

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 18.11.2025 13:48:38

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ИСПЫТАНИЕ, НАЛАДКА И НАДЕЖНОСТЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

«Теплоэнергетика теплотехника»

Квалификация

Магистр

Год начала подготовки: 2025

Грозный – 2025

1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель курса: «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования» заложить основу общетехнической подготовки студентов; научить обучающихся ставить перед собой задачи пуско-наладочных работ и испытаний оборудования. Преподнести магистрантам правила работы со стандартами и техническими условиями на оборудование, материалы элементов трубных поверхностей нагрева, коллекторы и трубопроводы, арматуру котельного оборудования. Научить методам определения надежности работы технологического оборудования: теплового, турбинного, определять вибрационную надежность турбоагрегата и т.д.

Задачи изучения курса: освоение студентами общих принципов работы продукции различного назначения, знакомство с узлами и деталями машин общего назначения, подготовки мероприятий обеспечивающих надежность теплоэнергетического оборудования, знакомство с методикой планирования и участия в проведении плановых испытаний технологического оборудования. Освоение особенности программ испытаний технологических процессов турбин различных типов: конденсационных, противодавленческих, с регулируемыми отборами; программы испытания различных насосов. Знакомство с основными причинами взрывов пожаров и внештатных ситуаций при работе технологического оборудования, например в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе и т.д.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования» относится к блоку 1 обязательной части в учебном плане ОП направления подготовки магистров 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 3 семестре, базируется на знании общетехнических и специальных дисциплин: Инженерный эксперимент, Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий, Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях, Тепломассообменные процессы и оборудование энергетики, методы расчета тепломассообменных процессов, Водно-химические режимы теплоэнергетических установок.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Универсальные		
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	УК-2.1. Участвует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла.	Знать: - методы поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; - стандарты и технические условия на материалы элементов трубных поверхностей нагрева,

		коллекторы и трубопроводы, арматура котла; - методологию предупреждений повреждений и неполадок топочных устройств; - классификацию и условия работы топочных устройств и основными причинами их повреждений; - цели и задачи пуско-наладочных работ и испытаний оборудования; - организацию пуско-наладочных работ, меры по предпусковой химической очистки оборудования. Уметь: - анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; - участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования объектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; - определять повреждения пароперегревателей вызванные в результате повышения температуры перегретого пара; - определять условия надежности работы теплоэнергетического оборудования; - определять повреждения экономайзеров и способы их предупреждения; составлять мероприятия по предупреждению повреждений экономайзеров; - разрабатывать мероприятия по предупреждению повреждений воздухоподогревателей; - определять надежность работы турбинного оборудования; определять вибрационную надежность турбоагрегата;
--	--	---

		- определять нормы допустимой вибрации турбоагрегатов. Владеть: - навыками анализа литературы по рассматриваемой тематике; - методикой планирования и участвовать в проведении плановых испытаний технологического оборудования; - методами сертификации продукции, технологических процессов, услуг, систем качества, производств и систем экологического управления предприятия; - методами разработки планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля, инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав конструкторской и технологической документации.
Профессиональные		
ПК-2 способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	ПК-2.1. Анализирует информацию по новейшим в мировом масштабе разработкам технологий применяемых на данном предприятии и предлагает готовые решения по их внедрению; ПК-2.2. Вырабатывает план мероприятий и последовательность проведения операций по совершенствованию технологических решений и последовательное внедрение их в производственный	Знать: - особенности программ испытаний турбин различных типов: конденсационных, противодавленческих, с регулируемыми отборами; программы испытания различных насосов; - методики исследования оборудования энергетики на надежность; - мероприятия обеспечивающие надежность теплоэнергетического оборудования при проектировании, изготовлении, монтаже, процессе эксплуатации и ремонта.

	процесс; ПК-2.3. Использует современные нормативные методы определения работоспособности оборудования, на основе грамотной работы с технологической документацией, техническими регламентами и паспортами своевременно сообщает руководству о необходимости проведения его ремонта и модернизации.	Уметь: - проводить эксплуатационные испытания тягодутьевых установок и газо-воздушного тракта котельного агрегата; - проводить качественный анализ возможных дефектов котлов, различных узлов турбин, теплообменного и конвекционного оборудования и признаков, по которым можно судить о возникновении этих дефектов; - определять составляющие надежности отдельного оборудования (безотказность, ремонтпригодность; сохраняемость и т.д.); - классификации и характеристики отказов. Владеть: - методиками организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации; - основными требованиями к качеству и типу сталей, применяемых для изготовления барабанов котлов; - основными причинами взрывов в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе; - правилами проверки котельной установки на газовую плотность; - правилами парового опробования котла и продувки паропроводов.
--	--	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего		Семестры	
		часов/ зач.ед.		4	4
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа (всего)		32/0,9	20/0,6	32/0,9	20/0,6
В том числе:					
Лекции		16/0,4	8/0,22	16/0,4	8/0,22
Практические занятия		16/0,4	12/0,33	16/0,4	12/0,33
Семинары					
Лабораторные работы					
Самостоятельная работа (всего)		76/2,1	88/2,4	76/2,1	88/2,4
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты		24/0,7	18/0,5	24/0,7	18/0,5
Доклады					
Презентации		4/0,11	10/0,3	4/0,11	10/0,3
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам					
Подготовка к практическим занятиям		24/0,7	24/0,7	24/0,7	24/0,7
Подготовка к зачету					
Подготовка к экзамену		24/0,7	36/1,0	24/0,7	36/1,0
Вид промежуточной аттестации					
Вид отчетности		Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	108	108	108	108
	ВСЕГО в зач. единицах	3	3	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Условия надежности работы котельного оборудования.	2	2			2	2	4	4
2	Условия надежности работы теплоэнергетического оборудования.	2	1			2	2	4	3
3	Надежность работы турбинного оборудования	2	1			2	1	4	2
4	Испытание оборудования и пуско-наладочные работы	2	1			2	2	4	3
5	Теория надежности и ее основные понятия	2	1			2	1	4	2
6	Методика исследования на надежность оборудования в энергетике	2	1			2	2	4	3
7	Надежность технических систем и тепловых схем ТЭС. Правовые вопросы надежности.	4	1			4	2	8	3
	ИТОГО:	16	8			16	12	32	20

5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Условия надежности работы котельного оборудования.	Классификация и условия работы топочных устройств и основные причины их повреждений. Методология предупреждений повреждений и неполадок топочных устройств. Основные причины взрывов в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе, пылеприготовительных установках. Принимаемые меры по предотвращению взрывов. Плановые мероприятия предупреждения аварий котлов работающих на различных видах топлива. Меры по соблюдению штатных режимов работы и предупреждению повреждений основного технологического оборудования (барабанов, конвективных поверхностей нагрева и коллекторов) паровых котлов. Условия работы металла барабанов и коллекторов паровых котлов. Основные требования к качеству и типу сталей, применяемых для изготовления барабанов котлов. Повреждения барабанов и коллекторов паровых котлов. Повреждения и дефекты вальцованных соединений. Нарушения нормальной работы паровых котлов. Стандарты и технические условия на материалы элементов трубных поверхностей нагрева, коллекторы и трубопроводы, арматура котла. Дефекты и повреждения поверхностей нагрева и трубопроводов. Загрязнение поверхностей нагрева. Качество питательной воды. Температурный режим и характер повреждений труб экранных поверхностей нагрева. Надежность работы котлов сверхкритического давления. Наблюдение и контроль за состоянием элементов поверхностей нагрева и трубопроводами в процессе эксплуатации. Мероприятия, обеспечивающие надежность работы поверхностей нагрева.
2	Условия надежности работы теплоэнергетического оборудования.	Обеспечение надежности работы пароперегревателей. Условия работы металла труб пароперегревателей. Состав отложения в пароперегревателях. Повреждения пароперегревателей в результате повышения температуры перегретого пара. Мероприятия по повышению надежности работы пароперегревателей. Предупреждение повреждений экономайзеров. Условия работы экономайзеров. Повреждения экономайзеров и способы их предупреждения. Мероприятия по предупреждению повреждений экономайзеров. Предупреждение повреждений воздухоподогревателей. Условия работы в воздухоподогревателе. Повреждения воздухоподогревателей. Ограничение количества воздуха, идущего на горение топлива. Мероприятия по предупреждению повреждений воздухоподогревателей.

	2	3
3	Надежность работы турбинного оборудования	Аварии и износ рабочих лопаток. Ущерб от аварий паровых турбин. Причины аварий рабочих лопаток. Усталость рабочих лопаток. Коррозионная усталость рабочих лопаток. Капельная эрозия рабочих лопаток. Абразивный износ лопаточного аппарата. Отрыв рабочих лопаток. Излом рабочих лопаток. Разрушение хвостовиков рабочих лопаток. Разрушения и повреждения роторов и их предупреждение. Классификация повреждений и разрушений роторов. Хрупкие внезапные разрушения цельнокованных роторов. Истощение ресурса длительной прочности. Термическая усталость роторов. Повреждения и разрушения насадных дисков и валов. Повреждения и разрушения элементов статора турбины. Повреждения корпусов. Прогибы диафрагм. Аварии и неполадки подшипников. Аварии и неполадки систем парораспределения, автоматического регулирования и защиты. Вибрационная надежность турбоагрегата. Вибрация турбоагрегата и ее последствия. Низкочастотная вибрация. Высокочастотная вибрация турбоагрегатов. Нормы допустимой вибрации турбоагрегатов. Стеснение тепловых расширений турбины на фундаменте и его предупреждение.
4	Испытание оборудования и пуско-наладочные работы	Цели и задачи пуско-наладочных работ и испытаний оборудования. Организация пуско-наладочных работ. Предпусковая химическая очистка оборудования. Опробование и пуск тягодутьевых машин, мельниц, питателей пыли. Проверка котельной установки на газовую плотность. Паровое опробование котла и продувка паропроводов. Пуск насосов. Проверка плотности вакуумной системы. Проверка и настройка системы регулирования турбины на неработающей турбине. Комплексное опробование оборудования энергоблока. Классификация испытаний. Подготовка к испытаниям. Предварительные опыты. Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям. Эксплуатационные испытания тягодутьевых установок и газозоудного тракта котельного агрегата. Обработка результатов измерений. Определение всех потерь и КПД котлоагрегата брутто и нетто. Отчет по испытаниям котлоагрегата. Особенности программ испытаний турбин различных типов: конденсационных, противодавленческих, с регулируемыи отборами. Характеристики, которые необходимо получить в процессе испытаний для различных типов турбин. Составление программы испытаний систем регулирования турбин различных типов. Подготовка турбины к опытам по сбросу электрической нагрузки с отключением генератора от сети. Планирование опытов по определению наивыгоднейшего вакуума. Программы испытания различных насосов. Проведение испытаний турбоустановок различных типов. Обработка опытных данных.

	2	3
5	Теория надежности и ее основные понятия	Составляющие надежности (безотказность; ремонтпригодность; сохраняемость). Качество, Живучесть, Безопасность, Безотказность, Ремонтпригодность, Долговечность. Основные показатели долговечности (технический ресурс; назначенный ресурс; срок службы). исправность, работоспособность, предельное состояние. Частичная или полная потеря функциональных свойств оборудования. Отказ. Полный отказ, частичный отказ. Внезапный отказ. Постепенный отказ. Классификация и характеристики отказов. Классификация отказов по типу (функциональные и параметрические). Классификация отказов по природе (случайные и систематические). Отказы технологические, функциональные и аварии. Классификация отказов по группам: дефекты монтажа, дефекты ремонта, недостатки эксплуатации, дефекты изготовления и конструкции, в том числе исчерпание ресурса, прочие и невыясненные причины. Основные признаки классификации отказов (характер возникновения; причина возникновения; характер устранения; последствия отказов; дальнейшее использование объекта; легкость обнаружения; время возникновения). Вероятностные и статистические методы оценки количественных показателей безотказности. Комплексные показатели количественной оценки надежности оборудования в энергетике: коэффициент технического использования, коэффициент готовности, коэффициент плановых простоев, коэффициент неплановых простоев. Форма 3-тех о тепловой экономичности оборудования.
6	Методика исследования на надежность оборудования в энергетике	Определение причин отказов; выявление деталей и узлов оборудования, лимитирующих надежность; оптимизация норм расхода запасных частей и системы планово-предупредительных ремонтов; выявление условий и режимов эксплуатации, влияющих на надежность; определение экономической эффективности мероприятий по повышению надежности. Количественные показатели надёжности теплоэнергетического оборудования (коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, наработка на отказ). Анализ отказов. Отказы в работе теплоэнергетического оборудования и их классификация (ошибки при проектировании оборудования, при изготовлении, при монтаже и эксплуатации). Результаты анализа. Информация о дефектах, выявленных и зафиксированных в документации во время плановых ремонтов оборудования. Отказы в работе котлов, турбин, ядерной реакторной установки, вспомогательного оборудования. Обеспечение надежности оборудования при проектировании, изготовлении, монтаже и в процессе эксплуатации. Ведение официальной статистики отказов и причин, их вызвавших. Результаты статистического анализа информации. Качественный анализ возможных дефектов узлов турбин и признаков, по которым можно судить о возникновении этих дефектов. Достоверность результатов анализа.

	2	3
7	Надежность технических систем и тепловых схем ТЭС. Правовые вопросы надежности.	Теоретическая надежность технических систем Безотказность объектов. Надежность восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности объекта. Ремонтопригодность. Характеристики восстановления. Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования. Недоотпуск электроэнергии и тепла. Экономический ущерб от отказов. Элементы теории вероятностей для расчетов показателей надежности. Информационное обеспечение управления надежностью. Технологические нарушения. Расследование технологических нарушений. Форма акта расследования. Расчеты показателей надежности тепловых схем ТЭС. Расчеты надежности схем. Расчеты ресурса и срока службы. Обеспечение надежности средствами организации эксплуатаций электрических станций. Приемка в эксплуатацию. Технический контроль. Паровые и водогрейные котельные установки. Паротурбинные установки. Блочные установки. Трубопроводы и арматура. Секционные теплофикационные установки. Тепловые сети. Организация ремонтно-эксплуатационного обслуживания. Обеспечение надежности в проектных решениях. Котлоагрегаты. Золоулавливание. Турбинное отделение. Безопасность эксплуатации турбогенераторов. Проблемы и требования согласно Федерального закона «О безопасности объектов ТЭК» от 21.07.2011 №256-ФЗ. Основные пути предупреждения загорания, пожара и взрыва. О факторах, способствующих повышению риска крупных техногенных аварий. Разработка комплекса мероприятий, повышающих безопасность энергоблока.

5.4. Практические (семинарские) занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Условия надежности работы котельного оборудования.	Повреждения барабанов и коллекторов паровых котлов. Повреждения и дефекты вальцованных соединений. Нарушения нормальной работы паровых котлов.
2	Условия надежности работы теплоэнергетического оборудования.	Условия работы экономайзеров. Повреждения экономайзеров пароперегревателей, воздухоподогревателей и способы их предупреждения.
3	Надежность работы турбинного оборудования	Вибрационная надежность турбоагрегата. Вибрация турбоагрегата и ее последствия. Низкочастотная вибрация. Высокочастотная вибрация турбоагрегатов.

4	Испытание оборудования и пуско-наладочные работы	Составление программы испытаний систем регулирования турбин различных типов. Подготовка турбины к опытам по сбросу электрической нагрузки с отключением генератора от сети.
5	Теория надежности и ее основные понятия	Основные показатели долговечности (технический ресурс; назначенный ресурс; срок службы), исправность, работоспособность, предельное состояние.
6		Частичная или полная потеря функциональных свойств оборудования.
7	Методика исследования на надежность оборудования в энергетике	Анализ отказов. Отказы в работе теплоэнергетического оборудования и их классификация (ошибки при проектировании оборудования, при изготовлении, при монтаже и эксплуатации). Результаты анализа.

6. Самостоятельная работа магистрантов по дисциплине

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

- 1 Основные причины взрывов в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе, пылеприготовительных установках.
- 2 Плановые мероприятия предупреждения аварий котлов работающих на различных видах топлива.
- 3 Стандарты и технические условия на материалы элементов трубных поверхностей нагрева, коллекторы и трубопроводы, арматура котла.
- 4 Условия работы металла труб пароперегревателей. Состав отложения в пароперегревателях. Повреждения пароперегревателей в результате повышения температуры перегретого пара.
- 5 Мероприятия по предупреждению повреждений экономайзеров. Мероприятия по предупреждению повреждений воздухоподогревателей.
- 6 Вибрационная надежность турбоагрегата. Вибрация турбоагрегата и ее последствия. Низкочастотная вибрация. Высокочастотная вибрация турбоагрегатов.
- 7 Отказы в работе котлов, турбин, ядерной реакторной установки, вспомогательного оборудования. Обеспечение надежности оборудования при проектировании, изготовлении, монтаже и в процессе эксплуатации.
- 8 Паровое опробование котла и продувка паропроводов. Пуск насосов. Проверка плотности вакуумной системы.
- 9 Комплексное опробование оборудования энергоблока. Классификация испытаний. Подготовка к испытаниям. Предварительные опыты. Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям.
- 10 Особенности программ испытаний турбин различных типов: конденсационных, противодавленческих, с регулируемыми отборами.
- 11 Классификация отказов по группам: дефекты монтажа, дефекты ремонта, недостатки эксплуатации, дефекты изготовления и конструкции, в том числе истощение ресурса, прочие и невыясненные причины.
- 12 Расследование технологических нарушений. Форма акта расследования. Расчеты показателей надежности тепловых схем ТЭС.

6.2 Темы рефератов:

1. Классификация и условия работы топочных устройств и основные причины их повреждений. Методология предупреждений повреждений и неполадок топочных устройств.
2. Основные причины взрывов в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе, пылеприготовительных установках
3. Принимаемые меры по предотвращению взрывов
4. Плановые мероприятия предупреждения аварий котлов работающих на различных видах топлива
5. Меры по соблюдению штатных режимов работы и предупреждению повреждений основного технологического оборудования (барабанов, конвективных поверхностей нагрева и коллекторов) паровых котлов
6. Условия работы металла барабанов и коллекторов паровых котлов
7. Основные требования к качеству и типу сталей, применяемых для изготовления барабанов котлов
8. Повреждения барабанов и коллекторов паровых котлов. Повреждения и дефекты вальцованных соединений
9. Нарушения нормальной работы паровых котлов
10. Стандарты и технические условия на материалы элементов трубных поверхностей нагрева, коллекторы и трубопроводы, арматура котла
11. Дефекты и повреждения поверхностей нагрева и трубопроводов
12. Загрязнение поверхностей нагрева. Качество питательной воды
13. Температурный режим и характер повреждений труб экранных поверхностей нагрева
14. Наблюдение и контроль за состоянием элементов поверхностей нагрева и трубопроводами в процессе эксплуатации
15. Мероприятия, обеспечивающие надежность работы поверхностей нагрева
16. Обеспечение надежности работы пароперегревателей.
Условия работы металла труб пароперегревателей. Состав отложения в пароперегревателях
17. Повреждения пароперегревателей в результате повышения температуры перегретого пара
18. Мероприятия по повышению надежности работы пароперегревателей
19. Предупреждение повреждений экономайзеров.
Условия работы экономайзеров. Повреждения экономайзеров и способы их предупреждения
20. Мероприятия по предупреждению повреждений экономайзеров
21. Предупреждение повреждений воздухоподогревателей
22. Условия работы в воздухоподогревателе
23. Повреждения воздухоподогревателей. Ограничение количества воздуха, идущего на горение топлива
24. Мероприятия по предупреждению повреждений воздухоподогревателей
25. Аварии и износ рабочих лопаток. Ущерб от аварий паровых турбин. Причины аварий рабочих лопаток
26. Усталость рабочих лопаток. Коррозионная усталость рабочих лопаток
27. Капельная эрозия рабочих лопаток. Абразивный износ лопаточного аппарата. Отрыв рабочих лопаток. Излом рабочих лопаток. Разрушение хвостовиков рабочих лопаток.
28. Разрушения и повреждения роторов и их предупреждение
29. Классификация повреждений и разрушений роторов
30. Хрупкие внезапные разрушения цельнокованных роторов
31. Исчерпание ресурса длительной прочности. Термическая усталость роторов
32. Повреждения и разрушения насадных дисков и валов
33. Повреждения и разрушения элементов статора турбины

34. Повреждения корпусов. Прогибы диафрагм. Аварии и неполадки подшипников
35. Аварии и неполадки систем парораспределения, автоматического регулирования и защиты
36. Вибрационная надежность турбоагрегата. Вибрация турбоагрегата и ее последствия. Низкочастотная вибрация
37. Высокочастотная вибрация турбоагрегатов. Нормы допустимой вибрации турбоагрегатов
38. Стеснение тепловых расширений турбины на фундаменте и его предупреждение
39. Цели и задачи пуско-наладочных работ и испытаний оборудования
40. Организация пуско-наладочных работ. Предпусковая химическая очистка оборудования
41. Опробование и пуск тягодутьевых машин, мельниц, питателей пыли
42. Проверка котельной установки на газовую плотность. Паровое опробование котла и продувка паропроводов
43. Пуск насосов. Проверка плотности вакуумной системы
44. Проверка и настройка системы регулирования турбины на неработающей турбине
45. Комплексное опробование оборудования энергоблока
46. Классификация испытаний. Подготовка к испытаниям. Предварительные опыты
47. Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям
48. Эксплуатационные испытания тягодутьевых установок и газо-воздушного тракта котельного агрегата
49. Обработка результатов измерений. Определение всех потерь и КПД котлоагрегата брутто и нетто. Отчёт по испытаниям котлоагрегата.
50. Особенности программ испытаний турбин различных типов: конденсационных, противодавленческих, с регулируемыми отборами
51. Характеристики, которые необходимо получить в процессе испытаний для различных типов турбин
52. Составление программы испытаний систем регулирования турбин различных типов
53. Подготовка турбины к опытам по сбросу электрической нагрузки с отключением генератора от сети
54. Планирование опытов по определению наивыгоднейшего вакуума
55. Программы испытания различных насосов
56. Проведение испытаний турбоустановок различных типов. Обработка опытных Данных
57. Составляющие надежности (безотказность; ремонтпригодность; сохраняемость)
58. Качество, Живучесть, Безопасность, Безотказность, Ремонтпригодность, Долговечность
59. Основные показатели долговечности (технический ресурс; назначенный ресурс; срок службы). исправность, работоспособность, предельное состояние
60. Частичная или полная потеря функциональных свойств оборудования. Отказ. Полный отказ, частичный отказ. Внезапный отказ. Постепенный отказ
61. Классификация и характеристики отказов. Классификация отказов по типу (функциональные и параметрические)
62. Классификация отказов по природе (случайные и систематические). Отказы технологические, функциональные и аварии
63. Классификация отказов по группам: дефекты монтажа, дефекты ремонта, недостатки эксплуатации, дефекты изготовления и конструкции, в том числе исчерпание ресурса, прочие и невыясненные причины
64. Основные признаки классификации отказов (характер возникновения; причина возникновения; характер устранения; последствия отказов; дальнейшее использование объекта; легкость обнаружения; время возникновения)
65. Вероятностные и статистические методы оценки количественных показателей безотказности

66. Комплексные показатели количественной оценки надежности оборудования в энергетике: коэффициент технического использования, коэффициент готовности, коэффициент плановых простоев, коэффициент неплановых простоев
67. Форма 3-тех о тепловой экономичности оборудования
68. Определение причин отказов; выявление деталей и узлов оборудования, лимитирующих надежность
69. Количественные показатели надёжности теплоэнергетического оборудования (коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, наработка на отказ)
70. Анализ отказов. Отказы в работе теплоэнергетического оборудования и их классификация (ошибки при проектировании оборудования, при изготовлении, при монтаже и эксплуатации)
71. Информация о дефектах, выявленных и зафиксированных в документации во время плановых ремонтов оборудования
72. Отказы в работе котлов, турбин, ядерной реакторной установки, вспомогательного оборудования
73. Обеспечение надежности оборудования при проектировании, изготовлении, монтаже и в процессе эксплуатации.
74. Ведение официальной статистики отказов и причин, их вызвавших. Результаты статистического анализа информации
75. Качественный анализ возможных дефектов узлов турбин и признаков, по которым можно судить о возникновении этих дефектов
76. Теоретическая надежность технических систем
77. Безотказность объектов. Надежность восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности объекта. Ремонтопригодность. Характеристики восстановления
78. Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования
78. Недоотпуск электроэнергии и тепла. Экономический ущерб от отказов
79. Элементы теории вероятностей для расчетов показателей надежности
80. Информационное обеспечение управления надежностью. Технологические нарушения
81. Расследование технологических нарушений. Форма акта расследования
82. Расчеты показателей надежности тепловых схем ТЭС
83. Расчеты надежности схем. Расчеты ресурса и срока службы.
84. Обеспечение надежности средствами организации эксплуатаций электрических станций
85. Приемка в эксплуатацию. Технический контроль. Паровые и водогрейные котельные установки
86. Паротурбинные установки. Блочные установки. Трубопроводы и арматура. Секционные теплофикационные установки. Тепловые сети
87. Организация ремонтно-эксплуатационного обслуживания
88. Обеспечение надежности в проектных решениях. Котлоагрегаты. Золоулавливание. Турбинное отделение. Безопасность эксплуатации турбогенераторов
89. Проблемы и требования согласно Федерального закона «О безопасности объектов ТЭК» от 21.07.2011 №256-ФЗ
90. Основные пути предупреждения загорания, пожара и взрыва
91. О факторах, способствующих повышению риска крупных техногенных аварий. Разработка комплекса мероприятий, повышающих безопасность энергоблока

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Литература:

1.	Ноздренко Г.В. Надежность ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ноздренко Г.В., Томилов В.Г., Григорьева О.К.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009.— 74 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45117.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Надежность машин и механизмов [Электронный ресурс]: учебник/ В.А. Черкасов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 272 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60823.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Митрофанов С.В. Испытания и надежность электрических машин [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ/ Митрофанов С.В., Падеев А.С.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005.— 45 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/51517.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	Инструкция по предупреждению и ликвидации аварий на тепловых электростанциях [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: ЭНАС, 2004.— 57 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76134.html .— ЭБС «IPRbooks»

7. Оценочные средства

7.1 Вопросы к первому текущему контролю освоения дисциплины

1. Классификация и условия работы топочных устройств и основные причины их повреждений. Методология предупреждений повреждений и неполадок топочных устройств.
2. Основные причины взрывов в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе, пылеприготовительных установках
3. Принимаемые меры по предотвращению взрывов
4. Плановые мероприятия предупреждения аварий котлов работающих на различных видах топлива
5. Меры по соблюдению штатных режимов работы и предупреждению повреждений основного технологического оборудования (барабанов, конвективных поверхностей нагрева и коллекторов) паровых котлов
6. Условия работы металла барабанов и коллекторов паровых котлов
7. Основные требования к качеству и типу сталей, применяемых для изготовления барабанов котлов
8. Повреждения барабанов и коллекторов паровых котлов. Повреждения и дефекты вальцованных соединений
9. Нарушения нормальной работы паровых котлов
10. Стандарты и технические условия на материалы элементов трубных поверхностей нагрева, коллекторы и трубопроводы, арматура котла
11. Дефекты и повреждения поверхностей нагрева и трубопроводов
12. Загрязнение поверхностей нагрева. Качество питательной воды
13. Температурный режим и характер повреждений труб экранных поверхностей нагрева
14. Наблюдение и контроль за состоянием элементов поверхностей нагрева и трубопроводами в процессе эксплуатации
15. Мероприятия, обеспечивающие надежность работы поверхностей нагрева

16. Обеспечение надежности работы пароперегревателей. Условия работы металла труб пароперегревателей. Состав отложения в пароперегревателях
17. Повреждения пароперегревателей в результате повышения температуры перегретого пара
18. Мероприятия по повышению надежности работы пароперегревателей
19. Предупреждение повреждений экономайзеров. Условия работы экономайзеров. Повреждения экономайзеров и способы их предупреждения
20. Мероприятия по предупреждению повреждений экономайзеров
21. Предупреждение повреждений воздухоподогревателей
22. Условия работы в воздухоподогревателе
23. Повреждения воздухоподогревателей. Ограничение количества воздуха, идущего на горение топлива
24. Мероприятия по предупреждению повреждений воздухоподогревателей
25. Аварии и износ рабочих лопаток. Ущерб от аварий паровых турбин. Причины аварий рабочих лопаток
26. Усталость рабочих лопаток. Коррозионная усталость рабочих лопаток
27. Капельная эрозия рабочих лопаток. Абразивный износ лопаточного аппарата. Отрыв рабочих лопаток. Излом рабочих лопаток. Разрушение хвостовиков рабочих лопаток.
28. Разрушения и повреждения роторов и их предупреждение
29. Классификация повреждений и разрушений роторов
30. Хрупкие внезапные разрушения цельнокованных роторов
31. Исчерпание ресурса длительной прочности. Термическая усталость роторов
32. Повреждения и разрушения насадных дисков и валов
33. Повреждения и разрушения элементов статора турбины
34. Повреждения корпусов. Прогибы диафрагм. Аварии и неполадки подшипников
35. Аварии и неполадки систем парораспределения, автоматического регулирования и защиты
36. Вибрационная надежность турбоагрегата. Вибрация турбоагрегата и ее последствия. Низкочастотная вибрация
37. Высокочастотная вибрация турбоагрегатов. Нормы допустимой вибрации турбоагрегатов
38. Стеснение тепловых расширений турбины на фундаменте и его предупреждение
39. Цели и задачи пуско-наладочных работ и испытаний оборудования
40. Организация пуско-наладочных работ. Предпусковая химическая очистка оборудования
41. Опробование и пуск тягодутьевых машин, мельниц, питателей пыли
42. Проверка котельной установки на газовую плотность. Паровое опробование котла и продувка паропроводов
43. Пуск насосов. Проверка плотности вакуумной системы
44. Проверка и настройка системы регулирования турбины на неработающей турбине
45. Комплексное опробование оборудования энергоблока

Образец билета к первому текущему контролю знаний по дисциплине

	Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова Институт энергетики Кафедра «Теплотехника и гидравлика» Билет № 1
	<u>I текущий контроль знаний</u>
	Дисциплина: «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического

	оборудования»
1	Классификация и условия работы топочных устройств и основные причины их повреждений. Методология предупреждений повреждений и неполадок топочных устройств.
2	Аварии и износ рабочих лопаток. Ущерб от аварий паровых турбин. Причины аварий рабочих лопаток
3	Стеснение тепловых расширений турбины на фундаменте и его предупреждение
	Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Р.А-В. Турлуев

7.2 Вопросы ко второму текущему контролю освоения дисциплины

1. Классификация испытаний. Подготовка к испытаниям. Предварительные опыты
2. Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям
3. Эксплуатационные испытания тягодутьевых установок и газо-воздушного тракта котельного агрегата
4. Обработка результатов измерений. Определение всех потерь и КПД котлоагрегата брутто и нетто. Отчёт по испытаниям котлоагрегата.
5. Особенности программ испытаний турбин различных типов: конденсационных, противодавленческих, с регулируемыми отборами
6. Характеристики, которые необходимо получить в процессе испытаний для различных типов турбин
7. Составление программы испытаний систем регулирования турбин различных типов
8. Подготовка турбины к опытам по сбросу электрической нагрузки с отключением генератора от сети
9. Планирование опытов по определению наивыгоднейшего вакуума
10. Программы испытания различных насосов
11. Проведение испытаний турбоустановок различных типов. Обработка опытных Данных
12. Составляющие надежности (безотказность; ремонтпригодность; сохраняемость)
13. Качество, Живучесть, Безопасность, Безотказность, Ремонтпригодность, Долговечность
14. Основные показатели долговечности (технический ресурс; назначенный ресурс; срок службы). исправность, работоспособность, предельное состояние
15. Частичная или полная потеря функциональных свойств оборудования. Отказ. Полный отказ, частичный отказ. Внезапный отказ. Постепенный отказ
16. Классификация и характеристики отказов. Классификация отказов по типу (функциональные и параметрические)
17. Классификация отказов по природе (случайные и систематические). Отказы технологические, функциональные и аварии
18. Классификация отказов по группам: дефекты монтажа, дефекты ремонта, недостатки эксплуатации, дефекты изготовления и конструкции, в том числе истощение ресурса, прочие и невыясненные причины
19. Основные признаки классификации отказов (характер возникновения; причина возникновения; характер устранения; последствия отказов; дальнейшее использование объекта; легкость обнаружения; время возникновения)
20. Вероятностные и статистические методы оценки количественных показателей безотказности
21. Комплексные показатели количественной оценки надежности оборудования в энергетике: коэффициент технического использования, коэффициент готовности, коэффициент плановых простоев, коэффициент неплановых простоев

22. Форма 3-тех о тепловой экономичности оборудования
23. Определение причин отказов; выявление деталей и узлов оборудования, лимитирующих надежность
24. Количественные показатели надёжности теплоэнергетического оборудования (коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, наработка на отказ)
25. Анализ отказов. Отказы в работе теплоэнергетического оборудования и их классификация (ошибки при проектировании оборудования, при изготовлении, при монтаже и эксплуатации)
26. Информация о дефектах, выявленных и зафиксированных в документации во время плановых ремонтов оборудования
27. Отказы в работе котлов, турбин, ядерной реакторной установки, вспомогательного оборудования
28. Обеспечение надежности оборудования при проектировании, изготовлении, монтаже и в процессе эксплуатации.
29. Ведение официальной статистики отказов и причин, их вызвавших. Результаты статистического анализа информации
30. Качественный анализ возможных дефектов узлов турбин и признаков, по которым можно судить о возникновении этих дефектов
31. Теоретическая надежность технических систем
32. Безотказность объектов. Надежность восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности объекта. Ремонтопригодность. Характеристики восстановления
33. Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования
34. Недоотпуск электроэнергии и тепла. Экономический ущерб от отказов
35. Элементы теории вероятностей для расчетов показателей надежности
36. Информационное обеспечение управления надежностью. Технологические нарушения
37. Расследование технологических нарушений. Форма акта расследования
38. Расчеты показателей надежности тепловых схем ТЭС
39. Расчеты надежности схем. Расчеты ресурса и срока службы.
40. Обеспечение надежности средствами организации эксплуатаций электрических станций
41. Приемка в эксплуатацию. Технический контроль. Паровые и водогрейные котельные установки
42. Паротурбинные установки. Блочные установки. Трубопроводы и арматура. Секционные теплофикационные установки. Тепловые сети
43. Организация ремонтно-эксплуатационного обслуживания
44. Обеспечение надежности в проектных решениях. Котлоагрегаты. Золоулавливание. Турбинное отделение. Безопасность эксплуатации турбогенераторов
45. Проблемы и требования согласно Федерального закона «О безопасности объектов ТЭК» от 21.07.2011 №256-ФЗ
46. Основные пути предупреждения загорания, пожара и взрыва
47. О факторах, способствующих повышению риска крупных техногенных аварий. Разработка комплекса мероприятий, повышающих безопасность энергоблока

Образец билета ко второму текущему контролю освоения дисциплины

	Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
--	--

	Институт энергетики Кафедра «Теплотехника и гидравлика» Билет № 1
	<u>II текущий контроль знаний</u>
	Дисциплина: «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования»
1	Классификация испытаний. Подготовка к испытаниям. Предварительные опыты
2	Анализ отказов. Отказы в работе теплоэнергетического оборудования и их классификация (ошибки при проектировании оборудования, при изготовлении, при монтаже и эксплуатации)
3	Недоотпуск электроэнергии и тепла. Экономический ущерб от отказов
	Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Р.А-В. Турлуев

7.3 Вопросы к зачету по дисциплине «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования»

1	Классификация и условия работы топочных устройств и основные причины их повреждений. Методология предупреждений повреждений и неполадок топочных устройств.
2	Основные причины взрывов в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе, пылеприготовительных установках
3	Принимаемые меры по предотвращению взрывов
4	Плановые мероприятия предупреждения аварий котлов работающих на различных видах топлива
5	Меры по соблюдению штатных режимов работы и предупреждению повреждений основного технологического оборудования (барабанов, конвективных поверхностей нагрева и коллекторов) паровых котлов
6	Условия работы металла барабанов и коллекторов паровых котлов
7	Основные требования к качеству и типу сталей, применяемых для изготовления барабанов котлов
8	Повреждения барабанов и коллекторов паровых котлов. Повреждения и дефекты вальцованных соединений
9	Нарушения нормальной работы паровых котлов
10	Стандарты и технические условия на материалы элементов трубных поверхностей нагрева, коллекторы и трубопроводы, арматура котла
11	Дефекты и повреждения поверхностей нагрева и трубопроводов
12	Загрязнение поверхностей нагрева. Качество питательной воды
13	Температурный режим и характер повреждений труб экранных поверхностей нагрева
14	Наблюдение и контроль за состоянием элементов поверхностей нагрева и трубопроводами в процессе эксплуатации
15	Мероприятия, обеспечивающие надежность работы поверхностей нагрева
16	Обеспечение надежности работы пароперегревателей. Условия работы металла труб пароперегревателей. Состав отложения в пароперегревателях
17	Повреждения пароперегревателей в результате повышения температуры перегретого пара
18	Мероприятия по повышению надежности работы пароперегревателей
19	Предупреждение повреждений экономайзеров. Условия работы экономайзеров. Повреждения экономайзеров и способы их предупреждения

20	Мероприятия по предупреждению повреждений экономайзеров
21	Предупреждение повреждений воздухоподогревателей
22	Условия работы в воздухоподогревателе
23	Повреждения воздухоподогревателей. Ограничение количества воздуха, идущего на горение топлива
24	Мероприятия по предупреждению повреждений воздухоподогревателей
25	Аварии и износ рабочих лопаток. Ущерб от аварий паровых турбин. Причины аварий рабочих лопаток
26	Усталость рабочих лопаток. Коррозионная усталость рабочих лопаток
27	Капельная эрозия рабочих лопаток. Абразивный износ лопаточного аппарата. Отрыв рабочих лопаток. Излом рабочих лопаток. Разрушение хвостовиков рабочих лопаток.
28	Разрушения и повреждения роторов и их предупреждение
29	Классификация повреждений и разрушений роторов
30	Хрупкие внезапные разрушения цельнокованных роторов
31	Исчерпание ресурса длительной прочности. Термическая усталость роторов
32	Повреждения и разрушения насадных дисков и валов
33	Повреждения и разрушения элементов статора турбины
34	Повреждения корпусов. Прогибы диафрагм. Аварии и неполадки подшипников
35	Аварии и неполадки систем парораспределения, автоматического регулирования и защиты
36	Вибрационная надежность турбоагрегата. Вибрация турбоагрегата и ее последствия. Низкочастотная вибрация
37	Высокочастотная вибрация турбоагрегатов. Нормы допустимой вибрации турбоагрегатов
38	Стеснение тепловых расширений турбины на фундаменте и его предупреждение
39	Цели и задачи пуско-наладочных работ и испытаний оборудования
40	Организация пуско-наладочных работ. Предпусковая химическая очистка оборудования
41	Опробование и пуск тягодутьевых машин, мельниц, питателей пыли
42	Проверка котельной установки на газовую плотность. Паровое опробование котла и продувка паропроводов
43	Пуск насосов. Проверка плотности вакуумной системы
44	Проверка и настройка системы регулирования турбины на неработающей турбине
45	Комплексное опробование оборудования энергоблока
46	Классификация испытаний. Подготовка к испытаниям. Предварительные опыты
47	Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям
48	Эксплуатационные испытания тягодутьевых установок и газо-воздушного тракта котельного агрегата
49	Обработка результатов измерений. Определение всех потерь и КПД котлоагрегата брутто и нетто. Отчёт по испытаниям котлоагрегата.
50	Особенности программ испытаний турбин различных типов: конденсационных, противодавленческих, с регулируемыми отборами
51	Характеристики, которые необходимо получить в процессе испытаний для различных типов турбин
52	Составление программы испытаний систем регулирования турбин различных типов
53	Подготовка турбины к опытам по сбросу электрической нагрузки с отключением генератора от сети
54	Планирование опытов по определению наивыгоднейшего вакуума
55	Программы испытания различных насосов
56	Проведение испытаний турбоустановок различных типов. Обработка опытных данных
57	Составляющие надежности (безотказность; ремонтпригодность; сохраняемость)

58	Качество, Живучесть, Безопасность, Безотказность, Ремонтопригодность, Долговечность
59	Основные показатели долговечности (технический ресурс; назначенный ресурс; срок службы). исправность, работоспособность, предельное состояние
60	Частичная или полная потеря функциональных свойств оборудования. Отказ. Полный отказ, частичный отказ. Внезапный отказ. Постепенный отказ
61	Классификация и характеристики отказов. Классификация отказов по типу (функциональные и параметрические)
62	Классификация отказов по природе (случайные и систематические). Отказы технологические, функциональные и аварии
63	Классификация отказов по группам: дефекты монтажа, дефекты ремонта, недостатки эксплуатации, дефекты изготовления и конструкции, в том числе исчерпание ресурса, прочие и невыясненные причины
64	Основные признаки классификации отказов (характер возникновения; причина возникновения; характер устранения; последствия отказов; дальнейшее использование объекта; легкость обнаружения; время возникновения)
65	Вероятностные и статистические методы оценки количественных показателей безотказности
66	Комплексные показатели количественной оценки надежности оборудования в энергетике: коэффициент технического использования, коэффициент готовности, коэффициент плановых простоев, коэффициент неплановых простоев
67	Форма 3-тех о тепловой экономичности оборудования
68	Определение причин отказов; выявление деталей и узлов оборудования, лимитирующих надежность
69	Количественные показатели надёжности теплоэнергетического оборудования (коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, наработка на отказ)
70	Анализ отказов. Отказы в работе теплоэнергетического оборудования и их классификация (ошибки при проектировании оборудования, при изготовлении, при монтаже и эксплуатации)
71	Информация о дефектах, выявленных и зафиксированных в документации во время плановых ремонтов оборудования
72	Отказы в работе котлов, турбин, ядерной реакторной установки, вспомогательного оборудования
73	Обеспечение надежности оборудования при проектировании, изготовлении, монтаже и в процессе эксплуатации.
74	Ведение официальной статистики отказов и причин, их вызвавших. Результаты статистического анализа информации
75	Качественный анализ возможных дефектов узлов турбин и признаков, по которым можно судить о возникновении этих дефектов
76	Теоретическая надежность технических систем
77	Безотказность объектов. Надежность восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности объекта. Ремонтопригодность. Характеристики восстановления
78	Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования
79	Недоотпуск электроэнергии и тепла. Экономический ущерб от отказов
80	Элементы теории вероятностей для расчетов показателей надежности
81	Информационное обеспечение управления надежностью. Технологические нарушения
82	Расследование технологических нарушений. Форма акта расследования
83	Расчеты показателей надежности тепловых схем ТЭС
84	Расчеты надежности схем. Расчеты ресурса и срока службы.
85	Обеспечение надежности средствами организации эксплуатаций электрических

	станций
86	Приемка в эксплуатацию. Технический контроль. Паровые и водогрейные котельные установки
87	Паротурбинные установки. Блочные установки. Трубопроводы и арматура. Секционные теплофикационные установки. Тепловые сети
88	Организация ремонтно-эксплуатационного обслуживания
89	Обеспечение надежности в проектных решениях. Котлоагрегаты. Золоулавливание. Турбинное отделение. Безопасность эксплуатации турбогенераторов
90	Проблемы и требования согласно Федерального закона «О безопасности объектов ТЭК» от 21.07.2011 №256-ФЗ
91	Основные пути предупреждения загорания, пожара и взрыва
92	О факторах, способствующих повышению риска крупных техногенных аварий. Разработка комплекса мероприятий, повышающих безопасность энергоблока

Образец билета к зачету по дисциплине «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования»

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ
	Дисциплина «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования» Семестр - 3
	Группа <u>ЗТЭТ-24м</u>
	Билет № 1
1.	Предупреждение повреждений экономайзеров. Условия работы экономайзеров. Повреждения экономайзеров и способы их предупреждения
2.	Аварии и износ рабочих лопаток. Ущерб от аварий паровых турбин. Причины аварий рабочих лопаток
3.	Определение причин отказов; выявление деталей и узлов оборудования, лимитирующих надежность
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Р.А-В. Турлуев	

7.4 Текущий контроль

Вопросы для практических занятий

1. Условия работы экономайзеров.
2. Повреждения экономайзеров пароперегревателей, воздухоподогревателей и способы их предупреждения.
3. Вибрационная надежность турбоагрегата. Вибрация турбоагрегата и ее последствия.
4. Низкочастотная вибрация. Высокочастотная вибрация турбоагрегатов.
5. Составление программы испытаний систем регулирования турбин различных типов.
6. Подготовка турбины к опытам по сбросу электрической нагрузки с отключением генератора от сети.

7. Основные показатели долговечности (технический ресурс; назначенный ресурс; срок службы), исправность, работоспособность, предельное состояние.

8. Частичная или полная потеря функциональных свойств оборудования.

9. Анализ отказов. Отказы в работе теплоэнергетического оборудования и их классификация (ошибки при проектировании оборудования, при изготовлении, при монтаже и эксплуатации). Результаты анализа.

7.5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.					
Знать: - методы поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; - стандарты и технические условия на материалы элементов трубных поверхностей нагрева, коллекторы и трубопроводы, арматура котла; - методологию предупреждений повреждений и неполадок топочных устройств; - классификацию и условия работы топочных устройств и основными причинами их повреждений; - цели и задачи пуско-наладочных работ и испытаний оборудования; - организацию пуско-наладочных работ, меры по предпусковой химической очистки оборудования.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы к рубежным аттестациям, вопросы к практическим занятиям

Уметь: - анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; - участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования объектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; - определять повреждения пароперегревателей вызванные в результате повышения температуры перегретого пара; - определять условия надежности работы теплоэнергетического оборудования; - определять повреждения экономайзеров и способы их предупреждения; составлять мероприятия по предупреждению повреждений экономайзеров; - разрабатывать мероприятия по предупреждению повреждений воздухоподогревателей; - определять надежность работы турбинного оборудования; определять вибрационную надежность турбоагрегата; - определять нормы допустимой вибрации турбоагрегатов.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
--	------------------	-----------------	---	-----------------------	--

Уметь: - проводить эксплуатационные испытания тягодутьевых установок и газо-воздушного тракта котельного агрегата; - проводить качественный анализ возможных дефектов котлов, различных узлов турбин, теплообменного и конвекционного оборудования и признаков, по которым можно судить о возникновении этих дефектов; - определять составляющие надежности отдельного оборудования (безотказность, ремонтпригодность; сохраняемость и т.д.); - классификации и характеристики отказов.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: - методиками организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации; - основными требованиями к качеству и типу сталей, применяемых для изготовления барабанов котлов; - основными причинами взрывов в топках котлов осуществляющих работу на газовом и жидком топливе; - правилами проверки котельной установки на газовую плотность; - правилами парового опробования котла и продувки паропроводов.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для **слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Литература:

1.	Кязимов К.Г. Газовое оборудование промышленных предприятий. Устройство и эксплуатация [Электронный ресурс]: справочник/ Кязимов К.Г., Гусев В.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: ЭНАС, 2011.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/4341.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Ноздренко Г.В. Надежность ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ноздренко Г.В., Томилов В.Г., Григорьева О.К.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009.— 74 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45117.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Надежность машин и механизмов [Электронный ресурс]: учебник/ В.А. Черкасов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 272 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60823.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	Митрофанов С.В. Испытания и надежность электрических машин [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ/ Митрофанов С.В., Падеев А.С.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005.— 45 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/51517.html .— ЭБС «IPRbooks»
5	Инструкция по предупреждению и ликвидации аварий на тепловых электростанциях [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: ЭНАС, 2004.— 57 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76134.html .— ЭБС «IPRbooks»
6	Секретарев Ю.А. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Секретарев Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 105 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45118.html .— ЭБС «IPRbooks»

7	Калинин В.Ф. Надёжность систем электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Калинин В.Ф., Кобелев А.В., Кочергин С.В.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011.— 81 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64126.html .— ЭБС «IPRbooks»
---	--

9.2. Методическое обеспечение (приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо имеются в наличии учебные аудитории кафедры, снабженные мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ. Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки университета, страны и мира.

Электронные плакаты. Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5х1,5 м):

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки магистра 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Наличие оборудования и ТСО по дисциплине «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования»

- 1 Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ)
- 2 Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы)
- 3 Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабор. работ)
- 4 Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
- 5 **Комплект плакатов** 560х800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560х800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
- 5.1 Техническая термодинамика (16 шт.)
- 5.2 «Тепломассообмен» 16 шт.
- 6 **Электронные плакаты** Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5х1,5 м):
 - а. Техническая термодинамика (86 шт.)
 - б. Тепломассообмен(122 шт.)

Методические указания по освоению дисциплины
«Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования»

1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования» состоит из 7 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или

иною явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержаниепредложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особоевнимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;
5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования»- это углубление и расширение знаний в области метрологии; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания

выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Старший преподаватель кафедры
«Теплотехника и гидравлика»

/ _____ / А.А. Ельмурзаев/

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей каф.
«Теплотехника и гидравлика»

/ _____ / Р.А-В. Турлуев/

Директор ДУМР

/ _____ / М.А. Магомаева /