Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаранин Максим Алексеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.10.2026 09:50:47
Уникальный программный ключ:
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

Приложение
к рабочей программе дисциплины

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Тепловые процессы в устройствах электроснабжения

(наименование дисциплины(модуля)

Направление подготовки / специальность

23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Электроснабжение железных дорог

(наименование)

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации:

ОФО -*зачет (7 семестр)*

ЗФО – зачет (3 курс)

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-4: Способен обеспечивать техническую поддержку процесса эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта	*ПК-4.2: Выполняет измерения и оценку состояния устройств тягового электроснабжения и анализ полученных результатов*

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (ОФО-8 семестр, ЗФО-5 кур)с
ПК-4.2: Выполняет измерения и оценку состояния устройств тягового электроснабжения и анализ полученных результатов	Обучающийся знает: Основы теплопроводности, тепловые процессы, происходящие в отдельных элементах системы тягового электроснабжения	Тест (№ 1-20) Вопросы (№1-43)
	Обучающийся умеет: выполнять тепловые расчеты оборудования, выполнять диагностику устройств системы тягового электроснабжения	Задания № 1-5
	Обучающийся владеет: методами электрических и термических расчетов, оборудованием по тепловой диагностике	Задания №6-11

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:
1) собеседование;
2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

2. Типовые[1] контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-4.2: Выполняет измерения и оценку состояния устройств тягового электроснабжения и анализ полученных результатов	Обучающийся знает: Основы теплопроводности, тепловые процессы, происходящие в отдельных элементах системы тягового электроснабжения

1. В металлах тепло передается:
а) электронами
б) фононами
в) молекулами

2. В диэлектриках тепло передается:
а) фононами
б) электронами
в) молекулами

3. Теплопроводность тела подчиняется:
а) закону Фурье
б) закону Видемана-Франца
в) закону Стефана-Больцмана

4. Вынужденной конвекцией называют:
а) перенос тепла под действием внешних сил давления
б) перенос тепла под действием сил вязкости
в) перенос тепла под действием силы тяжести

5. Критерий Рейнольдса устанавливает:
а) условие перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное
б) подобие гидродинамического и температурного пограничного слоя
в) связь коэффициента теплопроводности с теплоёмкостью газа

6. Критерий Прандтля устанавливает:
а) подобие гидродинамического и температурного пограничного слоя
б) условие перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное
в) связь коэффициента конвективной теплоотдачи с вязкостью газа

7. Интегральное соотношение для пограничного слоя (интегральное соотношение Кармана) выражает:
а) теорему об изменении количества движения обтекающего газа
б) первое начало термодинамики
в) распределение (профиль) скоростей в пограничном слое

8. Согласно закону Стефана-Больцмана энергия излучения абсолютно чёрного тела равна:
а) $W = \sigma S(T^4 - T_{окр}^4)$;
б) $\lambda_{\max} = \frac{2898}{T}$;
в) $W = 0{,}8 \cdot \sigma S(T^4 - T_{окр}^4)$

9. Основной закон теплопроводности – закон Фурье аналитически записывается в виде:

[1] Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

а) $q = -\lambda(T)\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)$;

б) $\frac{\lambda}{\sigma T} = \left(\frac{k}{e}\right)^2 \frac{\pi^2}{3} = const$;

в) $W_T^{чёрн} = \sigma S(T^4 - T_{окр}^4)$.

10. Уравнение теплового баланса при нагреве проводов контактной сети электрическим током имеет вид

а) $q_{теплист} = q_{нагр} + q_{конв} + q_{изл}$;

б) $T_t = a^2 T_{xx} + f(x,t)$;

в) $F_0 = \alpha(T - T_{окр})$.

11. Тепловой поток, вызывающий повышение температуры провода в зависимости от его массы и теплоёмкости, равен:

а) $q = cm\frac{dT}{dt}$;

б) $q'_{\Sigma} = 2{,}5 \cdot \Theta^{1{,}25} \cdot \left(\frac{293}{T+273}\right)^{0{,}25} + \sigma \cdot \varepsilon \cdot \left[(T+273)^4 - (Tokr+273)^4\right]$;

в) $q = I^2 \frac{\rho_{20}}{S}\left[1 + \alpha'\left(T_{окр} + \theta - 20\right)\right]$.

12. Уравнение, описывающее изменение превышения температуры провода над температурой окружающей среды, обусловленное протекающим по проводу током, имеет вид:

а) $cm\frac{d\theta}{dt} = \varpi P \theta^h - I^2(t)\frac{\rho_{20}}{S}\left(1 + \alpha'\left(T_{окр} + \theta - 20\right)\right)$;

б) $I^2 \frac{\rho_{20}}{S}\left(1 + \alpha'\left(T_{окр} + \theta - 20\right)\right) = \varpi P \theta^h$;

в) $I^2 = \varpi P \theta^h$

13. Степень черноты серых тел по определению равна:

а) 0,2;

б) отношению плотности излучения W'_{λ} реальных тел к плотности излучения W_{λ} абсолютно чёрного тела при данной температуре;

в) произведению поглощательной способности нагретого тела на излучательную способность абсолютно чёрного тела.

14. Температурный пограничный слой имеет большую толщину по сравнению с гидродинамическим пограничным слоем $\delta_T > \delta$, если число Прандтля:

а) $\mathrm{Pr} \prec 1$;

б) $\mathrm{Pr} = 1$;

в) $\mathrm{Pr} \succ 1$;

15. Число Рейнольдса равно:

а) $\mathrm{Re} = \frac{v_{ср} d}{\nu}$;

б) $\mathrm{Re} = \mu \frac{\partial v}{\partial n}$;

в) $\mathrm{Re} = \frac{\mu C_p}{\lambda}$

16. Однородное уравнение теплопроводности имеет вид:

а) $T_t = a^2 T_{xx}$;

б) $T_t = a^2 T_{xx} + f(x,t)$;

в) $T_t = a^2 T_{xx} - \alpha T + \varphi(t)$.

17. Касательные силы в потенциальном потоке равны:

а) нулю;

б) $\tau = \mu \frac{\partial v}{\partial n}$ - гипотеза Ньютона;

в) определяются по формуле Саттерленда.

18. Сжимаемость газов можно не учитывать, если число Маха:

а) $M \le 0{,}2$;

б) $M \ge 3$;

в) $M = 1$.

19. Зависимость динамической вязкости от температуры газа:

а) имеет вид: $\mu = \frac{const \cdot T^{3/2}}{T + C}$;

б) отсутствует;

в) $\mu = \frac{1}{\sqrt{\mathrm{Re}}}$.

20. Максимальный длительный ток для контактного провода определяется из условия:

а) $\frac{d\theta}{dt} = 0$;

б) $\alpha = 0$;

в) $T_{окр} = 0$.

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат :

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-4.2: Выполняет измерения и оценку состояния устройств тягового электроснабжения и анализ полученных результатов	Обучающийся умеет: выполнять тепловые расчеты оборудования, выполнять диагностику устройств системы тягового электроснабжения
Задания: 1. Определить межпоездной интервал при температуре окружающей среды от –40 ^{0}C до +40 ^{0}C для лимитирующего провода. 2. Зная марку и площадь сечения провода, составить математическую модель нагрева провода 3. Определить длительно допустимое значение тока для лимитирующего провода, зная протекающий ток. 4. Для контактной сети магистральной железной дороги рассчитать превышение температуры нагревания лимитирующего провода подвески при различных циклах тяговой нагрузки. 5. По температуре нагрева оборудования сделать заключение о его техническом состоянии	
ПК-4.2: Выполняет измерения и оценку состояния устройств тягового электроснабжения и анализ полученных результатов	Обучающийся владеет: методами электрических и термических расчетов, оборудованием по тепловой диагностике
Задания: 6. Используя учебный стенд необходимо определить температуру нагрева контактных соединений с помощью пирометра 7. Зная марку контактной подвески и длину межподстанционной зоны необходимо рассчитать ток плавки гололеда на проводах контактной сети постоянного тока 8. Зная марку контактной подвески и длину межподстанционной зоны необходимо рассчитать время плавки гололеда на участке постоянного тока 9. Зная марку контактной подвески и длину межподстанционной зоны необходимо рассчитать ток плавки гололеда на проводах контактной сети переменного тока	

10. Зная марку контактной подвески и длину межподстанционной зоны необходимо рассчитать время плавки гололеда на проводах контактной сети переменного тока
11. Используя учебный стенд необходимо определить температуру нагрева контактных соединений с помощью тепловизора

1.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

1.Теплопередача теплопроводностью. Основные определения. Закон Фурье.
2. Уравнение теплопроводности. Частные случаи уравнения теплопроводности.3. Решение однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных (метод Фурье).
4. Решение неоднородного уравнения теплопроводности в среде MathCad.
5. Функция точечного теплового источника и её интерпретация.
6. Методы теплового расчёта, основанные на уравнении стационарной теплопроводности.
7. Основы теории конвективного теплопереноса. Основные определения.
8. Понятие гидродинамического(скоростного) пограничного слоя.
9. Критерий Маха.
10. Ламинарное и турбулентное течение. Критерий Рейнольдса.
11. Метод подобия.
12. Температурный пограничный слой. Критерий Прандтля.
13. Коэффициент конвективного теплопереноса. Критерии Стэнтона и Нуссельта.
14. Коэффициент конвективной теплоотдачи плоской пластинки в несжимаемой среде.
15. Уравнение пограничного слоя в несжимаемой среде (уравнение Прандтля).
16. Интегральное соотношение для пограничного слоя(соотношение Кармана).
17. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи при ламинарном течении в пограничном слое.
18. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи при турбулентном течении в пограничном слое.
19. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи при смешанном течении в пограничном слое.
20. Коэффициент конвективной теплоотдачи при свободной конвекции. Критерий Грасгофа.
21.Тепловое излучение. Понятие абсолютно чёрного тела. Излучение нечёрных тел.
22. Основные законы теплового излучения(законы Кирхгофа, Стэфана-Больцмана, Вина).
23. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно чёрного тела. Закон Планка.
24. Естественные источники теплового излучения.
25.Нагрев и охлаждение проводов контактной сети в условиях естественной вынужденной конвекции.
26. Уравнения нагрева и процесса охлаждения провода контактной сети.
27. Максимально допустимый ток при установившемся режиме.
28. Расчёт температуры нагрева и охлаждения провода при различных циклах тяговой нагрузки.
29. Расчёт межпоездного интервала по условиям нагрева проводов контактной сети.
30. Нагрев проводов контактной сети при коротком замыкании.
31.Тепловой расчёт электрических рельсовых соединителей.
32. Тепловой расчёт дроссельных перемычек.
33. Термическая устойчивость стыковых соединителей на дорогах, электрифицированных на переменном токе.
34.Электрические способы борьбы с гололедом.
35. Борьба с гололедом на проводах контактной сети постоянного тока 3,3 кВ.
36. Борьба с гололедом на проводах контактной сети переменного тока 27,5 кВ.
37. Борьба с гололедом на проводах контактной сети системы переменного тока 2х25кВ.
38. Удаление гололеда с проводов воздушных линий.
39. Тепловые процессы в контактной сети с локальным износом контактного провода.
40. Системы теплового контроля состояния контактной сети.
41. Основы бесконтактного измерения температуры.
42. Инфракрасные системы для дистанционного измерения температуры.
43. Автоматизированная тепловизионная система сбора и первичной обработки и информации о тепловом состоянии контактной сети.

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы –75–60 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объёма заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено»» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«**Не зачтено»»** - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

«Отлично» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.
- негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.
- недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.