспортных средств – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2005. – 160 с. (50 экз.)
2. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства: учебник / Г.М. Кутьков. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 506 с. (20 экз.)
3. Дидманидзе О.Н, Солнцев А.А., Митягин Г.Е. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 565 с. (120 экз.)
4. Богатырев, А.В. Автомобили: учебник / А. В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский – М.: ИНФРА-М, 2014. – 655 с. (25 экз.)

7.2 Дополнительная литература

1. Рославцев А.В., Ноздрин А.В. Теория движения тягово-транспортных средств с комбинированной энергоустановкой. – М. : УМЦ «ТРИАДА», 2007. – 44 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s18012022-td.pdf/info>
2. Забудский Е.И. Электрические машины. Ч. 4: Машины постоянного тока / Е.И. Забудский. – М. : ФГБОУ ВПО МГАУ , 2014. – 160 с. (40 экз.)
3. Забудский Е.И. Электрические машины. Ч. 2: Асинхронные машины / Е.И. Забудский. – М. : ООО "Мегаполис", 2017. – 304 с. (25 экз.)
4. Забудский Е.И. Электрические машины: учебное пособие для вузов. Ч. 3. Синхронные машины / Е.И. Забудский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Мегаполис, 2019. – 295 с. (7 экз.)

7.3 Нормативные правовые акты

ГОСТ Р 41.100-99 (Правила ЕЭК ООН № 100) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения аккумуляторных электромобилей в отношении конкретных требований к конструкции и функциональной безопасности

ГОСТ 15.011-96 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

ГОСТ 15.101-98 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ

ГОСТ 15.201-2000 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ 15.311-90 Система разработки и постановки продукции на производство. Постановка на производство продукции по технической документации иностранных фирм

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Для самостоятельного выполнения контрольной работы по дисциплине «Теория и расчет электрических энергетических средств» используются методические рекомендации по выполнению расчетов в области проектирования транспортных и транспортно-технологических машин с комбинированными энергоустановками.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Для проведения аудиторных занятий, а также самостоятельной работы в рамках дисциплины «Теория и расчет электрических энергетических средств» можно использовать учебные и справочные ресурсы, размещенные в сети Интернет:

<http://elib.timacad.ru> (открытый доступ)
<http://www.academia-moscow.ru/catalogue> (открытый доступ)
<http://znanium.com/bookread> (открытый доступ)
<https://e.lanbook.com/book> (открытый доступ)
<http://www.zr.ru> (открытый доступ)
<http://www.autostat.info> (открытый доступ)
<https://dokipedia.ru> (открытый доступ)
<http://docs.cntd.ru> (открытый доступ)
<http://drivelectro.ru> (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальных требований к программному обеспечению учебного процесса не предусмотрено. При проведении различных **практических** занятий и самостоятельной работы достаточно возможностей типовых программ, поставляемых вместе с компьютерной техникой (Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel и другие), а также стандартных Internet-браузеров).

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1. Основные подходы к проектированию транспортных средств с КЭУ	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft	2003
2	Раздел 2. Обоснование элементной базы транспортных средств с КЭУ	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft	2003
3	Раздел 3. Техническая эксплуатация транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Mes-Dea Elithion Lithiumate PRO	Оформительская Презентация Расчетная Диагностическая Диагностическая	Microsoft Mes-Dea Elithion	2003 2017 2017

Для повышения наглядности **практических занятий и лекций** возможно использование видеоматериалов по организации сборочного производства комбинированных энергоустановок **и электротракторов и электромобилей**, их испытаний и примеров практического применения.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Сведения о необходимом технологическом оборудовании и специализированных аудиториях приведены в таблице 9.

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием (26/232)	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, занятий практического типа Доска аудиторная 3-х элем. - 1 шт., Комплект стендов по устройству легкового автомобиля - 1 шт., Проектор - 1 шт., Световое оборудование базовый комплект «Дорожные знаки», -1 шт., Стенд системы управления - 1 шт., Стенд схема газобаллон. устан. автомоб. - 1 шт., Стол компьютерный - 1 шт., Экран - 1 шт., Экран на штативе - 1 шт., Стулья - 75 шт., Стол ученический 2-х местный - 38 шт., Стол, стул преподавателя-1 шт.
Компьютерный класс (26/228а)	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы Видеомагнитофон - 1 шт., Видеопроектор ВЕ - 1 шт.; Доска аудиторная ДН-38 - 1 шт.; Журнальный стол - 1 шт.; Доска настенная 3-элементная - 1 шт.; Компьютер в комплекте - 1 шт.; Компьютер - 10 шт.*; Кресло офисное. - 1 шт., Монитор-1 шт., Монитор ЖК LG - 12 шт.; Монитор УАМА - 1 шт.; Стол эргономичный - 1 шт., Телевизор 5695 - 1 шт.; Стулья - 22 шт., Стол-12 шт., Стол, стул преподавателя -1 шт. Антивирусная защита Касперского, Windows, Microsoft Office
Лаборатория диагностики и технической эксплуатации электромобилей* (26/144)	Комплект оборудования «Лаборатория электромобиль» (410124000603294)*: многофункциональное зарядное «Кулон -912», станция электрорядная «Фора ЭЗС-АС», лабораторный блок питания «Instek SPS-1820», токовые клещи «Fluke i410», токовые клещи «АРРА-А18Р», измеритель внутреннего сопротивления ХИТ «Мегарон МЕГА-303», осциллограф-мультиметр «АКИП-4125/1А», мультиметр цифровой «АКИП-2203», нагрузочная вилка для АКБ «НВ-04», блок ускоренного разряда батарей «Ballu ВНР-М-15», трехфазная электрическая

	нагрузка, зарядное устройство для литий ионных батарей «Thunder Sky», переносной компьютер HP Laptop Model 14-dk0004ur, комплект источников питания и потребителей (двигатели, контроллеры, модули бортового питания), комплект инструментов «JTC K6172», телевизор LG 55UK6200PLA, телевизор LG 28TK410V-PZ, инструментальная тележка JTC
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Помещения для самостоятельной работы – аудитории для проведения планируемой учебной, учебно-исследовательской, научно-исследовательской работы студентов, выполняемой во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi и Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов.
Общежитие №4.	Комната для самоподготовки

* оборудование используется для практической подготовки

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторная и внеаудиторная) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия, включая практическую подготовку (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся.

11.1 Виды и формы отработки пропущенных занятий

Попуски аудиторных занятий не рекомендуются. Студент, пропустивший занятия обязан пояснить причину своего отсутствия и в зависимости от вида пропущенного занятия должен самостоятельно подготовить и представить на проверку материал, выбывший из-за пропуска, дополнительно представив его в виде краткого устного сообщения в рамках темы пропущенной лекции или ответив на контрольные вопросы в отдельно отведенное время при **пропуске практического** занятия.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине, согласно структуре, являются лекционные и **практические** занятия, консультации и самостоятельная работа студентов. Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации.

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах обеспечения технической эксплуатации **транспортных средств с комбинированной энергоустановкой, электротракторов и электромобилей**. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

На *лекциях* излагается теоретический материал: даются термины и определения, обосновывается необходимость внедрения современных гибридных технологий во все сферы транспорта и сельского хозяйства. Рассматривается методика оптимизации конструкции и компоновочного решения транспортного средства с комбинированной энергетической установкой в зависимости от назначения и сферы использования.

Излагаемый материал может показаться студентам сложным, поскольку включает знания, почерпнутые преподавателем из различных естественно-научных дисциплин, науки и техники. Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике. Студенты должны аккуратно вести конспект если преподавателем не предлагается специально подготовленный раздаточный или презентационный материал. В случае непонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, формулы и т.д.), которые использует преподаватель. Лекционное занятие должно быть содержательным, проблемным, диалоговым, интересным, эффективным, отличаться новизной рассмотрения учебных вопросов.

По наиболее сложным проблемам учебной дисциплины **проводятся практические** занятия, в том числе **практическая подготовка**. Их главной задачей является углубление и закрепление теоретических знаний у студентов, формирование и развитие у них умений и навыков применения знаний для успешного решения задач. **Практическое** занятие проводится в соответствии с планом. В плане указываются тема, время, место, цели и задачи занятия, обсуждаемые вопросы.

Практические занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Эффективно при этом использовать имеющееся на кафедре оборудование и рабочие места. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Использование компьютерной техники подразумевает применение программного обеспечения и специальных программ для аудиторного обучения и

самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины. Для этого кафедре следует обеспечить преимущественно сертифицированное программное обеспечение и поверенное и испытанное оборудование для всех форм занятий по дисциплине.

Одной из форм применения программного обеспечения является размещение электронных учебных пособий, контрольных заданий и примерных **вопросов на информационном портале «Тимирязевка» с созданием соответствующего раздела по дисциплине на виртуальном диске.**

Для эффективного проведения **практических** занятий по дисциплине кафедре целесообразно разработать рабочую тетрадь с изложением всех элементов учебного процесса (тематического плана дисциплины, описания лабораторных занятий, индивидуальных контрольных заданий и др.).

Подготовка студентов к **практическому** занятию включает:

- заблаговременное ознакомление с планом занятия;
- изучение рекомендованной литературы и конспекта лекций;
- освоение своей роли как участника деловой игры.

При проведении **практических** занятий уделяется особое внимание заданиям, предполагающим не только воспроизведение студентами знаний, но и направленных на развитие у них практических умений и навыков, а также творческого мышления, научного мировоззрения, профессиональных представлений и способностей.

Студент должен быть готов к устным опросам на учебных занятиях. Одобряется и поощряется инициативные выступления с докладами по темам лабораторных занятий как на самих занятиях, так и на научно-практических конференциях. Попуски аудиторных занятий не рекомендуются.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к **практическим** занятиям по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых тем предмета, подготовку докладов и сообщений на секции научной конференции, выполнение домашнего задания. При организации самостоятельной работы, следует обратить особое внимание на регулярность изучения основной и дополнительной литературы, конспекта лекций, а также выполнения домашних заданий. В период изучения литературных источников необходимо так же вести конспект. В случае затруднений необходимо обратиться к преподавателю за разъяснениями.

Рекомендуется посещение автомобильных, промышленных, экологических и агропромышленных выставок.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по средствам управления техническим состоянием ТиТТМ, техническому сервису в агропромышленном комплексе и на автомобильном транспорте.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Для этого используются методические рекомендации, позволяющие студентам под руководством преподавателей (путём консультаций) самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по кон-

кретным ситуациям. Рекомендуется посещение автомобильных, промышленных, экологических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Формой проверки знаний в конце курса является экзамен, который должен оценить работу студента, выявить уровень полученных им теоретических знаний и развития творческого мышления, наличие навыков самостоятельной работы и умение применять полученные знания на практике.

Экзамен сдается в период сессии. Форму проведения экзамена (устно, письменно) определяет преподаватель по согласованию с заведующим кафедрой.

Экзамен проводится по предварительно запланированным вопросам. Перечень вопросов, выносимых на зачет, доводится преподавателем до студентов не позднее, чем за десять дней до начала зачетной недели.

На экзамен студент должен явиться с зачетной книжкой, которую предъявляет в начале экзамена преподавателю, а также с ручкой и листом бумаги для письменного ответа.

Для устной формы экзамена подготовка к ответу составляет не более 20 минут на 1 вопрос. Для письменной формы экзамена подготовка к ответу составляет не более 40 минут на 1 вопрос.

Во время экзамена преподаватель может задавать дополнительные вопросы с целью выяснения качественного уровня освоения учебного курса. При проведении экзамена могут быть использованы технические средства, программы данного курса, справочная литература.

Преподаватель не имеет права принимать зачет без зачетной ведомости и зачетной книжки.

Программу разработал:

Бижаев Антон Владиславович, к.т.н., ст. преподаватель

(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

Б1.В.01.04 «Теория и расчет электрических энергетических средств»
ОПОП ВО по направлению **35.04.06 «Агроинженерия»** направленность
«Цифровые технические системы в агробизнесе»
(квалификация выпускника – магистрант)

Чепуриной Екатериной Леонидовной, доцентом кафедры «Инженерной и компьютерной графики» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Теория и расчет электрических энергетических средств» ОПОП ВО по направлению **35.04.06 – «Агроинженерия»**, направленность «Цифровые технические системы в агробизнесе» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре тракторов и автомобилей (разработчик – Бижаев Антон Владиславович, ст. преподаватель кафедры тракторов и автомобилей).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Теория и расчет электрических энергетических средств» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению **35.04.06 – «Агроинженерия»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «23» июля 2017 года № 813. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений в профессиональный модуль на направленности «Цифровые технические системы в агробизнесе».

3. Представленные в Программе *цели* дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления **35.04.06 – «Агроинженерия»**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория и расчет электрических энергетических средств» закреплены следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2; ПКос-5.3 Дисциплина «Теория и расчет электрических энергетических средств» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Представленные компетенции не вызывают

сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» составляет 3 зачётные единицы (108 часов), в том числе 4 часа практическая подготовка.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **35.04.06 – «Агроинженерия»** и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области **эксплуатация мобильных электрических машин** в профессиональной деятельности **магистранта** по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «**Теория и расчет электрических энергетических средств**» занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **35.04.06 – «Агроинженерия»**.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, работа над домашним заданием в форме самостоятельной работы и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **экзамена с РГР**, что соответствует статусу дисциплины, дисциплины направления **35.04.06 – «Агроинженерия»**.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (учебное пособие), дополнительной литературой – 4 наименований и соответствует требованиям ФГОС направления 35.04.06 – «Агроинженерия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Теория и расчет электрических энергетических средств» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

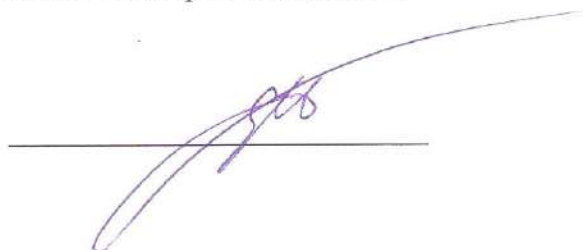
15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Теория и расчет электрических энергетических средств».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Теория и расчет электрических энергетических средств» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 – «Агроинженерия», направленность «Цифровые технические системы в агробизнесе» (квалификация выпускника – магистрант), разработанная ст. преподавателем кафедры тракторов и автомобилей, кандидатом технических наук Бижаевым А.В. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Чепурина Е.Л., доцент кафедры «Инженерная и компьютерная графика»
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева», д.т.н.



«30» августа 2022 г.