

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.13 Электрические аппараты

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

35.03.06 Агроинженерия

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Электроснабжение, электрооборудование и
электротехнологии

Курс

3

Семестр

5, 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	48	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	80	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	64	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 35.03.06 Агроинженерия

Программу составили:

доцент	ЭП	СОГЛАСОВАНО	Е.Н. Григорьева
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра эксплуатации машин и оборудования

(наименование кафедры)		
24.01.2024	протокол №	5
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Соловьев Илья Владимирович, директор АО "Энергия"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-4 Способен участвовать в проектировании и систем электрификации и и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий	ПК-4.1 Участвует в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий	знания: Знает о проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий умения: Умеет проектировать технические средства, системы электрификации и автоматизации технологических процессов и объекты инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий навыки: Обладает навыками проектирования технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Механизация технологических процессов в АПК (ПК-4), Электротехника и электроника (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Электропривод (ПК-4), Электроснабжение (ПК-4)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
---------------------	------------------	-------------------------

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	72	ПК-4
Лекция. Электродинамические силы в электрических аппаратах.	2	
Лекция. Методы расчета электродинамических усилий и направление их действий.	2	
Лекция. Силы между параллельными проводниками.	2	
Лекция. Силы и моменты, действующие на перемычку.	2	
Лекция. Силы, действующие в витке, катушке и между катушками.	2	
Лекция. Электродинамические усилия в месте изменения сечения проводника.	2	
Лекция. Электродинамические усилия при наличии ферромагнитных частей.	2	
Лекция. Электродинамические усилия при переменном токе.	2	
Практическое занятие. Расчет электродинамических сил.	16	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	40	
Иная контактная работа: зачет	0	

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
НАГРЕВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	72	ПК-4
Лекция. Активные потери энергии в аппаратах.	2	
Лекция. Способы передачи тепла внутри нагретых тел и с их поверхности.	2	
Лекция. Установившийся процесс нагрева.	2	
Лекция. Нагрев аппаратов в переходных режимах.	2	
Лекция. Нагрев аппарата при коротком замыкании.	2	
Лекция. Допустимые температуры для различных частей аппаратов при длительной работе и при коротком замыкании. Термическая стойкость аппаратов.	3	
Лекция. Некоторые сведения об опытным определении температуры в электрических аппаратах.	3	
Практическое занятие. Пример теплового расчета элементов аппарата.	32	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение НАГРЕВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	24	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине ,

концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт в 5 семестре и экзамен в

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Алиев, Исмаил Ибрагимович. Электрические аппараты [Текст] : справочник / И. И. Алиев, М. Б. Абрамов. М.: РадиоСофт, 2007. - 255 с. ISBN 5-93037-115-6. Экземпляры: всего 8.	8
2.	Аполлонский, С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс] / Аполлонский С. М., Куклев Ю. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1130-6.	https://e.lanbook.com/book/210692
3.	Алиев, Исмаил Ибрагимович. Электрические аппараты [Текст] : справочник / И. И. Алиев, М. Б. Абрамов. М.: РадиоСофт, 2007. - 255 с. ISBN 5-93037-115-6. Экземпляры: всего 8.	8
4.	Электрические аппараты [Текст] : [учеб. пособие для образоват. учреждений СПО. Регистрац. номер рецензии 601 от 10 февр. 2009 г. ФГУ "ФИРО"] / О. В. Девочкин [и др.]. М.: Академия, 2010. - 237, [1] с. ISBN 978-5-7695-5305-9. Экземпляры: всего 5.	5
5.	Аполлонский, С. М. Электрические аппараты автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Аполлонский С. М., Куклев Ю. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 228 с. ISBN 978-5-8114-3728-3.	https://e.lanbook.com/book/206732

6.	Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] / Аполлонский С. М., Куклев Ю. В., Фролов В. Я. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 256 с. ISBN 978-5-8114-4601-8.	https://e.lanbook.com/book/206918
----	--	---

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
-----------	---	---------------------------------	-------------------------

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Напишите, из каких частей, указанных на рисунке, состоит якорь машины постоянного тока 1- Сердечник якоря 2- Обмотка 3-	3- Коллектор
2. Определите ток, потребляемый двигателем постоянного тока параллельного возбуждения номинальной мощностью $P_{ном}=90\text{ кВт}$, который включен в сеть с $U_{ном}=440\text{ В}$, $\eta_{ном}=87\%$	$P_{ном} = P_1 \eta_{ном} = U_{ном} I_{ном} \eta_{ном}$ $I_{ном} = P_{ном} / (U_{ном} \cdot \eta_{ном}) = 90000 / 440 \cdot 0,87 = 235\text{ А}$
3. Секция какой обмотки якоря представлена на рисунке? простой петлевой обмотки простой волновой обмотки комбинированной обмотки	1- простой петлевой обмотки
4. Дополните текст. Процесс переключения секций из одной параллельной ветви в другую называется.....машины постоянного тока	Коммутацией
5. Определить ЭДС якоря генератора постоянного тока параллельного возбуждения, если он присоединен к сети с напряжением $U=230\text{ В}$, сопротивление в цепи якоря $R=0,3\text{ Ом}$ ток в цепи якоря равен $I_a=45\text{ А}$. $E_a=243,5\text{ В}$ $E_a=216,5\text{ В}$ $E_a=3105\text{ В}$	1. $U_{ном} = E_a - I_a \cdot R_a$ $E_a = U_{ном} + I_a \cdot R_a = 230 + 45 \cdot 0,3 = 243,5\text{ В}$
6. Начертите схему, принадлежащую машине постоянного тока с параллельным возбуждением	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">/t d ></div>

7. Дополните текст. Статический электромагнитный аппарат, преобразующий ток одного напряжения в переменный ток той же частоты, называется_____		Трансформатор																																
8. Почему допустимая плотность тока в обмотках трансформатора с масляным охлаждением, составляющая 2-4 А/мм2, примерно в 2 раза выше, чем в сухих трансформаторах Надежнее изоляция витков. В масляных трансформаторах лучше условия охлаждения. Обмотки трансформатора с масляным охлаждением выделяют меньше теплоты.		2. В масляных трансформаторах лучше условия охлаждения.																																
9. Однофазный трансформатор номинальной мощностью 630кВА имеет число витков первичной обмотки w=600 и коэффициент трансформации K=20. Определите число витков вторичной обмотки		K=w1/w2. Из выражения находим W2= κ/w1= 600/20=30																																
10. Определите, какой трансформатор имеет коэффициент трансформации κ=20		Понижающий																																
11. Однофазный трансформатор номинальной мощностью Pном=30кВт имеет потери холостого хода P0=600Вт, короткого замыкания Pкз=1500 Вт. Определить суммарные потери		P1=Pном+∑P или ∑P=P0+Pкз ∑P = 600+1500 = 2100Вт																																
12. Чему равен КПД трансформатора? η = I1ном/I2ном η = U1ном/U2ном η = P2/P1		3. η = P2/P1																																
10. Составить соответствие между левым столбцом и правым столбцом		<table><tr><td>ас</td><td>Ко</td></tr><tr><td>ин</td><td>ро</td></tr><tr><td>хр</td><td>тк</td></tr><tr><td>он</td><td>оз</td></tr><tr><td>н</td><td>ам</td></tr><tr><td>ы</td><td>кн</td></tr><tr><td>й</td><td>ут</td></tr><tr><td>дв</td><td>ы</td></tr><tr><td>иг</td><td>й</td></tr><tr><td>а-</td><td>ро</td></tr><tr><td>те</td><td>то</td></tr><tr><td>ль</td><td>р</td></tr><tr><td></td><td>Ф</td></tr><tr><td></td><td>аз</td></tr><tr><td></td><td>н</td></tr><tr><td></td><td>ы</td></tr></table>	ас	Ко	ин	ро	хр	тк	он	оз	н	ам	ы	кн	й	ут	дв	ы	иг	й	а-	ро	те	то	ль	р		Ф		аз		н		ы
ас	Ко																																	
ин	ро																																	
хр	тк																																	
он	оз																																	
н	ам																																	
ы	кн																																	
й	ут																																	
дв	ы																																	
иг	й																																	
а-	ро																																	
те	то																																	
ль	р																																	
	Ф																																	
	аз																																	
	н																																	
	ы																																	
<table><tr><td>Ро</td><td>-</td></tr><tr><td>то</td><td>Ко</td></tr><tr><td>р</td><td>ро</td></tr><tr><td>ас</td><td>тк</td></tr><tr><td>ин</td><td>оз</td></tr><tr><td>хр</td><td>ам</td></tr><tr><td>он</td><td>кн</td></tr><tr><td>но</td><td>ут</td></tr><tr><td>го</td><td>ы</td></tr><tr><td>дв</td><td>й</td></tr><tr><td>иг</td><td>ро</td></tr><tr><td>ат</td><td>то</td></tr><tr><td>ел</td><td>р</td></tr><tr><td>я</td><td>-</td></tr></table>	Ро	-	то	Ко	р	ро	ас	тк	ин	оз	хр	ам	он	кн	но	ут	го	ы	дв	й	иг	ро	ат	то	ел	р	я	-						
Ро	-																																	
то	Ко																																	
р	ро																																	
ас	тк																																	
ин	оз																																	
хр	ам																																	
он	кн																																	
но	ут																																	
го	ы																																	
дв	й																																	
иг	ро																																	
ат	то																																	
ел	р																																	
я	-																																	

по ф ор ме — — — —	Не	Ро то р си нх ро нн ог о дв иг ат ел я по ф ор ме — —
	яв	
	но	
	по	
	л	
	ю	
	сн	
	ы	
	й	
	ро	
то		
р		
-		
Ф		
аз		
н		
ы		
й		
ро		
то		
р		
-		
Яв		
но		
по		
л		
ю		
сн		
ы		
й		
ро		
то		
р		

й	ро	то	р
С	Не	ин	яв
хр	но	он	по
н	л	ы	ю
й	сн	дв	ы
иг	й	а-	ро
те	то	ль	то
	р		р
	Яв		но
	по		по
	л		ю
	сн		ы
	й		й
	ро		ро
	то		то
	р		р

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

5 семестр

1. Электродинамические силы в электрических аппаратах.
2. Методы расчета электродинамических усилий и направление их действий.
3. Силы между параллельными проводниками.
4. Силы и моменты, действующие на перемычку.
5. Силы, действующие в витке, катушке и между катушками.
6. Электродинамические усилия в месте изменения сечения проводника.
7. Электродинамические усилия при наличии ферромагнитных частей.
8. Электродинамические усилия при переменном токе.
9. Магнитный резонанс.
10. Расчет электродинамических сил.

6 семестр

1. Активные потери энергии в аппаратах.
2. Способы передачи тепла внутри нагретых тел и с их поверхности.
3. Установившийся процесс нагрева.
4. Нагрев аппаратов в переходных режимах.
5. Нагрев аппарата при коротком замыкании.
6. Допустимые температуры для различных частей аппаратов при длительной работе и при коротком замыкании. Термическая стойкость аппаратов.
7. Некоторые сведения об опытным определении температуры в электрических аппаратах.