

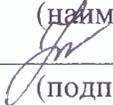
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

авиационной и морской техники

(наименование факультета)

 О.А. Красильникова

(подпись, ФИО)

« 16 » 05 20 2 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Проблемы диагностики и надежности теплового энергетического
оборудования

Направление подготовки	<i>13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Технология производства тепловой и электрической энергии</i>
Квалификация выпускника	<i>магистр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2020</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Экзамен</i>	<i>Кафедра «ТЭУ - Тепловые энергетические установки»</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент каф. ТЭУ к.т.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)



(подпись)

Хвостиков А.С.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

«Тепловые энергетические установки»

(наименование кафедры)



(подпись)

А.В. Смирнов

(ФИО)

Заведующий выпускающей
кафедрой¹

(наименование кафедры)

(подпись)

(ФИО)

¹ Согласовывается, если РПД разработана не на выпускающей кафедре.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Проблемы диагностики и надежности теплового энергетического оборудования» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 146 от 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технология производства тепловой и электрической энергии» по направлению 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника".

Задачи дисциплины	Получение студентами знаний и навыков по технической и режимной диагностике состояния технических объектов в целом и специфике диагностирования состояния энергетического оборудования.
Основные разделы / темы дисциплины	Надежность оборудования тепловых электрических станций. Математические основы диагностики. Методы диагностирования оборудования тепловых электрических станций

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Проблемы диагностики и надежности теплового энергетического оборудования» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные		
Общепрофессиональные		
Профессиональные		
ПК-4. Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	ПК-4.1. Знает основы эксплуатации и режимы работы; способы обеспечения его бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации ПК-4.2. ПК-4.3. Владеет навыками работы с графиками тепловых и электрических нагрузок, определения работоспособности оборудования по диагностическим признакам	Знать основы способы обеспечения бесперебойной работы основного оборудования тепловой электростанции, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации. Уметь, оценивать техническое состояние основного оборудования тепловой электростанции Владеть навыками определения технического состояния оборудования по диагностическим признакам

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проблемы диагностики и надежности теплового энергетического

оборудования» изучается на 1 курсе(ах) в 2 семестре(ах).

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части формируемой участниками образовательных отношений (вариативная дисциплина).

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Проблемы диагностики и надежности теплового энергетического оборудования», будут востребованы при изучении последующих дисциплин Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций и при прохождении Производственная практика (технологическая практика)

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144акад.час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	40
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	24
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	68
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	36

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1 Надежность оборудования тепловых электрических станций				
Основные понятия и определения надежности	1			1
Количественные показатели надежности энергетического оборудования	1			1
Законы распределения случайных величин	1			1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Особенности оценки надежности энергетического оборудования тепловых электрических станций	1			1
Оценка надежности сложных систем	2			2
Неисправности теплового энергетического оборудования	2			2
Факторы ограничивающие работоспособность теплового энергетического оборудования				8
РГР				26
Раздел 2 Математические основы диагностики.				
Тема Введение. Термины и определения технической диагностики	1			
Тема Метод Байеса	0,5			
Тема Метод последовательного анализа	0,5			
Тема Метод статистических решений	0,5			
Статистические методы распознавания диагностических образов		4		1
Статистические модели надёжности технических систем		6		1
Определение предельных значений диагностических параметров				2
Определение основных показателей надёжности тепловых и атомных электростанций		6		1
Раздел 3 Методы диагностирования оборудования тепловых электрических станций				
Тема Теоретические основы диагностики энергетического оборудования	1			
Тема Основные неисправности и методы диагностики энергетического оборудования	1			
Диагностическое оборудование ТЭЦ				3
Тема Вибрационная диагностика энергетического оборудования	1			
Вибрационная диагностика роторного оборудования			8	1
Тема Параметрическая диагностика насосных агрегатов	1			
Тема Термогазодинамическая диагностика ГТУ	1			
Тема Диагностика теплосилового оборудования	0,5			
Визуальные методы диагностики				3
РГР				14

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
ИТОГО по дисциплине	16	16	8	68

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	24
Подготовка к занятиям семинарского типа	4
Выполнение и оформление РГР	40
	68

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. **Хвостиков, А.С.** Надежность и диагностика теплового энергетического оборудования : учеб.пособие / А. С. Хвостиков. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 69 с.
2. Герасимова, А.Г. Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС [Электронный ресурс] : учеб.пособие / А.Г. Герасимова. – Минск: Выш. шк., 2011. – 272 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. - Загл. с экрана.
3. Беляев, С. А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: Учебное пособие / Беляев С.А., Воробьев А.В., Литвак В.В. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 248 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. - Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1. Белкин, А.П. Степанов, О.А. Диагностика теплоэнергетического оборудования. Учебное пособие для вузов. Допущено УМО по образованию в обл.теплоэнергетики в кач.учеб.пособия для студ.вузов, обучающихся по напр.подгот."Теплоэнергетика и тепло-техника". -СПб.: Лань, 2016. - 239с.
2. Ионин, А.А. Надежность систем тепловых сетей -М.: Стройиздат, 1989. - 265с.
3. Бочкарев, С.В. Цаплин, А.И. Схиртладзе, А.Г. Диагностика и надёжность автоматизированных технологических систем. Учебное пособие для вузов.-Старый Оскол.: Изд-во ТНТ, 2017; 2013 - 615с.
4. Зорин, В. А. Основы работоспособности технических систем [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В. А. Зорин. - М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. - 536 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. - Загл. с экрана.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. **Хвостиков, А.С.** Надежность и диагностика теплового энергетического оборудования : учеб.пособие / А. С. Хвостиков. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 69 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM Договор ЕП 44 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks Лицензионный договор №ЕП 44 №001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.
3. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU Договор ЕП 44 004/13 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 15 апреля 2019 г.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Сайт всероссийского теплотехнического института (ОАО ВТИ) vti.ru

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

1. Методические указания при работе над конспектом лекции

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций... и т.д.

2. Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале... и т.д.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
	Лекционный класс ТЭУ	1 персональный ЭВМ с процессором Core(TM) i3-3240 CPU @ 3.4 GHz; 1 экран с проектором EPSON EB-825V

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

Иллюстративно-дидактический материал по лекционным занятиям

Практические занятия *(при наличии)*.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия *(при наличии)*.

Для лабораторных занятий используется аудитория №131-2, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 8:

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 212а корпус № 2).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоро-

вья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ²
по дисциплине

**Проблемы диагностики и надежности теплового энергетического
оборудования**

Направление подготовки	<i>13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Технология производства тепловой и электрической энергии</i>
Квалификация выпускника	<i>магистр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2020</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Экзамен</i>	<i>Кафедра «ТЭУ - Тепловые энергетические установки»</i>

²В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные		
Общепрофессиональные		
Профессиональные		
ПК-4. Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	<p>ПК-4.1. Знает основы эксплуатации и режимы работы; способы обеспечения его бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации</p> <p>ПК-4.2.</p> <p>ПК-4.3. Владеет навыками работы с графиками тепловых и электрических нагрузок, определения работоспособности оборудования по диагностическим признакам</p>	<p>Знать основы способы обеспечения бесперебойной работы основного оборудования тепловой электростанции, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации.</p> <p>Уметь, оценивать техническое состояние основного оборудования тепловой электростанции</p> <p>Владеть навыками определения технического состояния оборудования по диагностическим признакам</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1 <i>Надежность оборудования тепловых электрических станций</i>	ПК-4	РГР	Знание показателей надежности теплового энергетического оборудования и анализировать факторы, влияющие на показатели надежности теплового энергетического оборудования Знание причин поломок теплового энергетического оборудования
Раздел 2 <i>Математические основы диагностики</i>	ПК-4	Практическая работа «Статистические модели надеж-	Умение выбирать статистические модели надеж-

ки.		стические модели надёжности технических систем»	ности по экспериментальным данным
	ПК-4	Практическая работа «Определение основных показателей надежности тепловых и атомных электростанций»	Умение определять основные показатели надежности тепловых и атомных электростанций как сложных систем
	ПК-4	Практическая работа «Статистические методы распознавания диагностических образов»	Умение обрабатывать экспериментальные данные
	ПК-4	РГР	Обоснованность решений по математической обработке данных о диагностических параметрах
Раздел 3 Методы диагностирования оборудования тепловых электрических станций	ПК-4	Лабораторная работа «Вибрационная диагностика роторного оборудования»	Умение выполнять диагностику по вибрационным показателям
	ПК-4	РГР	Знание методов диагностики теплового энергетического оборудования
Все разделы	ПК-4	Экзамен	

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 семестр				
Промежуточная аттестация в форме Экзамен				
	Практическая работа «Статистические методы распознавания диагностических образов»	4 неделя	5 баллов	см. таблицу 4
	Практическая работа «Определение основных показателей надежности тепловых и атомных электростанций»	4 неделя	5 баллов	см. таблицу 5

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оцени- вания	Критерии оценивания
	тросанций»			
	Практическая работа «Статистические модели надёжности технических систем»	4 неделя	5 баллов	см. таблицу 5
	Практическая работа «Вибрационная диагностика роторного оборудования»	10 неделя	5 баллов	см. таблицу 5
	РГР	16 неделя	15 баллов	см. таблицу 6
	Текущий контроль:	-	35 баллов	-
	Экзамен			
	Экзамен:	-	30 баллов	-
	ИТОГО:	-	65 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

Таблица 6 – Критерии оценивания уровня приобретенных знаний, умений и навыков на практических занятиях

Балл за владения	Критерии оценивания
5	<i>Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</i>
4	<i>Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</i>
3	<i>Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</i>
2	<i>При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</i>
0	Задание не выполнено.

Таблица 7 – Критерии оценивания уровня приобретенных знаний, умений и навыков при выполнении реферата

Балл за владения	Критерии оценивания
15	<i>Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</i>
14	<i>Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</i>
13	<i>Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</i>
12	<i>Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</i>
11	<i>Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</i>
10	<i>Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</i>

Балл за владения	Критерии оценивания
9	<i>Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</i>
8	<i>Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</i>
7	<i>При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</i>
6	<i>При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</i>
3	<i>При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы показал полное не знание материала</i>
0	Задание не выполнено.

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Темы рефератов на третьем семестре обучения

1. Параметрическая диагностика деаэраторов
2. Параметрическая диагностика градирен
3. Обеспечение надежности концентраторов
4. Параметрическая диагностика цилиндров высокого давления паровых турбин
5. Параметрическая диагностика цилиндров низкого давления паровых турбин
6. Параметрическая диагностика пароперегревателей котлов
7. Параметрическая диагностика барабанов паровых котлов
8. Параметрическая диагностика питательных насосов
9. Параметрическая диагностика гидрозолоуловителей
10. Параметрическая диагностика газовых турбин
11. Параметрическая диагностика шаровых мельниц
12. Параметрическая диагностика системы автоматизации паровой турбины
13. Параметрическая диагностика паропроводов ТЭС

Практические работы

Тема № 1 «Математические основы диагностики»***Практическая работа 1 «Статистические методы распознавания диагностических образов»***

выдается задание в виде примерно 100 значений наблюдений изменения физических величин. Для этих значений необходимо определить статистические параметры, построить теоретическое распределение и определить параметры точности оценок.

Пример задания

№	T ₀	№	T ₀						
1	532	21	532	41	537	61	538	81	530
2	535	22	531	42	533	62	537	82	527
3	534	23	533	43	529	63	538	83	534
4	533	24	530	44	532	64	536	84	531
5	532	25	533	45	527	65	536	85	537
6	531	26	532	46	530	66	529	86	535
7	529	27	531	47	530	67	527	87	527
8	534	28	532	48	534	68	534	88	528
9	533	29	533	49	527	69	527	89	534
10	534	30	533	50	535	70	536	90	527
11	538	31	529	51	538	71	537	91	538
12	536	32	530	52	531	72	535	92	534
13	534	33	529	53	537	73	533	93	536
14	530	34	532	54	527	74	528	94	530
15	533	35	528	55	527	75	532	95	531
16	536	36	530	56	529	76	532	96	538
17	538	37	537	57	529	77	528	97	527
18	533	38	529	58	534	78	530	98	528
19	529	39	534	59	534	79	537	99	530
20	529	40	536	60	528	80	533	100	538

Практическая работа №2 «Определение основных показателей надежности тепловых и атомных электростанций»

Задание 1. Для представленных на рис. 1 – 15 тепловых схем определить основные показатели надежности системы.

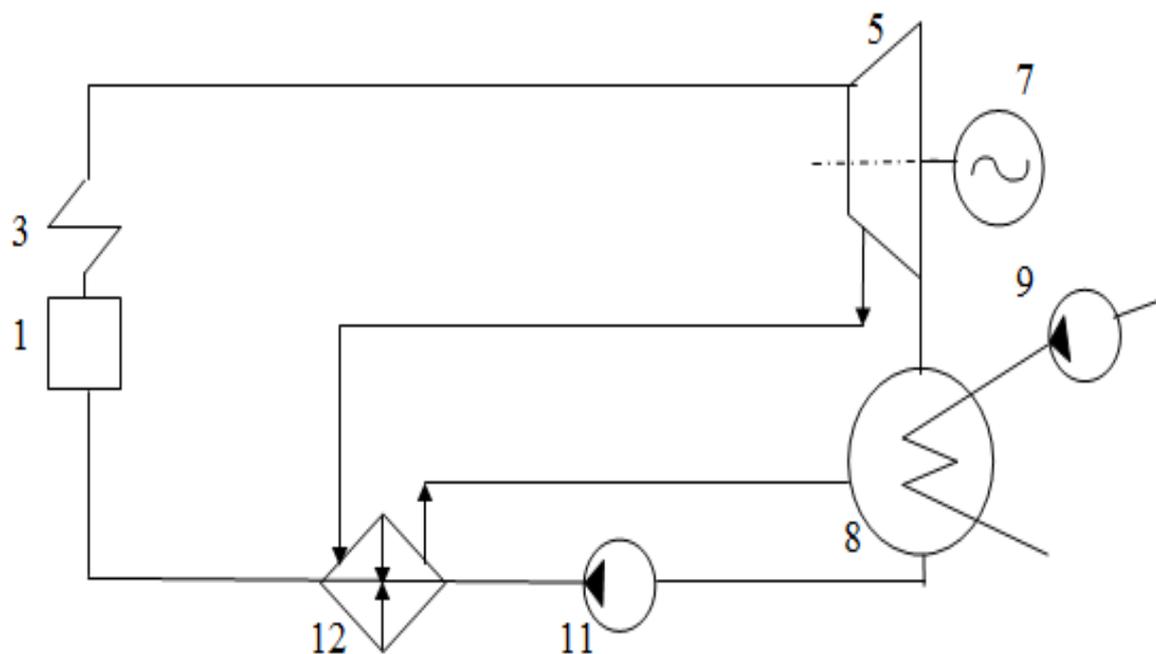


Рис. 1. Паротурбинная установка с регенеративным подогревом питательной воды в подогревателе поверхностного типа

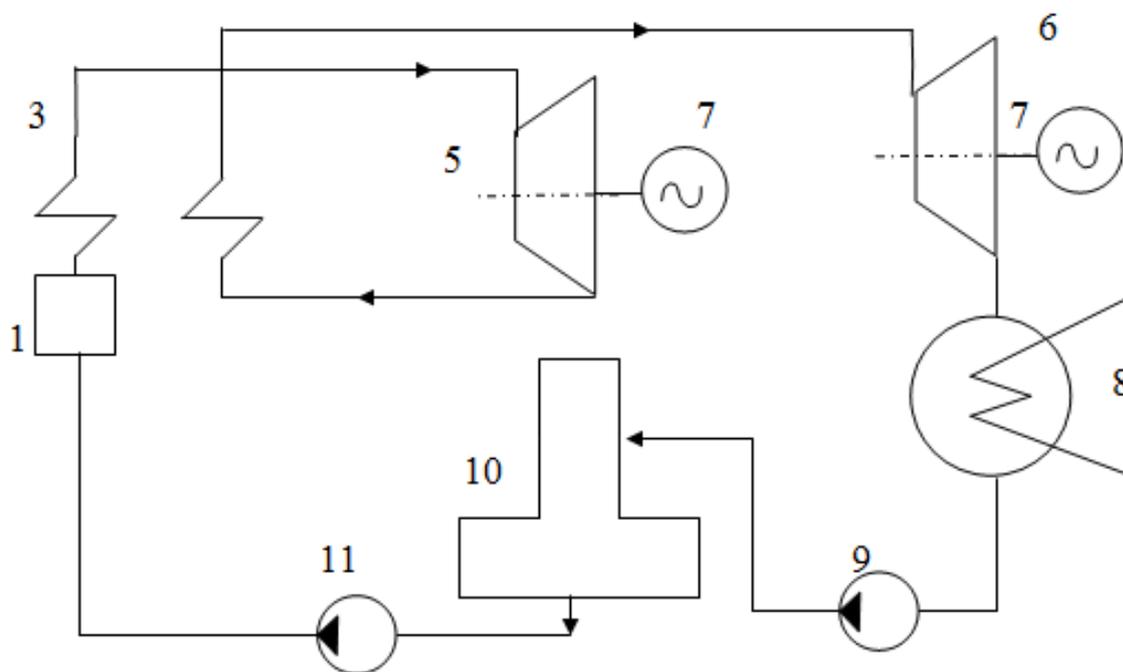


Рис. 2. Паротурбинная установка с промежуточным перегревом пара

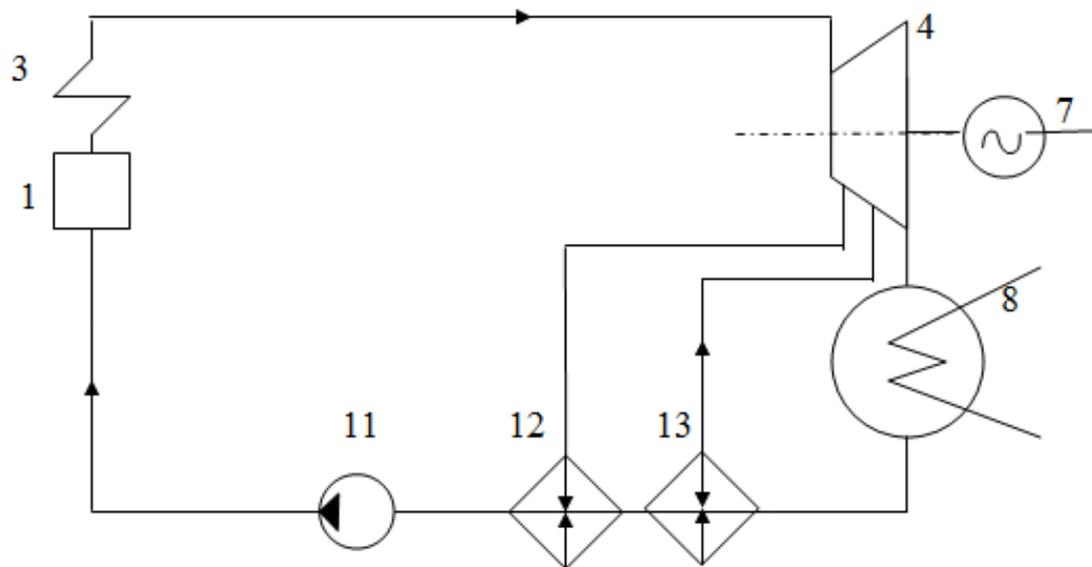


Рис. 3. Паротурбинная установка с регенеративным подогревом питательной воды при постоянном расходе пара в турбине

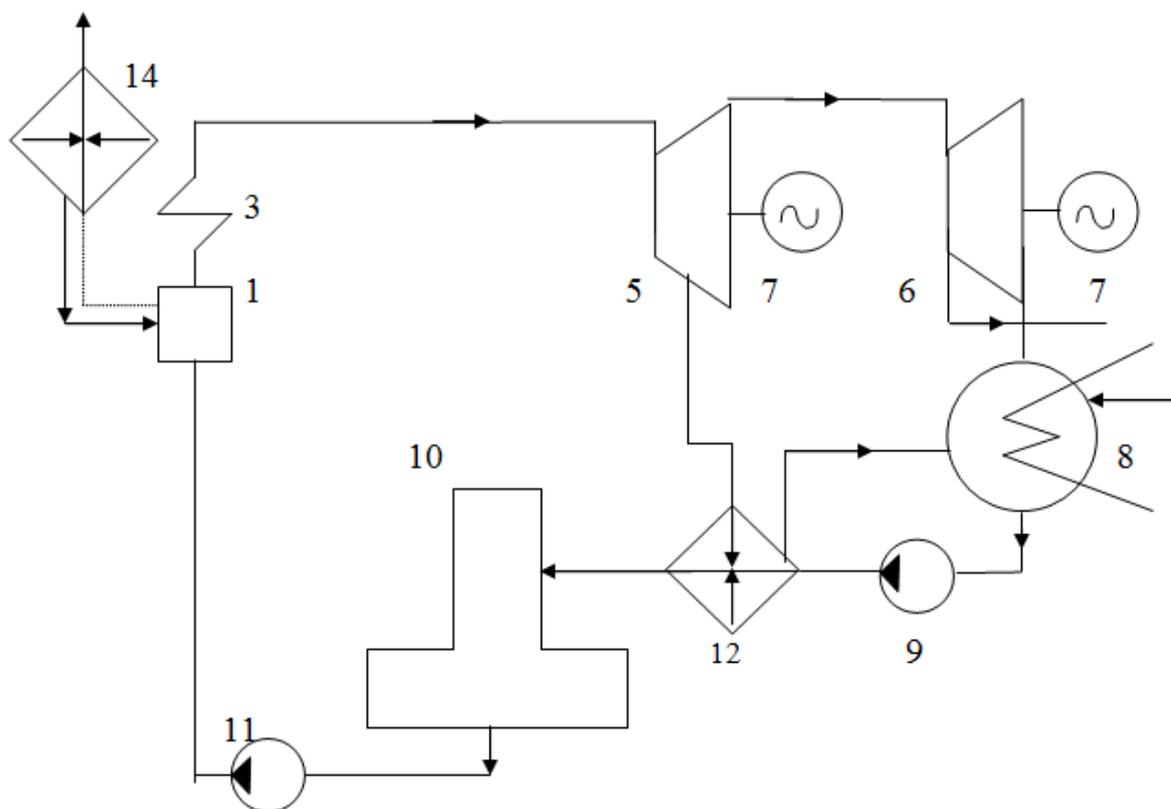


Рис. 4. Тепловая схема паротурбинной теплоэлектростанции

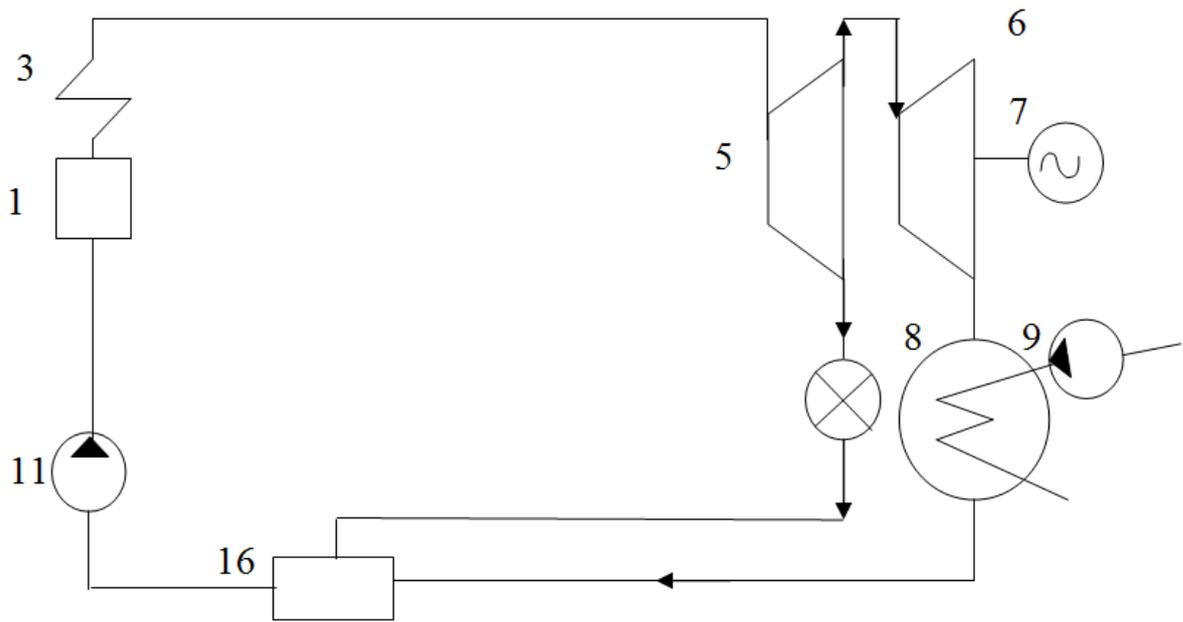


Рис. 5. Тепловая схема теплоэлектростанции

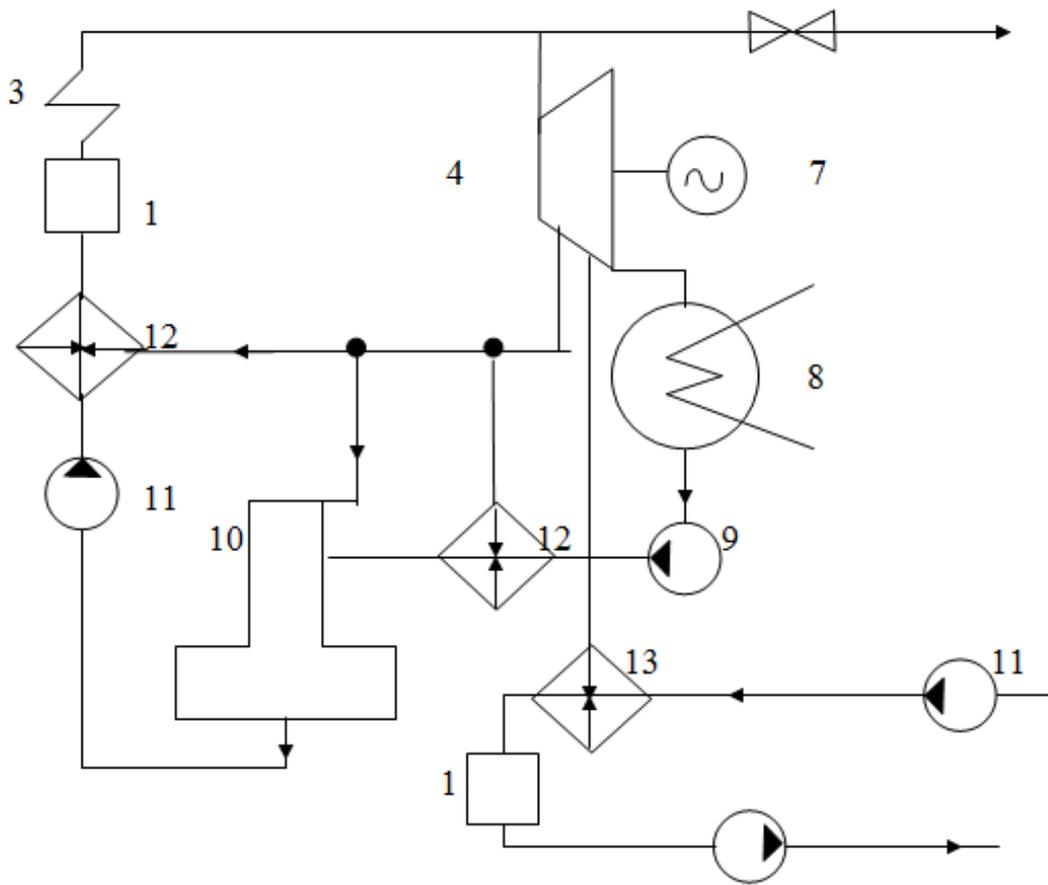


Рис. 6. Принципиальная схема ТЭЦ

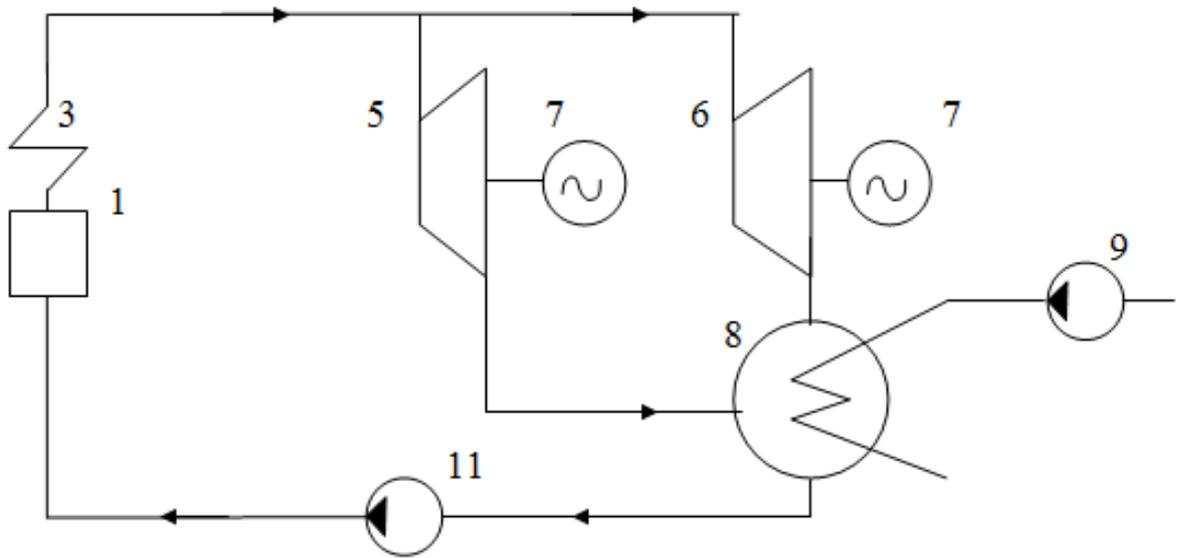


Рис. 7. Паротурбинная установка с конденсатными главной и вспомогательной турбинами

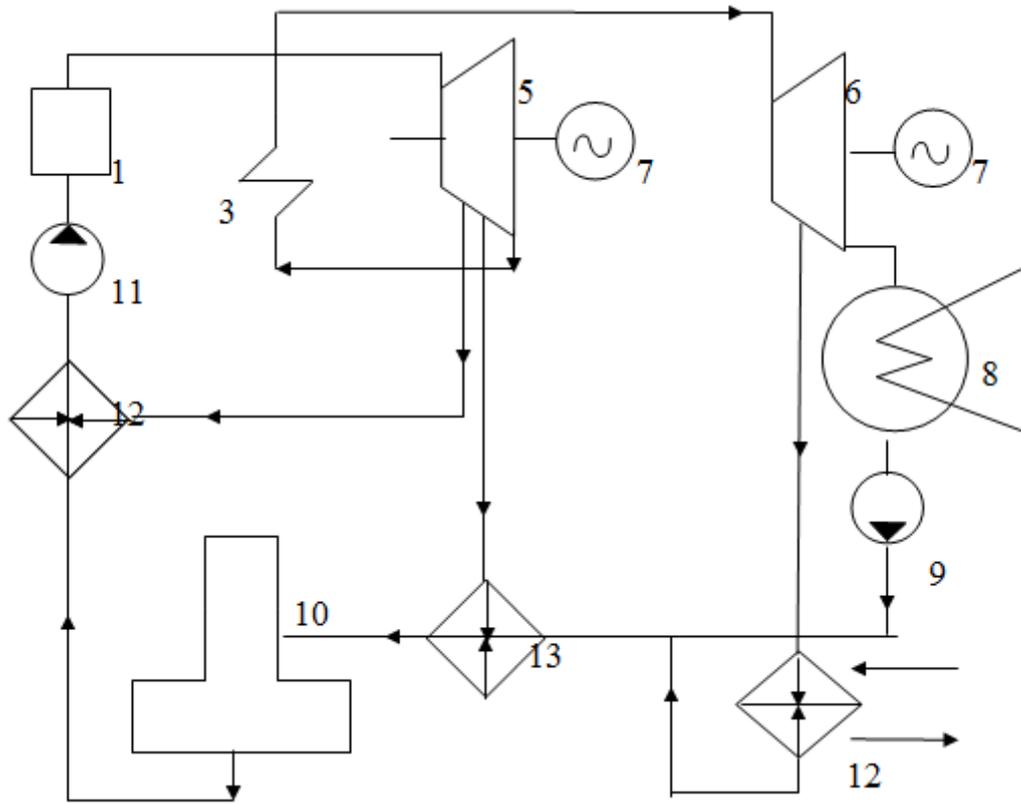


Рис. 8. Теплоэлектростанция

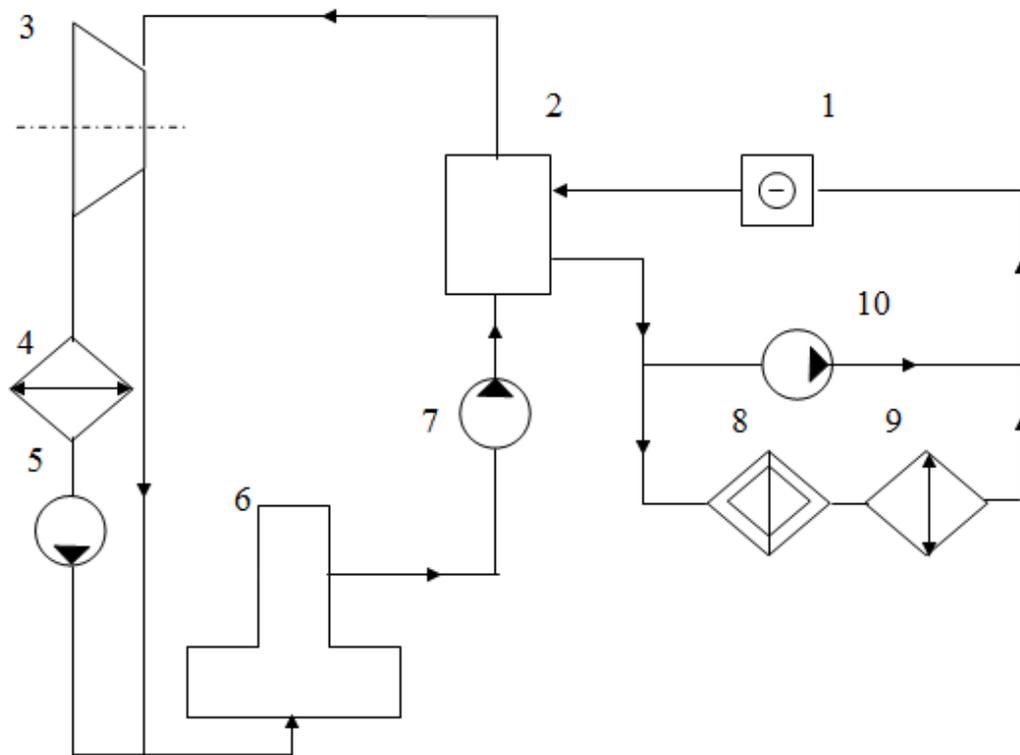


Рис. 9. Двухконтурная ядерная электрическая установка

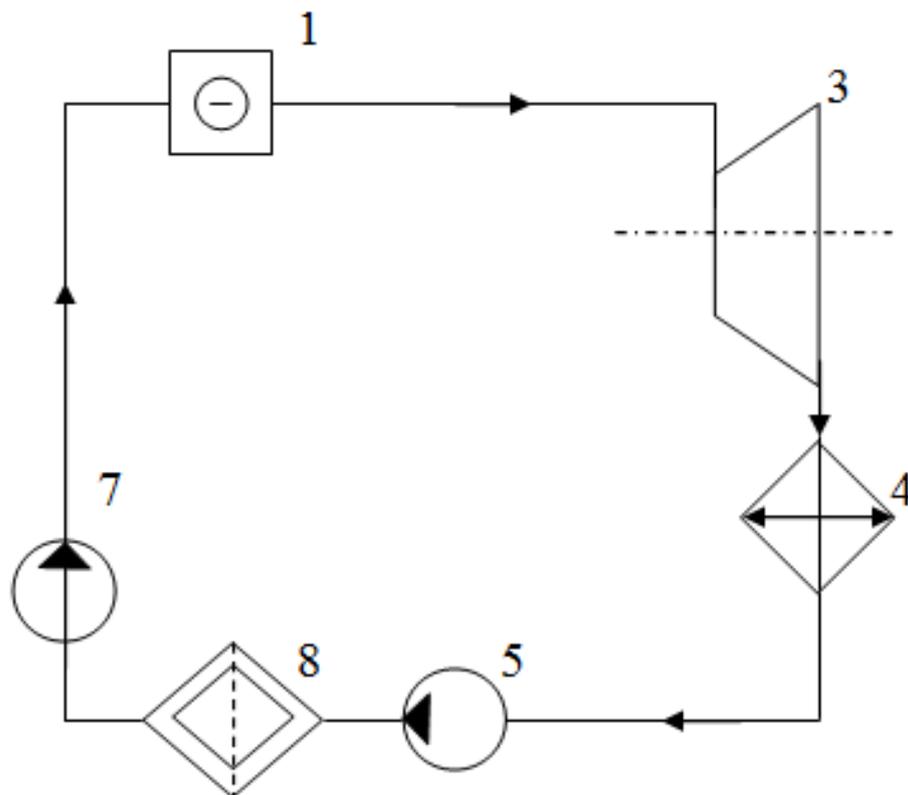


Рис. 10. Одноконтурная ядерная электрическая установка

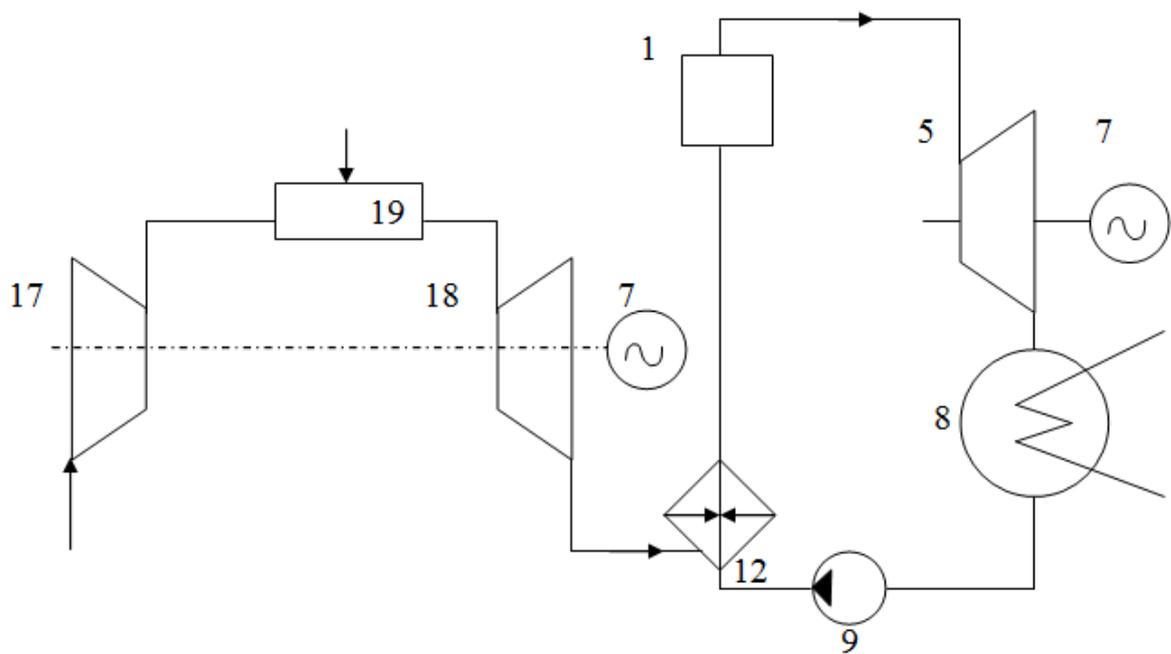


Рис. 11. Парогазотурбинная установка с подогревом питательной воды уходящими газами газовой турбины

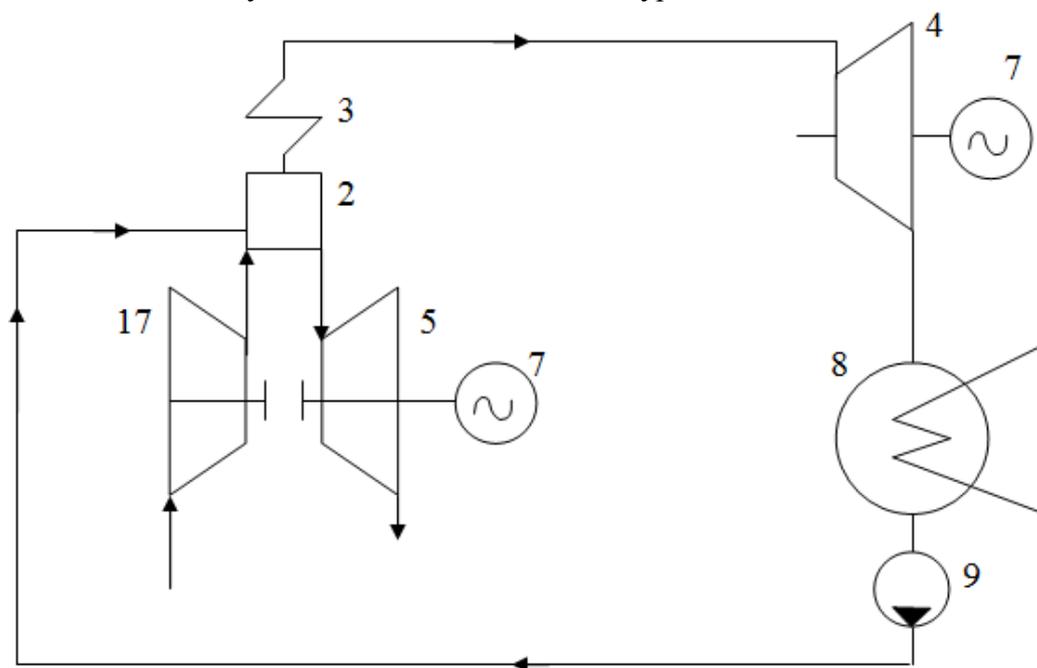


Рис. 12. Парогазовая установка с высоконапорным парогенератором

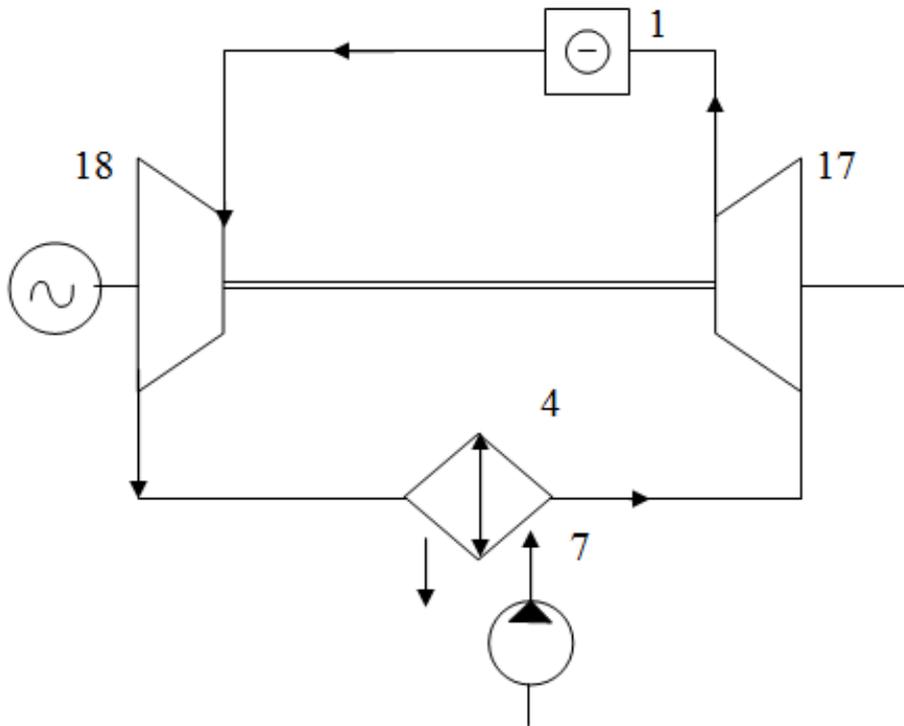


Рис. 13. Газотурбинная установка замкнутого цикла с газоохлаждаемым ядерным реактором

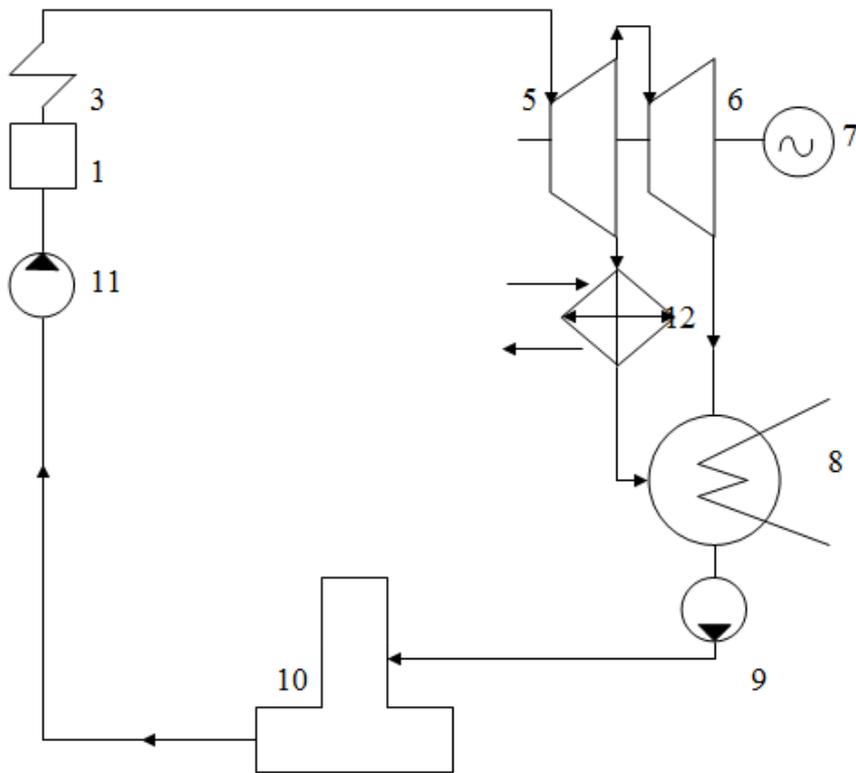


Рис. 14. Схема тепловой электрической станции

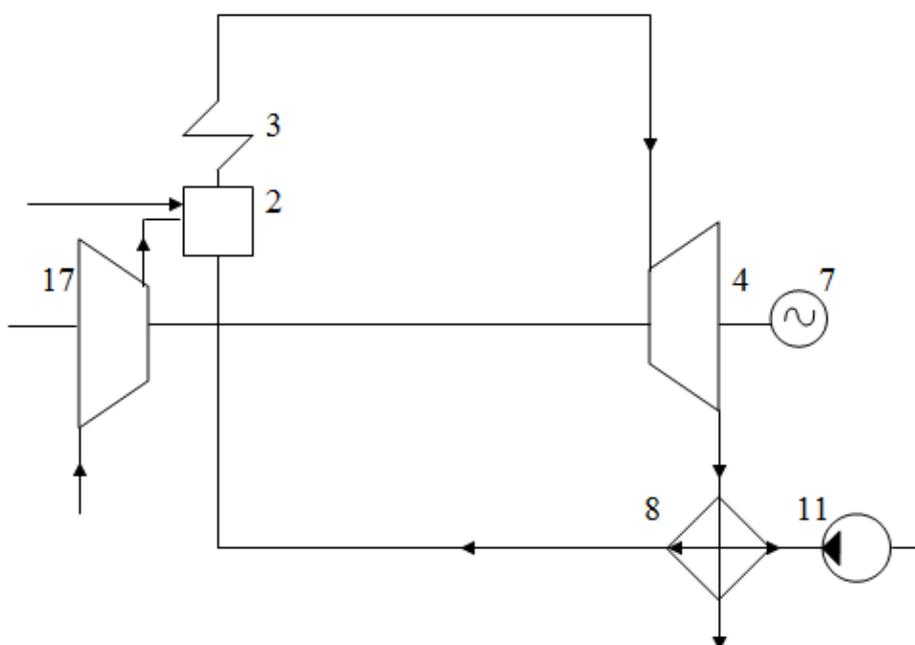


Рис. 15. Парогазовая турбинная установка со смешением рабочих тел

Основными показателями надежности системы являются:

- интенсивность отказов λ_i и интенсивность восстановления μ_i элементов системы;
- интенсивность отказов установки λ ;
- среднее время безотказной работы установки T ;
- среднее время восстановления T_b ;
- вероятность безотказной работы каждого элемента и установки в целом (установки за время $t = 500$ ч);
- коэффициент готовности установки K_r ;
- коэффициент оперативной готовности установки $K_{o,r}$ для $t = 500$ ч.

Исходные данные (среднее время безотказной работы и среднее время восстановления элементов системы) приведены в табл. 10.

Таблица 10 - Исходные данные

Номер элемента	Наименование элемента тепловой схемы	Среднее время безотказной работы элемента, ч	Среднее время восстановления элемента, ч
1	2	3	4
ТЭС			
1	Парогенератор	5000	90
2	Высоконапорный парогенератор	4400	100
3	Пароперегреватель	3600	90
4	Паровая турбина	14000	90
5	Цилиндр высокого давления	16000	90
6	Цилиндр низкого давления	13000	90
7	Электродгенератор	24000	45
8	Конденсатор	40000	30
9	Конденсатный насос	10000	30
10	Деаэратор	30000	30
11	Питательный насос	10000	30

12	Регенеративный подогреватель высокого давления	10100	30
13	Регенеративный подогреватель низкого давления	11000	30
14	Воздухоподогреватель	10000	25
15	Водогрейный котел	11000	70
16	Теплый ящик	40000	20
17	Компрессор	3000	40
18	Газовая турбина	15000	40
19	Камера сгорания газовой турбины	12000	25
АЭС			
1	Ядерный реактор	200000	200
2	Парогенератор	50000	150
3	Паровая турбина	80000	150
4	Конденсатор	150000	60
5	Конденсатный насос	40000	50
6	Деаэратор	50000	60
7	Питательный насос	40000	50
8	Ионитный фильтр	90000	50
9	Охладитель фильтра	110000	70
10	Циркуляционный насос	150000	60

Задание 2. С помощью резервирования отдельных элементов системы увеличить вероятность безотказной работы установки в 1,5 раза.

Указание. Для обеспечения минимальной стоимости модернизации установки последовательно резервировать элементы, имеющие максимальное значение $\gamma_i = \lambda_i / c_i$; где c_i – стоимость i -го элемента. При этом необходимо обосновать вид применяемого резервирования.

Лабораторная работа №1 «Статистические методы распознавания диагностических образов»

При наблюдении за газотурбинным двигателем проверяются два признака: k_1 – повышение температуры газа за турбиной более чем на 50 °С и k_2 – увеличение времени выхода на максимальную частоту вращения более чем на 5 с. Предположим, что для данного типа двигателей появление этих признаков связано либо с неисправностью топливного регулятора (состояние D_1), либо с увеличением радиального зазора в турбине (состояние D_2).

При нормальном состоянии двигателя (состояние D_3) признак k_1 не наблюдается, а признак k_2 наблюдается в 5 % случаев. На основании статистических данных известно, что 80 % двигателей вырабатывают ресурс в нормальном состоянии, 5 % двигателей имеют состояние D_1 и 15 % – состояние D_2 . Известно также, что признак k_1 встречается при состоянии D_1 в 20 %, а при состоянии D_2 в 40 % случаев; признак k_2 при состоянии D_1 встречается в 30 %, а при состоянии D_2 – в 50 % случаев.

Тема № 3 «Расчет характеристик вспомогательного оборудования»

Лабораторная работа «Вибрационная диагностика роторного оборудования»

По проведенному анализу найти дефект из перечня признаков дефектов роторного оборудования и сделать вывод.

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Термины и определения надежности, резервирования, работоспособности.
2. Неисправности теплового энергетического оборудования
3. Факторы ограничивающие работоспособность теплового энергетического оборудования
4. Нормативные документы состояния теплового энергетического оборудования
5. Продление срока службы основного теплового энергетического оборудования
6. Метод Байеса
7. Метод последовательного анализа
8. Метод статистических решений
9. Теоретические основы оценки технического состояния энергетического оборудования
10. Основные неисправности и методы оценки технического состояния энергетического оборудования
11. Вибрационная диагностика энергетического оборудования
12. Параметрическая диагностика насосных агрегатов
13. Термогазодинамическая диагностика ГТУ
14. Диагностика теплосилового оборудования
15. Диагностика котельных установок

