ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Теория токоведущих систем

Код модуля	**Модуль**
1156645	Теория электрических аппаратов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лопатин Иван Евгеньевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ Р.Х. Токарева

Авторы:

- **Лопатин Иван Евгеньевич, Старший преподаватель, электротехники**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теория токоведущих систем

1.	**Объем дисциплины в зачетных единицах**	3	
2.	**Виды аудиторных занятий**	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	**Промежуточная аттестация**	Экзамен	
4.	**Текущая аттестация**	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2
		Расчетно-графическая работа	1
		Отчет по лабораторным работам	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теория токоведущих систем

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	**Планируемые результаты обучения (индикаторы)**	**Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине**
1	**2**	**3**
ПК-25 -Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и	З-18 - Изложить приближенные методы расчета токоведущих систем П-18 - Иметь практический опыт использования приближенных методов расчета токоведущих систем У-18 - Использовать приближенные методы расчета токоведущих систем	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа

воздушных линий электропередачи, газовых защит		

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
домашняя работа №1	5,4	*30*
контрольная работа №1	5,8	*30*
расчетно-графическая работа	5,10	*40*
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5**		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
домашняя работа №2	5,12	50
контрольная работа №2	5,15	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено**		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
отчет по лабораторным работам	5,14	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено**		

4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено**		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	**Сроки − семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	**Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам**
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	**Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)**	**Шкала оценивания**		
		Традиционная характеристика уровня		**Качественная характеристика уровня**
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Тепловые потери в электрических аппаратах
2. Расчет допустимого нагрева аппаратов

3. Расчет конвективного теплообмена и теплообмена излучением
4. Нестационарный нагрев электрических аппаратов
5. Нагрев аппаратов аварийными токами
6. Стацонагрный нагрев аппаратов и тепловые схемы замещения
LMS-платформа − не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем
1. Нагрев многоамперного выключателя
2. Нагрев однородного проводника
3. ЭДУ между шинами
4. Индукционно-динамические механизмы
LMS-платформа − не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем
1. Источники теплоты и тепловые процессы
Примерные задания

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

Список вопросов

1. Почему нагрев аппарата при КЗ можно считать адиабатным?
2. Что такое перегрев?
3. Укажите приемлемую величину перегрева токоведущих частей электрических аппаратов.
4. Укажите приемлемую температуру нагрева токоведущих частей электрических аппаратов.
5. В чем состоят задачи тепловых расчетов электрических аппаратов?
6. Какими причинами обусловлено наличие переходного контактного сопротивления?
7. Что такое режимы работы (нагрева) электрооборудования? Перечислите основные режимы.
8. Что такое стационарный нагрев?
9. Что такое нестационарный нагрев?
10. От каких факторов зависит допустимая температура нагрева электрооборудования?
11. Почему переменный ток приводит к большей температуре нагрева проводника, чем постоянный ток при тех же условиях?
12. Что такое эффект близости?
13. Что такое поверхностный эффект?
14. Почему даже незначительное превышение допустимой температуры нагрева (на несколько градусов) считается аварийным?
15. Как соотносятся величины допустимого тока для одного и того же аппарата при разных режимах работы: продолжительном и кратковременном?

LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Стационарный нагрев узлов электрических аппаратов

Примерные задания

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

Список вопросов

1. Что является аналогом электрического тока в тепловых схемах?
2. Что является аналогом электрического потенциала в тепловых схемах?
3. Какие основные модели используют для описания распространения тепла?
4. Нарисуйте схему распространения тепла в модели стержневого радиатора.
5. Запишите уравнение интеграла Джоуля.
6. Что такое ток термической стойкости?
7. Может ли ток термической стойкости быть меньше тока отключения?
8. Что показывают кривые адиабатного нагрева для проводников?
9. Нарисуйте полную тепловую схему замещения теплоотдачи изолированного одним слоем изоляции проводника в окружающую среду.
10. Дайте определение фиктивного процесса короткого замыкания.

LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Переходные тепловые процессы

Примерные задания

ДОМАШНЯЯ РАБОТА №1
«НАГРЕВ ПРОВОДНИКОВ АВАРИЙНЫМИ ТОКАМИ»

Задание: определить недостающее значение по данным для своего варианта из таблицы 1: ток термической стойкости $I_{тс}$, допустимый диаметр проводника d, время термической стойкости $t_{тс}$.

Примечание: рабочую температуру проводника $\vartheta_р$ и допустимую температуру нагрева в аварийном режиме $\vartheta_{ав}$ принять по ГОСТ.

Таблица 1. Варианты

№	материал	$I_{тс}$, кА	d, мм	$t_{тс}$, с	№	материал	$I_{тс}$, кА	d, мм	$t_{тс}$, с
1	медь	35	10	–	16	медь	90	–	2
2	алюминий	40	–	3	17	алюминий	90	36	–
3	сталь	100	40	–	18	сталь	100	40	–
4	латунь	–	17	3	19	латунь	–	24	3
5	серебро	50	–	2	20	серебро	50	–	1
6	медь	75	30	–	21	медь	55	22	–
7	алюминий	60	–	1	22	алюминий	–	25	1
8	сталь	95	38	–	23	сталь	–	38	1
9	латунь	–	28	2	24	латунь	65	–	2
10	серебро	–	17	2	25	серебро	60	–	3
11	медь	75	–	3	26	медь	55	22	–
12	алюминий	80	34	–	27	алюминий	–	24	1
13	сталь	70	–	3	28	сталь	30	8	–
14	латунь	–	17	1	29	латунь	80	–	3
15	серебро	–	30	1	30	серебро	95	38	–

LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Нестационарный нагрев электрических аппаратов

Примерные задания

ДОМАШНЯЯ РАБОТА №2
«УРАВНЕНИЕ КРИВОЙ НАГРЕВА»

Задание: определить и построить график зависимости для температуры нагрева проводника $\vartheta = f(t)$ номинальным переменным током для своего варианта по данным таблицы 1. Исходные данные: номинальный ток $I_н$, диаметр проводника d, частота переменного тока f = 50 Гц, материал проводника.

Примечание: температуру окружающей среды $\vartheta_{ос}$ принять по ГОСТ. Конвективный коэффициент теплоотдачи с поверхности проводника в окружающую среду определять методами теории подобия. Учесть коэффициент поверхностного эффекта $k_п$.

Таблица 1. Варианты

№	материал	$I_н$, А	d, мм	№	материал	$I_{тс}$, А	d, мм
1	медь	200	15	16	медь	4000	60
2	алюминий	2500	35	17	алюминий	900	22
3	сталь	120	8	18	сталь	500	12
4	латунь	600	16	19	латунь	750	27
5	серебро	400	20	20	серебро	350	7
6	медь	3150	40	21	медь	250	4
7	алюминий	180	10	22	алюминий	50	5
8	сталь	240	12	23	сталь	1600	21
9	латунь	330	14	24	латунь	1200	21
10	серебро	800	25	25	серебро	420	15
11	медь	1000	24	26	медь	3150	36
12	алюминий	1600	28	27	алюминий	2000	40
13	сталь	700	18	28	сталь	1250	35
14	латунь	100	6	29	латунь	1100	30
15	серебро	550	14	30	серебро	380	12

LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.5. Расчетно-графическая работа

Примерный перечень тем

1. Стационарный нагрев узлов электрических аппаратов

Примерные задания

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА «НАГРЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КАТУШЕК»

Задание: определить геометрические размеры катушки для электромагнита, выбрать питающее напряжение, найти диаметр провода и число витков по данным для своего варианта из таблицы 1. На рисунке 1 показаны варианты типов магнитных систем. Рассчитать и построить график распределения перегрева по радиусу катушки $\tau = f(r)$, а также найти величину τ_{max} и место r_{max} наибольшего перегрева.

Примечание: рабочую температуру проводника $\vartheta_р$ и температуру окружающей среды $\vartheta_{ос}$ принять по ГОСТ.

Таблица 1. Варианты

№	тип	F, А	a, мм	$b(d)$, мм	c, мм	l, мм	№	тип	F, А	a, мм	$b(d)$, мм	c, мм	l, мм
1	а	1000	17	22	17	58	13	а	1400	19	20	19	64
2	б	800	10	24	14	95	14	б	1000	14	20	12	85
3	в	1850	20	30	18	70	15	в	2400	26	30	18	70
4	г	850	16	18	21	54	16	г	1050	22	21	23	68
5	д	1000	12	20	20	60	17	д	1200	24	27	25	60
6	е	1600	17	21	31	60	18	е	1750	19	23	33	65
7	а	1200	18	24	18	60	19	а	900	12	20	16	66
8	б	900	12	22	13	90	20	б	1100	15	18	18	80
9	в	2200	24	28	16	74	21	в	1400	29	26	19	76
10	г	950	18	19	21	56	22	г	1260	20	24	16	68
11	д	1100	15	22	23	52	23	д	1600	22	30	27	78
12	е	1750	18	22	32	58	24	е	1800	26	20	18	70

LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.6. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Нагрев многоамперного выключателя

Примерные задания

1. Сделать эскиз лабораторной установки
2. Указать места установки контролирующих термопар
3. Произвести опыт на нагрев аппарата током 1600 А и записать результаты измерений
4. Измерить геометрические размеры полюс аппарат и рассчитать теплоотдачу с его поверхности
5. Сравнить расчетные данные с опытом

LMS-платформа − не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Режимы нагрева частей электрических аппаратов; допустимые температуры нагрева
2. Потери энергии в токоведущих частях ЭА из проводниковых материалов на постоянном и переменном токе
3. Потери энергии в токоведущих частях ЭА из ферромагнитного материала; потери в конструкционных деталях
4. Физические основы переноса тепловой энергии; основные понятия и законы
5. Вывод дифференциального уравнения тепловодности, условия однозначности его решения
6. Методы решения задач конвективного теплообмена; теория подобия и критерии подобия в конвективном теплообмене
7. Физические основы переноса теплоты излучением; основные законы излучения
8. Дифференциальное уравнение нестационарного нагрева однородного проводника; тепловая постоянного времени
9. Основные типы кривых нагрева однородного проводника; рабочие и аварийные режимы нагрева
10. Кратковременный режим нагрева однородного проводника; характеристика перегрузочной способности
11. Тепловые процессы при повторно-кратковременном режиме нагрева; характеристика перегрузочной способности
12. Физические процессы аварийного нагрева однородного проводника токами короткого замыкания, интеграл Джоуля, понятие термически эквивалентного тока
13. Термическая стойкость электрических аппаратов; основные понятия и способы количественной оценки
14. Основные модели задач стационарного нагрева однородного проводника; понятие теплового сопротивления
15. Решение задачи теплопроводности через плоскую стенку при граничных условиях I рода
16. Решение задачи теплопроводности через цилиндрическую стенку при граничных условиях I и III рода
17. Решение задачи теплопроводности вдоль проводника бесконечной длины от локального источника теплоты (тепловой радиатор)
18. Решение задачи теплопроводности цилиндрических катушек
19. Распределение температуры в приконтактной зоне однородного проводника; нагрев тела контакта
20. Нагрев контактных площадок фактического контактирования; вывод формулы Хольма; формулы контактного нажатия

LMS-платформа − не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	**Контрольно-оценочные мероприятия**

Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-25	З-18 У-18 П-18	Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен