

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Энергетические установки на органическом и ядерном топливе

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического
оборудования**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Егорова Л.Е.
	Идентификатор	R54b1d8f3-YegorovaLY-a14a8830

Л.Е. Егорова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А.
Плешанов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А.
Плешанов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в энергетическом машиностроении

ИД-1 Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности

ИД-2 Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест на знание терминологии "Основные показатели надежности" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Коэффициенты надежности (Контрольная работа)

2. Расчет на прочность элементов энергетического оборудования (Контрольная работа)

3. Расчет утонения стенки в результате ВТК (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Обеспечение надежности на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации энергетического оборудования (Коллоквиум)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Расчет на прочность элементов энергетического оборудования (Контрольная работа)

КМ-2 Расчет утонения стенки в результате ВТК (Контрольная работа)

КМ-3 Тест на знание терминологии "Основные показатели надежности" (Тестирование)

КМ-4 Коэффициенты надежности (Контрольная работа)

КМ-5 Обеспечение надежности на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации энергетического оборудования (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	Срок КМ:	5	7	9	13	16
Прочность элементов энергетического оборудования						
Прочность элементов энергетического оборудования	+					
Высокотемпературная коррозия поверхностей нагрева						
Высокотемпературная коррозия поверхностей нагрева		+				
Основные показатели надежности						
Основные показатели надежности			+			
Показатели надежности тепловых схем ТЭС						
Показатели надежности тепловых схем ТЭС				+		
Обеспечение надежности энергетического оборудования на стадии проектирования, изготовления и в процессе эксплуатации						
Обеспечение надежности энергетического оборудования на стадии проектирования, изготовления и в процессе эксплуатации						+
	Вес КМ:	25	25	5	20	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности	Знать: основные показатели надежности Уметь: рассчитывать коэффициенты надежности системы выполнять расчеты на прочность элементов энергетического оборудования	КМ-1 Расчет на прочность элементов энергетического оборудования (Контрольная работа) КМ-3 Тест на знание терминологии "Основные показатели надежности" (Тестирование) КМ-4 Коэффициенты надежности (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности	Знать: основные направления обеспечения надежности на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации основного оборудования ТЭС Уметь: определять утонение стенки труб поверхностей нагрева в результате высокотемпературной коррозии	КМ-2 Расчет утонения стенки в результате ВТК (Контрольная работа) КМ-5 Обеспечение надежности на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации энергетического оборудования (Коллоквиум)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет на прочность элементов энергетического оборудования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

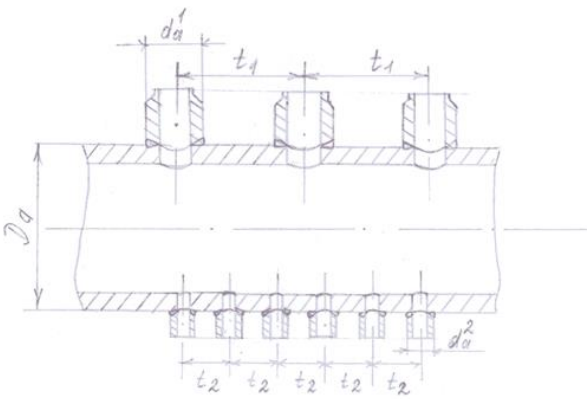
Процедура проведения контрольного мероприятия: Обучающийся получает индивидуальное задание, которое включает две задачи. Время выполнения контрольного мероприятия 45 минут.

Краткое содержание задания:

Определить номинальную толщину стенки элемента поверхности нагрева котла (труба змеевика, цилиндрическая часть коллектора, днище коллектора).

Определить допустимое рабочее давление в элементе поверхности нагрева котла.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять расчеты на прочность элементов энергетического оборудования	1. 1. Контрольная работа №1 «Расчет на прочность элемента котла» Вариант 1. Задача 1 Определить номинальную толщину стенки коллектора пароперегревателя изготовленного из катанной трубы с наружным диаметром 219 мм (допуск на минусовое отклонение в соответствии с ТУ – 5%). Материал сталь 12Х1МФ. К коллектору приварены штуцера: $d_{1a's}-57'7$мм и $d_{2a's}-32'6$ мм. Расстояние $t_1=450$ мм, а $t_2=120$ мм. Давление пара на входе в коллектор 14 МПа, температура пара 560°C. Коллектор надежно изолирован. (Укрепление отверстий штуцерами не считать.) 

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если две задачи выполнены преимущественно верно. Допускаются единичные опечатки, которые не влияют на результат

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если одна задача выполнена верно, а вторая задача решена с незначительными ошибками.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если две задачи решены до конца, но в них допущены ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задачи не решены до конца.

КМ-2. Расчет утонения стенки в результате ВТК

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Обучающийся получает индивидуальное задание, которое включает задачу и справочные материалы с расчетными формулами для оценки высокотемпературной коррозии. Время выполнения контрольного мероприятия составляет 45 минут.

Краткое содержание задания:

Рассчитать утонение стенки трубы высокотемпературной поверхности нагрева при ступенчатом графике изменения расчетной температуры с учетом очистки

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки												
Уметь: определять утонение стенки труб поверхностей нагрева в результате высокотемпературной коррозии	1.2. Контрольная работа №2 «Высокотемпературная коррозия. Расчет утонения стенки трубы» Вариант №1 Труба 32х5,5 изготовлена из стали 12Х1МФ, находится в потоке продуктов сгорания <u>экибастузского</u> угля. Продолжительность работы и характеристики режимов приведены в таблице. <table><tr><td>Номер режима</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>Время работы на режиме, ч</td><td>2000</td><td>3000</td><td>5000</td></tr><tr><td>Температура наружной поверхности стенки трубы, °С</td><td>580</td><td>585</td><td>570</td></tr></table> За расчетный период работы проводится очистка наружной поверхности трубы через 7500 ч с момента начала 1 режима. Определить геометрические размеры трубы на момент окончания указанных эксплуатационных режимов. Коррозию с внутренней стороны трубы не учитывать.	Номер режима	1	2	3	Время работы на режиме, ч	2000	3000	5000	Температура наружной поверхности стенки трубы, °С	580	585	570
Номер режима	1	2	3										
Время работы на режиме, ч	2000	3000	5000										
Температура наружной поверхности стенки трубы, °С	580	585	570										

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задача решена преимущественно верно. Допускаются единичные опечатки, которые не влияют на результат

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если при решении задачи допущены единичные ошибки в вычислениях, но при этом методика решения задачи верная.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если при решении задачи допущены значительные ошибки в вычислениях.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если при решении задачи допущены ошибки в методике расчета либо для расчета выбрана неверная формула..

КМ-3. Тест на знание терминологии "Основные показатели надежности"

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование организовано по группам, состоящим из двух обучающихся. Для тестирования подготовлены два варианта билетов: вариант №1 и вариант №2. Вариант состоит из 7 определений и 10 терминов. Каждый обучающийся из группы получает билет (вариант №1 или вариант №2) и заполняет столбец "Студент": указывает фамилию и инициалы и выполняет задание по установлению соответствия между определениями и терминами (таблица 2). Затем обучающиеся меняются билетами и заполняют столбец таблицы 1 "Эксперт".

Краткое содержание задания:

Поставить в соответствие определения из таблицы 1 и термины из таблицы 2

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки			
Знать: основные показатели надежности	1.Тест №1 на знание терминологии «Основные показатели надежности». Таблица 1 Определения основных показателей надежности объекта			
	№ п/п	Определение	Показатель надежности из таблицы 2	
			Студент	Эксперт
			_____	_____
			Ф.И.О.	Ф.И.О.
	1.	Состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации		
	2.	Свойство технического устройства, которое предполагает исключение возможности возникновения ситуаций, опасных для людей и окружающей среды		
	3.	Способность объекта к		

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																										
			обнаружению и устранению отказов, а также к их предупреждению.																								
	4.		Совокупность свойств, определяющих степень пригодности технического устройства для использования по назначению																								
	5.		Календарная продолжительность эксплуатации объекта от определенного момента времени до наступления предельного состояния																								
	6.		Продолжительность или объем работы, выполненные объектом																								
	7.		Превышение веса, габаритов либо стоимости объекта или системы по сравнению с минимально необходимыми для заданных параметров и структуры для обеспечения заданной надежности																								
Таблица 2 Основные показатели надежности объекта <table><tr><td>Обозначение</td><td>Показатель</td></tr><tr><td>А</td><td>Качество</td></tr><tr><td>Б</td><td>Срок службы</td></tr><tr><td>В</td><td>Избыточность</td></tr><tr><td>Г</td><td>Безопасность</td></tr><tr><td>Д</td><td>Наработка</td></tr><tr><td>Е</td><td>Ремонтопригодность</td></tr><tr><td>Ж</td><td>Работоспособность</td></tr><tr><td>З</td><td>Долговечность</td></tr><tr><td>И</td><td>Ремонтоспособность</td></tr><tr><td>К</td><td>Исправность</td></tr></table>						Обозначение	Показатель	А	Качество	Б	Срок службы	В	Избыточность	Г	Безопасность	Д	Наработка	Е	Ремонтопригодность	Ж	Работоспособность	З	Долговечность	И	Ремонтоспособность	К	Исправность
Обозначение	Показатель																										
А	Качество																										
Б	Срок службы																										
В	Избыточность																										
Г	Безопасность																										
Д	Наработка																										
Е	Ремонтопригодность																										
Ж	Работоспособность																										
З	Долговечность																										
И	Ремонтоспособность																										
К	Исправность																										

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Отлично» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы на все вопросы теста

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Хорошо» если выполнены следующие условия: - студентом дан неверный ответ на один вопрос

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Удовлетворительно» если выполнены следующие условия: - студентом дан неверный ответ на два вопроса

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Неудовлетворительно», если студентом даны неверные ответы на три и более вопросов

КМ-4. Коэффициенты надежности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

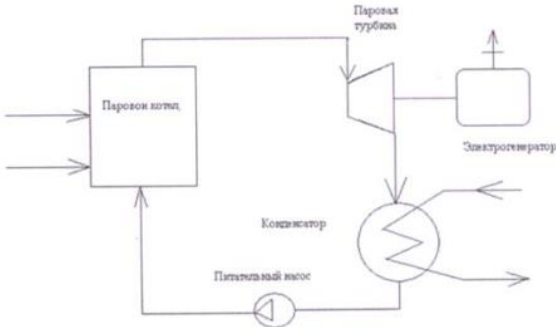
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Обучающийся выполняет индивидуальное задание содержащее две задачи. Время выполнения контрольного мероприятия составляет 45 минут.

Краткое содержание задания:

Определить требуемые показатели и коэффициенты надежности

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: рассчитывать коэффициенты надежности системы	1.Контрольная работа №4 «Коэффициенты надежности» Вариант 1. Задача 1. Для принципиальной схемы конденсационной электрической станции (КЭС):  - составить соответствующую структурную схему и дерево отказов; - используя данные таблицы определить среднее время безотказной работы и среднее время восстановления КЭС, коэффициент готовности системы, вероятность безотказной работы и коэффициент оперативной готовности на наработку 500 часов (закон распределения времени безотказной работы и времени восстановления - экспоненциальный). Задача 2. Для системы, состоящей из двух питательных насосов, один из которых основной, второй - резервный, работающий одновременно с основным, определить вероятность безотказной работы системы при наработке 500 часов. Для решения задачи использовать данные таблицы, закон распределения времени безотказной работы - экспоненциальный.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																		
	Таблица Средние значения наработки на отказ T_0 и времени восстановления T_v <table><tr><td>Элементы энергоблока КЭС</td><td>T_0</td><td>T_v</td></tr><tr><td>Паровой котел</td><td>1100</td><td>55</td></tr><tr><td>Паровая турбина</td><td>5000</td><td>30</td></tr><tr><td>Питательный насос</td><td>1000</td><td>50</td></tr><tr><td>Электрогенератор</td><td>10000</td><td>45</td></tr><tr><td>Конденсатор</td><td>15000</td><td>35</td></tr></table>	Элементы энергоблока КЭС	T_0	T_v	Паровой котел	1100	55	Паровая турбина	5000	30	Питательный насос	1000	50	Электрогенератор	10000	45	Конденсатор	15000	35
Элементы энергоблока КЭС	T_0	T_v																	
Паровой котел	1100	55																	
Паровая турбина	5000	30																	
Питательный насос	1000	50																	
Электрогенератор	10000	45																	
Конденсатор	15000	35																	

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если две задачи решена преимущественно верно. Допускаются единичные опечатки, которые не влияют на результат

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если решены две задачи. но при решении задач допущены единичные незначительные ошибки в вычислениях.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если верно решена хотя бы одна задача, или если решены две задачи, но при решении задач допущены ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если две задачи не решены полностью или допущены грубые ошибки.

КМ-5. Обеспечение надежности на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации энергетического оборудования

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Коллоквиум проводится для группы обучающихся. Каждому обучающемуся задается пять вопросов в произвольном порядке из

списка вопросов коллоквиума. Каждый правильный ответ полный и развернутый оценивается в один балл. Неверный ответ, а также ответ неконкретный с ошибками в деталях, путаница в понятиях, ошибки в применении терминов баллов не приносят.

Краткое содержание задания:

Ответьте на заданные вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные направления обеспечения надежности на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации основного оборудования ТЭС	1. Вопросы коллоквиума: 1. Перечислите основные направления обеспечения надежности на стадии проектирования. 2. Охарактеризуйте методы разработки тепловой схемы. 3. Назовите достоинства и недостатки метода основанного на использовании прототипа. 4. Назовите достоинства и недостатки метода основанного на предварительном распределении энтальпии среды по элементам с проведением конструкторского теплового расчета поверхностей нагрева. 5. Как влияют характеристики топлива на конструктивные особенности котла. 6. За счет чего происходит повышение надежности системы при резервировании ее отдельных элементов. 7. Назовите различные способы резервирования. 8. В чем особенности резервирования элементов в энергетике. 9. Как выбор конструкционных материалов влияет на надежность отдельных элементов и системы в целом. 10. Назовите требования, предъявляемые к сталям, применяемым в котлостроении. 11. Какие проблемы возникают при использовании литых корпусов арматуры в трубопроводах на ТЭС. 12. Назовите основные направления обеспечения надежности при изготовлении оборудования. 13. За счет чего повышается надежность оборудования при его выпуске в блочном исполнении. 14. Что такое входной контроль. Назовите его этапы. 15. Какие методы используются на котлостроительном производстве для контроля качества сварных соединений. 16. Почему качеству сварных швов уделяется особое внимание. 17. Назовите достоинства неразрушающих

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	методов контроля. 18. Какие особенности необходимо учитывать при сварке теплоустойчивых сталей. 19. Что такое сопутствующий подогрев стали. 20. Какова цель термической обработки сварных соединений. 21. За счет чего повышается надежность системы при унификации производства отдельных элементов. 22. Назовите основные направления обеспечения надежной эксплуатации оборудования. 23. Назовите типы ремонтов. 24. Содержание технического обслуживания оборудования. 25. Назовите содержание мероприятий по контролю за металлом и сварными соединениями в процессе эксплуатации. 26. Как оценивается величина остаточной пластической деформации на паропроводах с температурой выше 450 градусов. 27. Как оценивается величина остаточной пластической деформации на трубах поверхностей нагрева. 28. Как влияет графитизация металла на надежность работы трубопровода. 29. Почему ползучесть металла является важнейшим процессом происходящим в металлах при воздействии длительное время высокой температуры и давления. 30. Какова связь между процессом ползучести металла и прочностью паропровода. 31. За счет чего избыточность приводит к повышению надежности системы.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется при получении пяти баллов

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется при получении четырех баллов

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется при получении трех баллов

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если не получены ответы на три вопроса

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

	Кафедра Моделирования и проектирования энергетических установок	Утверждаю Зав. кафедрой
	Дисциплина «Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического оборудования»	«16» января 2024 г.
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3		
1. Теоретический вопрос 1. Техническое обслуживание и ремонт оборудования. Виды ремонтов и их содержание. 2. Теоретический вопрос 2. Количественные характеристики надежности. Коэффициенты надежности. 3. Практическое задание. Наработка на отказ воздухоподогревателя при данных условиях эксплуатации составляет 25000 часов. Определить интенсивность отказов и вероятность безотказной работы воздухоподогревателя через 50000 часов. Закон распределения наработки на отказ -		
Лектор дисциплины _____ Л.Е. Егорова		

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме по билетам, содержащим теоретическую часть, которая включает два вопроса, и практическую часть, которая представлена задачей по одному из разделов дисциплины. Время на выполнение экзаменационного задания – 90 минут, в течение которого обучающийся готовит развернутый и решает задачу.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-1 Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1.

	Кафедра Моделирования и проектирования энергетических установок	Утверждаю Зав. кафедрой																																
	Дисциплина «Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического оборудования»	«16» января 2024 г.																																
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4																																		
1. Теоретический вопрос 1. Отказ. Классификация отказов 2. Теоретический вопрос 2. Аналитические методы расчета надежности ТЭС и АЭС. Метод минимальных путей и сечений. 3. Практическое задание. Исходные данные: <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>Топливо:</td><td colspan="3">Назаровский уголь</td></tr><tr><td>Материал:</td><td colspan="3">12Х1МФ</td></tr><tr><td>Геометрические размеры трубы $d^0 \times S^0$, мм</td><td colspan="3">32×5</td></tr><tr><td colspan="4" style="text-align: center;">Параметры эксплуатационного режима</td></tr><tr><td></td><td colspan="3" style="text-align: center;">Номер режима</td></tr><tr><td>Параметр</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>$T_a, ^\circ\text{C}$</td><td>560</td><td>565</td><td>580</td></tr><tr><td>$\Delta t, ^\circ\text{C}$</td><td>6400</td><td>3000</td><td>1500</td></tr></table> Определить геометрические размеры ($d \times S$) исследуемого участка трубы по окончании эксплуатации (коррозию с внутренней стороны не учитывать).			Топливо:	Назаровский уголь			Материал:	12Х1МФ			Геометрические размеры трубы $d^0 \times S^0$, мм	32×5			Параметры эксплуатационного режима					Номер режима			Параметр	1	2	3	$T_a, ^\circ\text{C}$	560	565	580	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	6400	3000	1500
Топливо:	Назаровский уголь																																	
Материал:	12Х1МФ																																	
Геометрические размеры трубы $d^0 \times S^0$, мм	32×5																																	
Параметры эксплуатационного режима																																		
	Номер режима																																	
Параметр	1	2	3																															
$T_a, ^\circ\text{C}$	560	565	580																															
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	6400	3000	1500																															
Лектор дисциплины _____ Л.Е. Егорова																																		

2.

	Кафедра Моделирования и проектирования энергетических установок	Утверждаю Зав. кафедрой
	Дисциплина «Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического оборудования»	«16» января 2024 г.
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6		
1. Теоретический вопрос 1. Аналитические методы расчета надежности ТЭС и АЭС. Метод «дерева отказов». 2. Теоретический вопрос 2. Структурная надежность. Влияние отказа элементов структурной схемы на работоспособность ТЭС и основанная на этом классификация. 3. Практическое задание. Тепловую <u>разверку</u> металла первой походу газов трубы выходного пакета пароперегревателя регулируют, ориентируясь на две термомпары. При работе двух термомпар перебои КПП происходят с вероятностью 0.1; при работе только первой термомпары, контролирующей температуру наружной поверхности трубы, с вероятностью 0.12; при работе только второй термомпары, контролирующей температуру внутренней поверхности трубы, с вероятностью 0.2; при отказе обеих термомпар перебои КПП происходят с вероятностью 0.4. Надежность первой термомпары 0.65, надежность второй термомпары 0.9. Все элементы выходят из строя независимо друг от друга. Найти полную надежность работы первой трубы КПП. Лектор дисциплины _____ Л.Е. Егорова		

	Кафедра Моделирования и проектирования энергетических установок	Утверждаю Зав. кафедрой
	Дисциплина «Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического оборудования»	«16» января 2024 г.
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9		
1. Теоретический вопрос 1. Аналитические методы расчета надежности ТЭС и АЭС. Метод перебора относительно особого элемента. 2. Теоретический вопрос 2. Количественные характеристики надежности. Коэффициенты надежности. 3. Практическое задание. В цехе, изготавлиющем болты, на первом станке производится 30% болтов, на втором - 35%, остальные на третьем. На первом станке брак составляет 3%, на втором - 4%, на третьем - 2%. Случайно выбранный из продукции цеха болт оказался с браком. Какова вероятность того, что он был произведен на первом, втором, третьем станке? Лектор дисциплины _____ Л.Е. Егорова		

3.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Какая температура стенки обогреваемой детали в расчетах на прочность принимается в качестве расчетной температуры

Ответы:

1. температура наружной поверхности стенки детали
2. среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали
3. температура внутренней поверхности стенки детали
4. допустимая температура наружной поверхности стенки детали
5. температура рабочей среды в детали

Верный ответ: 2. среднеарифметическое значение температур наружной и

внутренней поверхности стенки детали

2.2. Какой показатель надежности характеризует резервирование объекта

Ответы:

1. исправность
2. безопасность
3. избыточность
4. долговечность
5. работоспособность

Верный ответ: 3. избыточность

3.3. Какая структурная схема позволяет обеспечить максимальную надежность системы

из трех элементов с одинаковой вероятностью безотказной работы

Ответы:

1. последовательное соединение элементов системы
2. параллельное соединение элементов системы
3. надежность системы не зависит от структурной схемы соединения элементов, а определяется надежностью отдельного элемента

Верный ответ: 2. параллельное соединение элементов системы

Верный ответ: 2. параллельное соединение элементов системы

Верный ответ: 2. параллельное соединение элементов системы

Верный ответ: 2. параллельное соединение элементов системы

Верный ответ: 2. параллельное соединение элементов системы

Верный ответ: 2. параллельное соединение элементов системы

Верный ответ: 2. параллельное соединение элементов системы

4.4. Как меняется вероятность безотказной работы объекта во времени

Ответы:

1. увеличивается от 0 в момент начала эксплуатации до 1
2. вероятность безотказной работы величина постоянная и во времени не меняется
3. уменьшается от 1 в момент начала эксплуатации до 0

Верный ответ: 3. уменьшается от 1 в момент начала эксплуатации до 0

5.5. Какие характеристики помимо расчетного ресурса определяют величину номинального допускаемого напряжения в расчетах на прочность

Ответы:

1. марка стали и температура
2. только марка стали
3. только температура

Верный ответ: 1. марка стали и температура

6.8. Какая толщина стенки вычисляется по формуле

$$S = S_R + C$$

Ответы:

1. расчетная толщина стенки
2. номинальная толщина стенки
3. фактическая толщина стенки
4. допустимая толщина стенки
5. минимальная расчетная толщина стенки

Верный ответ: 2. номинальная толщина стенки

7. 10. Какова надежность системы, состоящей из трех последовательно соединенных элементов, вероятность безотказной работы которых равна 0,9

Ответы:

1. 2.7
2. 0.729
3. 0.3
4. 0.999

Верный ответ: 2. 0.729

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности

Вопросы, задания

	Кафедра Моделирования и проектирования энергетических установок	Утверждаю Зав. кафедрой																															
	Дисциплина «Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического оборудования»	«16» января 2024 г.																															
	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5																																
1. Теоретический вопрос 1. Структурная надежность. Расчет надежности системы в зависимости от ее структурной схемы. 2. Теоретический вопрос 2. Числовые характеристики случайной величины. 3. Практическое задание. Исходные данные: <table border="1"><tr><td>Топливо:</td><td colspan="3">Природный газ</td></tr><tr><td>Материал:</td><td colspan="3">12Х1МФ</td></tr><tr><td>Геометрические размеры трубы $d \times S$, мм</td><td colspan="3">32×5</td></tr><tr><td colspan="4">Параметры эксплуатационного режима</td></tr><tr><td rowspan="2">Параметр</td><td colspan="3">Номер режима</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>$T_n, ^\circ\text{C}$</td><td>590</td><td>600</td><td>625</td></tr><tr><td>$\Delta t, \text{ч}$</td><td>7800</td><td>6200</td><td>6500</td></tr></table> Определить геометрические размеры ($d \times S$) исследуемого участка трубы по окончании эксплуатации (коррозию с внутренней стороны не учитывать). Лектор дисциплины _____ Л.Е. Егорова			Топливо:	Природный газ			Материал:	12Х1МФ			Геометрические размеры трубы $d \times S$, мм	32×5			Параметры эксплуатационного режима				Параметр	Номер режима			1	2	3	$T_n, ^\circ\text{C}$	590	600	625	$\Delta t, \text{ч}$	7800	6200	6500
Топливо:	Природный газ																																
Материал:	12Х1МФ																																
Геометрические размеры трубы $d \times S$, мм	32×5																																
Параметры эксплуатационного режима																																	
Параметр	Номер режима																																
	1	2	3																														
$T_n, ^\circ\text{C}$	590	600	625																														
$\Delta t, \text{ч}$	7800	6200	6500																														

1.

	Кафедра Моделирования и проектирования энергетических установок	Утверждаю Зав. кафедрой
	Дисциплина «Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического оборудования»	«16» января 2024 г.
	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8	
1. Теоретический вопрос 1. Резервирование. Классификация. Кратность резервирования. 2. Теоретический вопрос 2. Обеспечение надежности в процессе эксплуатации. Контроль остаточной деформации на паропроводах и трубах поверхностей нагрева. 3. Практическое задание. Труба ШПП (сталь 12Х18Н10Т) в котле Е-420-13,8-560БТ проработала 5000 часов при сжигании березовского бурого угля. Наружная температура стенки 590 °С. Котел перевели на природный газ. За сколько времени труба ШПП получит аналогичное утонение в результате высокотемпературной коррозии, если наружная температура стенки возросла до 600 °С. Лектор дисциплины _____ Л.Е. Егорова		

2.

	Кафедра Моделирования и проектирования энергетических установок	Утверждаю Зав. кафедрой
	Дисциплина «Прочность, надежность и диагностика элементов энергетического оборудования»	«16» января 2024 г.
	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11	
1. Теоретический вопрос 1. Основные направления обеспечения надежности на этапе проектирования объекта. 2. Теоретический вопрос 2. Основные понятия теории надежности. Система, элемент, объект. 3. Практическое задание. Наработка на отказ коллектора экономайзера при данных условиях эксплуатации составляет 50000 часов. Определить интенсивность отказов и вероятность отказа коллектора через 100000 часов. Как изменится вероятность отказа коллектора, отработавшего еще 50000 часов. Закон распределения наработки на отказ - экспоненциальный. Лектор дисциплины _____ Л.Е. Егорова		

3.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.6. Стали какого класса должны применяться при проектировании горячих конвективных пакетов с расчетной температурой 600 градусов

Ответы:

1. качественные углеродистые стали
2. стали аустенитного класса
3. стали перлитного класса

Верный ответ: 2. стали аустенитного класса

2.7. К какому виду ремонта относится капитальный ремонт

Ответы:

1. к плановому ремонту
2. к неплановому ремонту

Верный ответ: 1. к плановому ремонту

3. 9. При каком способе резервирования ресурс резервного элемента сохраняется

Ответы:

1. резервирование с постоянно включенным резервом

2. резервирование замещением

Верный ответ: 2. резервирование замещением

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическую часть, который дал полный ответ и показал при ответе на вопросы экзаменационного билета, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и выполнения практической части.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическую часть и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, а также выполнил практическую часть из экзаменационного билета частично.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог выполнить практическую часть.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.