

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра строительства,  
теплоэнергетики  
и транспорта

**Б1.В.ДВ.03 ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ  
Б1.В.ДВ.03.01 НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

*Методические указания к самостоятельной работе  
по направлению подготовки*

*13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата), профиль подготовки  
«Энергообеспечение предприятий»*

Мурманск  
2020

Составитель - Пантилеев Сергей Петрович, доцент кафедры строительства, теплоэнергетики и транспорта»

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине: «Надёжность систем теплоснабжения» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата), профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика строительства, теплоэнергетики и транспорта

Рецензент – Нечаев Евгений Павлович, кандидат технических наук

Методические указания (далее – МУ) составлены в соответствии с учебным планом и программой по дисциплине «Надёжность систем теплоснабжения». МУ содержит тематический план лекций, семинарских занятий, контрольные вопросы. В МУ представлены источники основной и дополнительной литературы. В МУ даны рекомендации для самостоятельного изучения теоретического курса дисциплины и подготовки к промежуточному и итоговому контролю. МУ предназначены для студентов, обучающихся по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника», профиля «Энергообеспечение предприятий».

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

- 1. СТРУКТУРА И ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2. МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА**
  - 2.1 Перечень тем теоретического цикла для самостоятельного изучения
  - 2.2 Контрольные вопросы
- 3 МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ ДРУГИХ ВИДОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**
- 4 РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**
- 5 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Целью методических указаний по изучению курса является обеспечение эффективности самостоятельной работы студентов на основе усвоения материала курса лекций, подготовки рефератов и работы с литературой путем рациональной организации ее изучения.

Задачи настоящих методических указаний по изучению дисциплины включают:

- активизацию самостоятельной работы студентов,
- содействие развитию творческого отношения студентов к учебе,
- выработку умений и навыков рациональной работы с литературой,
- обеспечение контроля за ходом самостоятельной работы студентов и ее результатами,
- управление познавательной деятельностью студентов.

Актуальность и значимость учебной дисциплины «Надёжность систем теплоснабжения» основывается на том, что это направление, объединяющее дисциплины по пот надёжной эксплуатации теплоэнергетического оборудования, имеет большое значение для проектирования, конструирования и эксплуатации теплоэнергетического оборудования и систем теплоснабжения.

### Целями освоения дисциплины:

подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению подготовки;

изучение надёжных способов эксплуатации оборудования систем теплоснабжения;

формирование знаний и умений, необходимых для самостоятельного обоснованного выбора методов решения прикладных задач в предметной сфере деятельности.

### Задачи дисциплины:

изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленности (профилю)/специализации «Энергообеспечение предприятий»:

Таблица 1 - Результаты обучения

п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Индикаторы сформированности компетенций
.	ПК-1. Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности (ОПД) в соответствии с технологией производства	Компоненты компетенции полностью соотносятся с содержанием дисциплины Компетенция реализуется полностью	ИПК-1.1 Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства ИПК-1.2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД

п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Индикаторы сформированности компетенций
	ПК-4. Готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности (ОПД)	Компоненты компетенции полностью соотносятся с содержанием дисциплины Компетенция реализуется полностью	ИПК-4.1 Демонстрирует знания нормативов по энерго- и ресурсосбережению на ОПД. ИПК-4.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД.

В результате освоения дисциплины должны быть сформированы следующие компетенции:

способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности (ОПД) в соответствии с технологией производства (ПК-1).

готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД (ПК-4).

В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

**Знать:**

методы сбора и анализа исходных данных для оценки надёжности элементов теплоэнергетического оборудования и технологических процессов, техническую и нормативную документацию для проектирования и эксплуатации теплоэнергетического оборудования систем теплоснабжения (ПК-1);

типовые методики расчета параметров надёжности теплоэнергетического оборудования систем теплоснабжения при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования, стандартные средства и системы автоматизации при проектировании технологических энергосистем предприятий (ПК-4).

**Уметь:**

составлять структурные схемы связи параметров надёжности элементов теплоэнергетического оборудования систем теплоснабжения с использованием нормативной документации(ПК-1);

анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт, анализировать информацию о новых типах и конструкциях теплоэнергетического оборудования систем теплоснабжения, принципах их действия, методах оценки и расчета параметров надёжности при проектировании и эксплуатации (ПК-1);

проводить гидравлические и тепловые расчёты применительно к определению параметров надёжности оборудования систем теплоснабжения по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации, применять современные средства и системы автоматизированного проектирования технологических систем предприятий (ПК-4);

оценивать со стороны надёжности законченные проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами (ПК-4).

**Владеть:**

навыками определения параметров надёжности оборудования систем теплоснабжения с использованием технической и нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации (ПК-1);

методами проведения тепловых и гидравлических расчетов для оценки параметров надёжности оборудования систем теплоснабжения (ПК-4).

По целевому направлению и месту в учебных планах настоящий курс логически связывает между собой общетехнические и общепрофессиональные дисциплины.

В ходе освоения курса студенты применяют знания и используют навыки, полученные по дисциплинам в предыдущих курсах.

Условием успешной профессиональной деятельности выпускника МГТУ и его дальнейшего карьерного роста является его профессиональная мобильность, умение самостоятельно получать новые знания, повышать квалификацию.

Учебной программой дисциплины «Надёжность систем теплоснабжения» предусмотрено 40% для очной формы обучения (60% для очно-заочной формы обучения) (86% для заочной формы обучения) объема времени изучения материала на самостоятельную работу студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать самостоятельно решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой.

При самостоятельной работе над теоретическим курсом студент пользуется методическими материалами из списка основной и дополнительной литературы, электронных методических изданий, перечня программного обеспечения, методических указаний, используемых в учебном процессе, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Во время самостоятельной работы студенты по рекомендованной литературе работают над выполнением отдельных разделов и тем дисциплины.

Самостоятельная работа по курсу «Надёжность систем теплоснабжения» включает:

-самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;

-решение задач в контрольной работе;

-расчёт параметров надёжности оборудования в РГР.

## 1. СТРУКТУРА И ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем учебного времени, необходимого для освоения курса – 5 зачетные единицы, что составляет 180 учебных часа, в том числе самостоятельная работа в объеме не менее 96 часов для очной формы обучения (136 для очно-заочной формы обучения) (156 для заочной формы обучения).

Виды занятий: лекционные, практические, самостоятельная работа: изучение теоретического материала, реферирование, подготовка к промежуточному и итоговому контролю. Форма контроля – «зачет с оценкой»

Самостоятельное изучение теоретического курса необходимо, поскольку в лекциях представлен только основной материал курса, а также обозначены проблемные и перспективные направления методов обеспечения надёжности работы систем теплоснабжения. Для более подробного изучения этих вопросов студентам предлагается список необходимой литературы, имеющейся в библиотеке университета.

При подготовке к практическим занятиям также обязательно освоение теоретического материала по теме занятия. Вся необходимая информация представлена в рабочей программе дисциплины, методическом руководстве к практическим занятиям и рекомендованных литературных источников.

Контроль самостоятельной работы с научной и учебной литературой обеспечивается подготовкой рефератов и презентаций по предлагаемым темам разделов дисциплины, а также при проведении промежуточного контроля в соответствии с графиком занятий

## 2. МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА

Теоретический материал осваивается студентами не только в ходе прослушивания лекций, но также и в процессе самостоятельной работы.

В рабочей программе дисциплины выделен раздел для самостоятельного изучения теоретического материала. Для этого по каждому разделу (модулю) дисциплины обозначены вопросы и дан список рекомендованной литературы.

№	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения											
		Очная				Очно-заочная				Заочная			
		Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
1	ВВЕДЕНИЕ 1. Надежность систем теплоснабжения	1		1	8	1		1	8	1		1	10
2	2. Подготовка к отопительному периоду	1		1	8	1		1	8	1			10
3	3. Режимы теплоснабжения для условий возможного дефицита тепловой мощности источников тепла	1		1	8	1		1	8	1			10
4	4. Повышение надежности систем	2		2	10	2		2	10	1		1	10

	теплоснабжения 4.1. Методические указания по анализу показателей, используемых для оценки надежности систем теплоснабжения												
5	4.2. Надежность централизованных систем теплоснабжения	1		1	10	1		1	10	1		1	10
6	5. Надежность котельного оборудования 5.1. Повреждения топочных устройств	2		2	10	2		2	10	1		1	10
7	5.2. Причины взрывов в пылеприготовительных установках, меры предотвращения взрывов	1		1	10	1		1	10	1		1	12
8	5.3. Предупреждение повреждений барабанов и коллекторов паровых котлов	1		1	10	1		1	10	1		1	12
9	5.4. Нарушения нормальной работы паровых котлов	2		2	10	2		2	10	1		1	12
10	5.5. Наблюдение и контроль за состоянием металла барабанов паровых котлов	2		2	10	2		2	10	1		1	12
11	5.6. Мероприятия по предупреждению повреждений барабанов и коллекторов	2		2	10	2		2	10	1			12
12	5.7. Мероприятия по предупреждению неполадок и аварий водогрейных котлов типа ПВТМ	2		2	10	2		2	10	1			10
13	5.8. Надежность работы котлов сверхкритического давления	2		2	10	1		2	12	1			12
14	5.9. Мероприятия, обеспечивающие надежность работы поверхностей нагрева	2		2	12	1		2	12	1			12
	<b>ИТОГО</b>	<b>22</b>		<b>22</b>	<b>136</b>	<b>20</b>		<b>22</b>	<b>138</b>	<b>12</b>		<b>8</b>	<b>156</b>

## СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Надежность систем теплоснабжения.**

Основы теории надежности технических объектов. Показатели надежности.

**Основная литература:** [1] стр. 3 – 9; [2] стр. 3 - 9.

**Дополнительная литература:** [3] стр. 17 – 22; [4] стр. 243 - 260

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что понимают под терминами «безотказность», «долговечность», «ремонтопригодность», «сохраняемость»?
2. Оценка надежности элементов системы теплоснабжения.
3. Оценка состояний системы при её функционировании.
4. Учет надежности источников тепла.
5. Нормированные надежности.

### **Тема 2. Подготовка к отопительному периоду**

При подготовке к отопительному периоду для обеспечения надежности теплоснабжения потребителей необходимо выполнить в установленные сроки комплекс мероприятий, основными из которых являются:

- устранение выявленных нарушений в тепловых и гидравлических режимах работы тепловых энергоустановок;
- испытания оборудования источников теплоты, тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплоснабжения на плотность и прочность;
- шурфовки тепловых сетей, вырезки из трубопроводов для определения коррозионного износа металла труб;
- промывка оборудования и коммуникаций источников теплоты, трубопроводов тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплоснабжения;
- испытания тепловых сетей на тепловые и гидравлические потери, максимальную температуру теплоносителя в соответствии со сроками, определенными настоящими Правилами;
- разработка эксплуатационных режимов систем теплоснабжения, а также мероприятий по их внедрению.

**Основная литература:** [5] стр. 16 – 21.

**Дополнительная литература:** [4] стр. 261 - 270

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что является основным условием, обеспечивающим надежное теплоснабжение потребителей?
2. Когда проводится систематизация выявленных дефектов в работе оборудования.
3. В какой срок должна быть закончена подготовка систем теплоснабжения к эксплуатации в зимних условиях?
4. Назовите сроки проведения профилактических и ремонтных работ, связанных с прекращением горячего водоснабжения.
5. Что должно проводиться в целях проверки готовности систем отопления и системы теплоснабжения в целом к работе в отопительном периоде?

**Тема 3. Режимы теплоснабжения для условий возможного дефицита тепловой мощности источников тепла.**

До начала отопительного периода должны составляться графики ограничений и отключений абонентов, обеспечивающие локализацию аварийных ситуаций и предотвращение их развития, недопущение длительного и глубокого нарушения гидравлического и теплового режимов систем теплоснабжения, своевременное введение аварийных режимов.

Графики предусматривают режимы теплоснабжения и теплопотребления, необходимость в которых возникает в случаях:

понижения температуры наружного воздуха ниже расчетных значений на срок более 2-3 суток;

непредвиденного возникновения недостатка топлива на источниках тепла;

возникновения недостатка тепловой мощности вследствие аварийной остановки или выхода из строя основного теплогенерирующего оборудования источников тепла (паровых и водогрейных котлов, водоподогревателей и другого оборудования), требующего длительного восстановления;

нарушения или угрозы нарушения гидравлического режима тепловой сети по причине сокращения расхода подпиточной воды из-за неисправности оборудования в схеме подпитки или химводоочистки, а также прекращения подачи воды на источник тепла от системы водоснабжения;

нарушения гидравлического режима тепловой сети из-за аварийного прекращения электропитания сетевых и подпиточных насосов на источнике тепла и подкачивающих насосов на тепловой сети;

повреждений тепловой сети, требующих полного или частичного отключения не резервируемых магистральных и распределительных трубопроводов.

**Основная литература:** [5] стр. 21 - 36.

**Дополнительная литература:** [4] стр. 261 - 270

**Вопросы для самопроверки**

#### **Тема 4. Повышение надежности систем теплоснабжения.**

Методические указания по анализу показателей, используемых для оценки надежности систем теплоснабжения. Надежность централизованных систем теплоснабжения

**Основная литература:** [2] стр. 47 – 146; [5] стр. 202 – 210.

**Дополнительная литература:** [3] стр. 263 - 270

**Вопросы для самопроверки**

1. показатель надежности электроснабжения источников тепловой энергии;
2. показатель надежности водоснабжения источников тепловой энергии;
3. показатель надежности топливоснабжения источников тепловой энергии;
4. показатель соответствия тепловой мощности источников тепловой энергии и пропускной способности тепловых сетей расчетным тепловым нагрузкам потребителей;
5. показатель уровня резервирования источников тепловой энергии и элементов тепловой сети путем их кольцевания и устройств перемычек;
6. показатель технического состояния тепловых сетей, характеризуемый наличием ветхих, подлежащих замене трубопроводов;
7. показатель интенсивности отказов систем теплоснабжения;
8. показатель относительного аварийного недоотпуска тепла;
9. показатель готовности теплоснабжающих организаций к проведению аварийно-восстановительных работ в системах теплоснабжения (итоговый показатель);

10. показатель укомплектованности ремонтным и оперативно-ремонтным персоналом;
11. показатель оснащенности машинами, специальными механизмами и оборудованием;
12. показатель наличия основных материально-технических ресурсов;
13. показатель укомплектованности передвижными автономными источниками

### **Тема 5. Надежность котельного оборудования.**

Повреждения топочных устройств. Причины взрывов в пылеприготовительных установках, меры предотвращения взрывов. Предупреждение повреждений барабанов и коллекторов паровых котлов. Нарушения нормальной работы паровых котлов. Наблюдение и контроль за состоянием металла барабанов паровых котлов. Мероприятия по предупреждению повреждений барабанов и коллекторов. Мероприятия по предупреждению неполадок и аварий водогрейных котлов типа ПВТМ. Надежность работы котлов сверхкритического давления. Мероприятия, обеспечивающие надежность работы поверхностей нагрева.

**Основная литература:** [2] стр.170 – 176; [5] стр. 257 – 345.

**Дополнительная литература:** [4] стр. 293 – 329.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Перечислите процессы, протекающие при эксплуатации котельных агрегатов, оказывающие влияние на их надежность.
2. Как влияют на надежность котельных агрегатов наружные отложения на поверхностях труб?
3. Как влияют на надежность котельных агрегатов внутренние отложения на поверхностях труб?
4. Перечислите методы борьбы с отложениями на поверхностях нагрева.
5. Как влияют на надежность котельных агрегатов сварные соединения труб?
6. Опишите влияние коррозионных процессов на работу элементов котельного агрегата.
7. Проанализируйте причины образования свищей на трубах и их последствия.
8. Опишите основные повреждения барабанов котельных агрегатов и их причины.
9. Как влияет на надежность котельных агрегатов запорная, регулирующая и предохранительная арматура?
10. Перечислите основные повреждения корпусов теплообменников.
11. Перечислите основные повреждения трубной системы теплообменников.
12. Укажите причины отказов насосного оборудования.
13. Назовите причины нарушения плотности трубопроводов.
14. Перечислите основные причины отказов систем регулирования.

## **3 МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ ДРУГИХ ВИДОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Типовой вариант контрольного задания.**

#### **Задача**

Определить общий показатель готовности теплоснабжающих организаций к проведению восстановительных работ К<sub>тот</sub> в системах теплоснабжения к выполнению аварийно-восстановительных работ согласно данных таблицы 2, приведенной в методических указаниях.

#### **Контрольные вопросы**

1. Повышение эффективности теплоснабжения промышленных предприятий.

2. Сверхдальняя транспортировка теплоты.
3. Что представляет из себя показатель надежности электроснабжения источников.
4. Что представляет из себя показатель оснащенности машинами, специальными механизмами и оборудованием?

По согласованию с преподавателем контрольные работы могут быть заменены на реферат по тем же вопросам из контрольных работ.

Написание реферативного исследования требует самостоятельности и творческого подхода. Основной целью работы является раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом, по согласованию с преподавателем. Основа реферата выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов, которые доступны на сайтах научных баз данных, поисковых систем, издательств в том числе и на сайте научной библиотеки МГТУ.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов, объемом не менее 20 машинописных страниц. Для защиты реферата студент готовит презентационные материалы.

Реферат включает следующие структурные элементы:

#### 1. Титульный лист.

С него начинается нумерация страниц, но номер не ставится. Номера страниц начинают печатать с первой страницы раздела «Введение». Титульный лист оформляется аналогично титульному листу курсовой работы: указывают наименование высшего учебного заведения; факультет, кафедру, где выполнялась работа; название работы; фамилию и инициалы студента; ученую степень и ученое звание, фамилию и инициалы преподавателя; город и год выполнения работы.

#### 2. Содержание.

В содержании представлены названия всех разделов и подразделов работы, каждое из которых печатается с новой строки. В конце строки ставится номер страницы, на которой напечатана данная рубрика в тексте. Номера страниц печатаются вблизи правого поля, все на одинаковом расстоянии от края страницы.

Следует обратить внимание, что названия разделов и подразделов в оглавлении должно точно соответствовать заголовкам текста.

#### 3. Введение.

Во введении обосновывается актуальность рассматриваемой темы, пути развития на современном этапе, имеющиеся проблемы и способы их разрешения. Объем данного раздела не должен превышать одной страницы.

#### 4. Обзор литературы.

В данном разделе излагаются теоретические основы по выбранной тематике. Изложение должно вестись в форме теоретического анализа проработанных источников применительно к выполняемой теме, логично, последовательно и грамотно. При необходимости данный раздел может состоять из отдельных подразделов. Из содержания теоретического обзора должно быть видно состояние изученности темы в целом и отдельных ее вопросов.

#### 5. Заключение.

Представляет собой краткое обобщение (2–3 абзаца) приведенных данных.

#### 6. Библиографический список.

Оформляется в соответствии с существующими требованиями.

#### 7. Приложения.

Оформление реферата должно соответствовать межгосударственному стандарту ГОСТ 7.32–2001, устанавливающему общие требования к структуре и правилам оформления научных и технических отчетов.

Реферат должен сопровождаться библиографическим списком, который составляют в соответствии с ГОСТ 7.12003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Объем реферата должен составлять 20–30 страниц.

Реферат сдается на проверку преподавателю согласно графику учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплине.

### Задание на РГР

Расчётно-графическая работа предназначена для формирования и проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических указаниях.

### Типовой вариант расчётно-графического задания.

#### Расчётно-графическая работа

Произвести расчёт основного показателя надежности для приведенной на рисунке схемы за время отопительного периода.

Система тепловых сетей (см. рисунок 1) питается от ТЭЦ тепловой мощностью  $Q_{ТЭЦ}$  [МВт]. Схема состоит из двух иерархических уровней. Верхний уровень включает магистральные тепловые сети, закольцованные перемычкой. Нижний уровень состоит из тупиковых разветвленных сетей (смотри рисунок). Таких зон в общей схеме  $n_{зон}$ . Значения параметров потока отказов для теплопроводов, уложенных в непроходных каналах -  $\omega_1=0,051/(\text{год}\cdot\text{км})$ , для стальных задвижек нижней зоны -  $\omega_3=0,002 1/(\text{год}\cdot\text{км})$ . В схеме пртп районных тепловых пунктов. Необходимо определить для приведенной на рисунке схемы основной показатель надежности за время отопительного периода –  $T_{оп}$  [год].

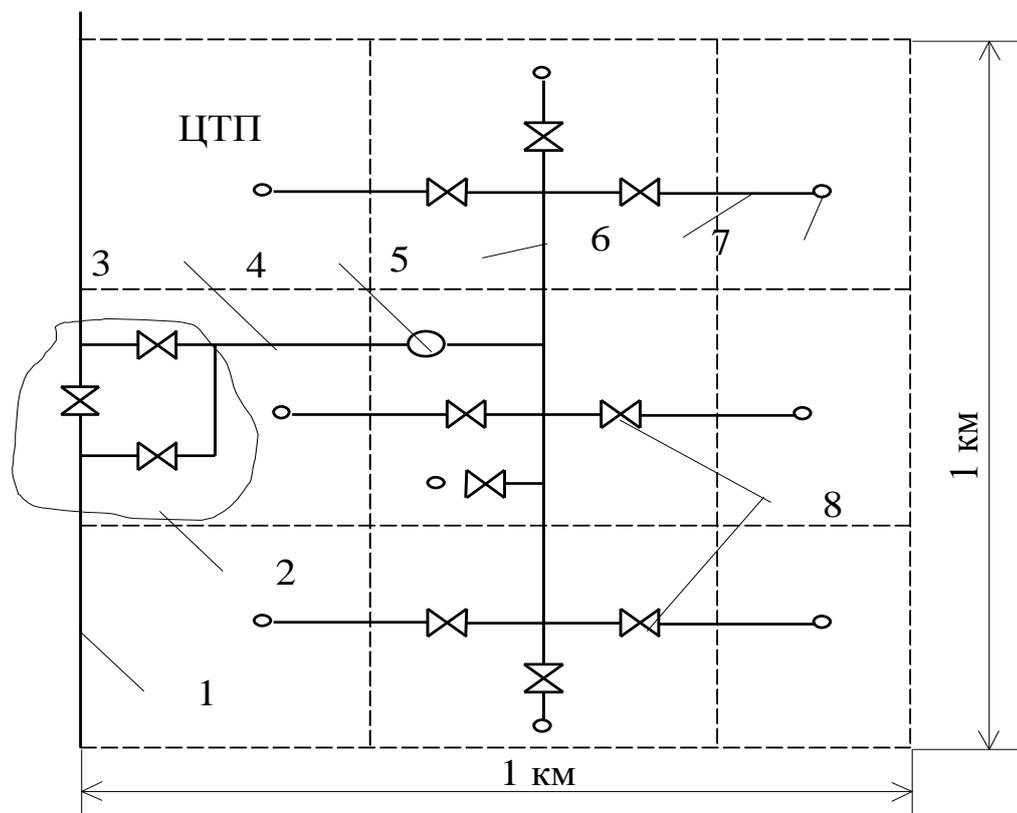


Рисунок 1. Система тепловых сетей: 1 – закольцованный магистральный теплопровод; 2 – узел ответвления; 3 – ответвление к районным тепловым станциям; 4 – районная тепловая станция; 5 – основной разводящий теплопровод; 6 – ответвление к ЦТП; 7 – ЦТП; 8 – задвижки на ответвлениях к ЦТП.



#### 4 РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Реализация графика самостоятельной работы студентов представлена в рабочем учебном плане.

График предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала в течение семестра, подготовку рефератов и их защиту. Темы контрольных работ, РГР и рефератов предоставляются студентам преподавателем на первом практическом занятии. Сдача контрольных работ, РГР и рефератов проводится на соответствующих теме занятиях.

Итоговым этапом контроля знаний студентов является зачет с оценкой в 8 семестре для очной формы обучения (зачет с оценкой в 10 семестре для очно-заочной формы обучения), (зачет с оценкой в 10 семестре для заочной формы обучения). Допуском к зачету служат удовлетворительные результаты проверки теоретических знаний по пройденным разделам курса, выполненных и защищенных контрольных работ, РГР и рефератов.

Перед зачётом каждый студент должен пройти один из вариантов контрольных тестов с 80% правильными ответами.

##### **Контрольные вопросы на зачёте**

1. показатель надежности электроснабжения источников тепловой энергии;
2. показатель надежности водоснабжения источников тепловой энергии;
3. показатель надежности топливоснабжения источников тепловой энергии;
4. показатель соответствия тепловой мощности источников тепловой энергии и пропускной способности тепловых сетей расчетным тепловым нагрузкам потребителей;
5. показатель уровня резервирования источников тепловой энергии и элементов тепловой сети путем их кольцевания и устройств перемычек;
6. показатель технического состояния тепловых сетей, характеризуемый наличием ветхих, подлежащих замене трубопроводов;
7. показатель интенсивности отказов систем теплоснабжения;
8. показатель относительного аварийного недоотпуска тепла;
9. показатель готовности теплоснабжающих организаций к проведению аварийно-восстановительных работ в системах теплоснабжения (итоговый показатель);
10. показатель комплектованности ремонтным и оперативно-ремонтным персоналом;
11. показатель оснащенности машинами, специальными механизмами и оборудованием;
12. показатель наличия основных материально-технических ресурсов;
13. показатель укомплектованности передвижными автономными источниками
14. Поясните термин «эксплуатационная надежность».
15. Перечислите основные модели технического обслуживания.
16. Перечислите и дайте определения показателей надежности объекта
17. Какие виды ремонтов существуют в энергетике для основного оборудования?
18. При каких условиях наступает предельное состояние объекта?
19. В чем заключается методика корректировки сроков ТО объектов с использованием информации об их надежности?
20. Как определить время очередного ремонта объекта ?
21. Перечислите основные отказы тепловых сетей.
22. Перечислите современные методы диагностики состояния тепловых сетей.
23. Сформулируйте основные недостатки приборов акустической диагностики.
24. Что понимается под аварией и что понимается под отказом тепловых сетей?
25. Напишите формулу для определения времени, необходимого для ликвидации повреждения магистрального теплопровода.
26. Почему минимальный диаметр магистрали, начиная от которого необходимо системное резервирование теплоснабжения, зависит от коэффициента аккумуляции

отапливаемых зданий и расстояния между секционирующими задвижками? Приведите расчетное уравнение для определения этого диаметра.

27. На чем базируется метод поучастковых гидравлических испытаний сетей для выявления участков, пораженных коррозией?

28. Назовите основные пути повышения надежности водяных систем теплоснабжения.

29. Перечислите методы обнаружения и ликвидации разрывов и неплотностей в тепловых сетях.

30. Укажите основные виды гидравлических и тепловых испытаний тепловых сетей.

31. Объясните, что собой представляет тепловая схема системы теплоснабжения?

32. Начертите схему энергоснабжения предприятия на твердом топливе.

33. Начертите схему энергоснабжения предприятия на жидком топливе.

34. Начертите схему энергоснабжения предприятия на газообразном топливе.

35. 5. Поясните, чем структурные схемы отличаются от функциональных?

36. Поясните сущность статистических и аналитических методов расчета надежности структурных схем систем теплоэнергоснабжения.

37. Перечислите этапы расчета надежности структурных схем систем теплоэнергоснабжения.

38. Поясните, как используются графы состояний при расчете надежности сложных структурных схем?

39. Какая функция называется логической функцией работоспособности и неработоспособности, и какие значения она принимает?

40. Какие структуры называются последовательными?

41. Какие структуры называются параллельными?

42. Как определяется среднее время безотказной работы для последовательной структуры?

43. Как определяется среднее время восстановления для последовательной структуры?

44. Как определяется вероятность безотказной работы для последовательной структуры?

45. Как определяется коэффициент готовности для последовательной структуры?

46. Как определяется нестационарный коэффициент готовности для последовательной структуры?

47. Как определяется коэффициент оперативной готовности для последовательной структуры?

48. Как определяется среднее время безотказной работы для параллельной структуры?

49. Как определяется среднее время восстановления для параллельной структуры?

50. Как определяется вероятность безотказной работы для параллельной структуры?

51. Как определяется коэффициент готовности для параллельной структуры?

52. Как определяется нестационарный коэффициент готовности для параллельной структуры?

53. Как определяется коэффициент оперативной готовности для параллельной структуры?

54. Перечислите условия применимости метода логических схем.

55. Перечислите условия применимости метода моделей пространства состояний.

56. В каких случаях применяется метод дерева отказов?

57. В каких случаях применяется метод минимальных путей и сечений?

58. В каких случаях применяется метод перебора состояний?

59. В каких случаях применяется метод марковской модели?

60. Перечислите процессы, протекающие при эксплуатации котельных агрегатов, оказывающие влияние на их надежность.

61. Как влияют на надежность котельных агрегатов наружные отложения на поверхностях труб?

62. Как влияют на надежность котельных агрегатов внутренние отложения на поверхностях труб?

63. Перечислите методы борьбы с отложениями на поверхностях нагрева.

64. Как влияют на надежность котельных агрегатов сварные соединения труб?
65. Опишите влияние коррозионных процессов на работу элементов котельного агрегата.
66. Проанализируйте причины образования свищей на трубах и их последствия.
67. Опишите основные повреждения барабанов котельных агрегатов и их причины.
68. Как влияет на надежность котельных агрегатов запорная, регулирующая и предохранительная арматура?
69. Перечислите основные повреждения корпусов теплообменников.
70. Перечислите основные повреждения трубной системы теплообменников.
71. Укажите причины отказов насосного оборудования.
72. Назовите причины нарушения плотности трубопроводов.
73. Перечислите основные причины отказов систем регулирования.
74. Из каких частей складывается время восстановления (ремонта)?
75. В каких пределах может приниматься параметр потока отказов  $\omega$  по данным Ионина А.А.?
76. Понятие лимитированной подачи тепла.
77. Что такое показатель надежности системы теплоснабжения?
78. Перечислите приемы, используемые для повышения надежности тепловых сетей.
79. Как представляют систему теплоснабжения для расчета общей надежности?
80. Напишите формулу определения среднего значения фактически отключаемой мощности при аварийных ситуациях на сетях.

### **Содержание комплекса заданий по вариантам:**

*Компетенция ПК-1 и ПК-4*

#### *Вариант 1*

1. Надежность систем теплоснабжения – это ...
  - а. способность производить, транспортировать и распределять среди потребителей в необходимых количествах теплоноситель с соблюдением заданных параметров при нормальных условиях эксплуатации
  - б. свойство системы, характеризующее ее пригодность к проведению диагностирования заданными средствами контроля
  - в. степень объективного соответствия результатов диагностирования действительному техническому состоянию системы
2. Текущий ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов – это ...
  - а. работы по систематическому и своевременному предохранению отдельных элементов и конструкций от преждевременного износа путем проведения профилактических мероприятий и устранения мелких неисправностей и повреждений
  - б. восстановление изношенного оборудования и конструкций и их модернизация, направленная на улучшение эксплуатационных качеств и повышение технико — экономических показателей
  - в. проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этой основе одного из заданных видов технического состояния в данный момент времени.
3. К понятию «Состояние изделий» относятся термины:
  - 1) отказ, повреждение
  - 2) сохраняемость, предельное состояние
  - 3) исправность, работоспособность
  - 4) исправность, сохраняемость
  - 5) отказ, дефект

4. Технический ресурс - это:

- 1) наработка до предельного состояния
- 2) срок сохраняемости
- 3) срок службы
- 4) наработка до отказа
- 5) наработка до списания

5. Отказы случайные - это отказы :

А) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.

Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.

В) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений

Г) при которых некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах

Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений

6. К параметрическим отказам относится:

- А) потеря точности станка
- Б) усталость металла,
- В) износ оборудования
- Г) поломка зубьев шестерни
- Д) коррозия металла

7. К внезапным отказам относится (указать неправильный ответ):

- А) коррозионное растрескивание
- Б) образование хрупкого разрушения
- В) пробой изоляции
- Г) образование трещины
- Д) обрывы тросов

8. Тяжелый отказ – это:

А) отказ, вызывающий вторичные отказы или приводящий к угрозе жизни и здоровью человека.

Б) отказ, исключающий возможность любой работы объекта до его устранения;

В) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов и пр

Г) отказ, возникающий в начальный период эксплуатации;

Д) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта

9. Какая временная характеристика объекта обозначает наработку объекта от начала его эксплуатации до достижения предельного состояния:

- А) технический ресурс;
- Б) суммарная наработка;
- В) срок службы;
- Г) срок сохраняемости;
- Д) эксплуатацией объекта

10. Отказ, характеризующийся медленным изменением значений параметра объекта, называется:

- А) зависимый отказ;
- Б) независимый отказ;
- В) перемежающийся отказ (сбой);
- Г) внезапный отказ;
- Д) постепенный.

11. Если объект непрерывно сохраняет работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени, то данный объект имеет свойство:

- А) долговечности;
- Б) сохраняемости;
- В) долговечности и сохраняемости;
- Г) ремонтпригодности;
- Д) безотказности.

12. Какие бывают виды надежности:

А) аппаратурная надежность, функциональная надежность, эксплуатационная надежность, программная надежность, надежность системы «человек-машина»;

Б) аппаратурная надежность, функциональная надежность, эксплуатационная надежность;

В) аппаратурная надежность, функциональная надежность, эксплуатационная надежность, программная надежность, надежность системы «человек-машина», надежность системы «человек-оператор»;

Г) функциональная надежность, эксплуатационная надежность, программная надежность;

Д) надежность системы «человек-машина», надежность системы «человек-оператор».

13. Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин отказов, повреждений и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов, называется:

- А) долговечностью;
- Б) сохраняемостью;
- В) долговечностью и сохраняемостью;
- Г) ремонтпригодностью;
- Д) безотказностью.

14. показатель надежности электроснабжения источников тепловой энергии ( $K_9$ ) характеризуется

- А) наличием или отсутствием резервного водоснабжения;
- Б) наличием или отсутствием резервного электропитания;
- В) наличием или отсутствием резервного топливоснабжения;
- Г) долей (%) тепловой нагрузки, не обеспеченной мощностью источников тепловой энергии и/или пропускной способностью тепловых сетей;

Д) характеризуется отношением резервируемой расчетной тепловой нагрузки к сумме расчетных тепловых нагрузок (%), подлежащих резервированию согласно схеме теплоснабжения поселений, городских округов, выраженный в %

### *Вариант 2*

1. Главный критерий надежности систем теплоснабжения – это ...

а. безотказная работа элемента (системы) в течение расчетного времени

б. свойство системы, характеризующее ее пригодность к проведению диагностирования заданными средствами контроля

в. степень объективного соответствия результатов диагностирования действительному техническому состоянию системы

2 Надежность - это:

А) свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени и в заданных пределах значения установленных эксплуатационных показателей

Б) свойство улучшать в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования

В) свойство, противоположное понятию «Отказ»

Г) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией

Д) состояние объекта, при котором он обеспечивает нормальное применение объекта по назначению

3 Работоспособность – это:

А) состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров, установленных НТД

Б) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо но нецелесообразно

В) состояние объекта, при котором он находится в исправном состоянии

Г) состояние объекта, при котором он может выполнять часть заданных функций

Д) состояние объекта, при котором он отвечает требованиям норм НТД

4 Предельное состояние – это:

А) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо или нецелесообразно

Б) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо, но целесообразно

В) состояние объекта, при котором его применение по назначению нецелесообразно, но допустимо

Г) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо и целесообразно

Д) Другой вариант

5 Отказы систематические - это отказы :

А) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений

Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.

В) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах

Г) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.

Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений

6 Долговечность – это:

А) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов

Б) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования

В) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания

Г) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени

Д) Другое

7 Свойства, которые характеризуют надежность объекта:

1) работоспособность, долговечность, безотказность, исправность;

2) долговечность, безотказность, эргономичность, ремонтпригодность;

3) безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость;

4) срок службы, безотказность, ремонтпригодность

8 Полные отказы – это:

А) отказы, исключающие возможность работы объекта до их устранения;

Б) отказы, при которых объект может частично использоваться

В) отказы, возникающие в начальный период эксплуатации

Г) отказы, вызванные необратимыми процессами износа деталей, старения материалов и пр

Д) отказ, вызывающие вторичные отказы или приводящие к угрозе жизни и здоровью человека

9 Параметр потока отказа может быть определен как:

А) отношение числа отказов объекта за определенный интервал времени к длительности этого интервала при ординарном потоке отказов;

Б) плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени;

В) условная плотность вероятности восстановления работоспособности объекта, определенная для рассматриваемого момента времени, при условии, что до этого момента восстановление не было завершено;

Г) условная плотность вероятности отказа невозстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник;

Д) усредненное на заданном интервале значение нестационарного коэффициента оперативной готовности.

10 Исправное состояние объекта это:

А) это такое состояние, при котором объект соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической и конструкторской документации;

Б) состояние объекта до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта;

В) восстановление исправного или работоспособного состояний;

Г) это такое состояние, при котором объект соответствует всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации;

Д) вероятность того, что восстанавливаемый элемент окажется работоспособным в произвольный момент времени.

11 Из показателей долговечности и сохраняемости, средний ресурс между смежными капитальными ремонтами объекта, это:

- А) средний ресурс до списания;
- Б) средний срок службы;
- В) средний срок сохраняемости;
- Г) средний срок службы до списания;
- Д) средний ремонтный ресурс.

12 Из показателей долговечности и сохраняемости, средний срок службы между смежными капитальными ремонтами объекта – это

- А) средний межремонтный срок службы;
- Б) средний срок службы до списания;
- В) гамма-процентный срок сохраняемости;
- Г) гамма-процентный срок службы;
- Д) средний срок службы до капитального ремонта.

13 Причинами производственных отказов объектов являются процессы, события и состояния:

А) возникшие в результате нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта;

Б) возникшие в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления объекта;

В) появившиеся в результате несовершенства и нарушения установленных правил и (или) норм конструирования объекта;

Г) появившихся дефектов объекта;

Д) возникшие в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления, монтажа, наладки или ремонта объекта, если он выполнялся на ремонтном предприятии.

14 показатель надежности водоснабжения источников тепловой энергии ( $K_B$ ) характеризуется

А) наличием или отсутствием резервного водоснабжения;

Б) наличием или отсутствием резервного электропитания;

В) наличием или отсутствием резервного топливоснабжения;

Г) долей (%) тепловой нагрузки, не обеспеченной мощностью источников тепловой энергии и/или пропускной способностью тепловых сетей;

Д) характеризуется отношением резервируемой расчетной тепловой нагрузки к сумме расчетных тепловых нагрузок (%), подлежащих резервированию согласно схеме теплоснабжения поселений, городских округов, выраженный в %

### *Вариант 3*

1 Отказ системы теплоснабжения – это ...

а. такая аварийная ситуация, при которой прекращается подача теплоты хотя бы одному потребителю

б. вероятность того, что неисправный объект в результате диагностирования признается исправным

в. вероятность того, что работоспособный объект в результате диагностирования признается неработоспособным

2 Надежность включает в себя в зависимости от назначения объекта или условий его эксплуатации ряд простых свойств (указать неправильный ответ):

- 1) срок службы
- 2) безотказность
- 3) долговечность
- 4) ремонтпригодность
- 5) сохраняемость

3 Работоспособный объект:

- 1) может выполнять все заданные функции, сохраняя значения заданных параметров
- 2) отвечает требованиям норм НТД
- 3) находится в исправном состоянии
- 4) может выполнять часть заданных функций
- 5) другой вариант

4 К отказам функционирования относится:

- А) поломка зубьев шестерни
- Б) усталость металла,
- В) износ оборудования
- Г) потеря точности станка
- Д) коррозия металла

5 К систематическим отказам относится (указать неправильный ответ):

- А) поломка зубьев шестерни
- Б) усталость металла,
- В) износ оборудования
- Г) старение оборудования
- Д) коррозия металла

6 Ремонтпригодность – это:

А) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания

Б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов

В) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования

Г) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени

Д) Другое

7 Конструкционный отказ – это:

А) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Б) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии

В) отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации

Г) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов

Д) отказ, вызывающий вторичные отказы

8 Из показателей долговечности и сохраняемости, средний срок службы от начала эксплуатации объекта до его первого капитального ремонта, это:

- А) средний межремонтный срок службы;
- Б) средний срок службы до списания;
- В) гамма-процентный срок сохраняемости;
- Г) гамма-процентный срок службы;
- Д) средний срок службы до капитального ремонта

9 Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта, называется:

- А) зависимый отказ;
- Б) независимый отказ;
- В) перемежающийся отказ (сбой);
- Г) внезапный отказ;
- Д) постепенный.

10 Дефект - это событие, заключающееся в :

- А) в нарушении исправного состояния объекта;
- Б) в нарушении исправного состояния объекта, но сохраняющего его работоспособность;
- В) в работоспособном состоянии объекта значения всех параметров;
- Г) в работоспособности объекта в одних условиях, оставаясь исправным, но оказавшимся неработоспособным в других;

Д) удовлетворении лишь тех требований нормативно-технической и конструкторской документации, выполнение которых обеспечивает нормальное применение объекта по назначению.

11 Эксплуатационная надежность обусловлена:

- А) состоянием аппаратов;
- Б) качеством программного обеспечения (программ, алгоритмов действий, инструкций и т. д.);
- В) качеством использования и обслуживания;
- Г) выполнением некоторой функции (либо комплекса функций), возлагаемых на объект, систему;
- Д) зависимостью от качества обслуживания объекта человеком-оператором.

12 Какая временная характеристика объекта обозначает календарную продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после капитального или среднего ремонта до наступления предельного состояния:

- А) технический ресурс;
- Б) суммарная наработка;
- В) срок службы;
- Г) срок сохраняемости;
- Д) эксплуатацией объекта.

13 Заданная наработка - это:

- А) математическое ожидание случайной наработки объекта до первого отказа;
- Б) наработка, в течение которой объект должен безотказно работать для выполнения своих функций;

В) отношение наработки восстанавливаемого объекта за некоторый период времени к математическому ожиданию числа отказов в течение этой наработки;

Г) усредненное на заданном интервале времени значение нестационарного коэффициента готовности;

Д) наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью 1.

14 показатель надежности топливоснабжения источников тепловой энергии ( $K_T$ ) характеризуется

А) наличием или отсутствием резервного водоснабжения;

Б) наличием или отсутствием резервного электропитания;

В) наличием или отсутствием резервного топливоснабжения;

Г) долей (%) тепловой нагрузки, не обеспеченной мощностью источников тепловой энергии и/или пропускной способностью тепловых сетей;

Д) характеризуется отношением резервируемой расчетной тепловой нагрузки к сумме расчетных тепловых нагрузок (%), подлежащих резервированию согласно схеме теплоснабжения поселений, городских округов, выраженный в %

#### *Вариант 4*

1. Отказ системы теплоснабжения – это ...

а. такая аварийная ситуация, при которой прекращается подача теплоты хотя бы одному потребителю

б. вероятность того, что неисправный объект в результате диагностирования признается исправным

в. вероятность того, что работоспособный объект в результате диагностирования признается неработоспособным

2. Объект – это:

А) техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации

Б) простейшая составная часть изделия, в задачах надежности может состоять из многих элементов

В) технический элемент любого целевого назначения

Г) простейший составной элемент

Д) технический элемент определенного целевого назначения, рассматриваемый исключительно в период эксплуатации

3. Исправность – это:

А) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).

Б) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо но нецелесообразно

В) состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции находится

Г) состояние объекта, при котором он может выполнять часть заданных функций

Д) состояние объекта, при котором он отвечает требованиям части норм НТД

4. Невосстанавливаемые объекты – это:

А) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;

Б) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены

В) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены

Г) объекты электроники и нанотехнологии

Д) объекты оборонного назначения

5. Сохраняемость – это:

А) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в

течение (и после) срока хранения и транспортирования

Б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов

В) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания

Г) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени

Д) Другое

6. Внезапный отказ – это:

А) отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта

Б) отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта

В) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Г) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии

7. Производственный отказ – это:

А) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;

Б) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

В) отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации

Г) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов

Д) отказ, вызывающий вторичные отказы

8. Многократно возникающий самоустраняющийся отказ объекта одного и того же характера, называется:

А) зависимый отказ;

Б) независимый отказ;

В) перемежающийся отказ (сбой);

Г) внезапный отказ;

Д) постепенный.

9. Как измеряется наработка:

А) в единицах времени;

Б) в циклах;

В) в единицах выработки;

Г) в других единицах;

Д) во всех перечисленных.

10. Показатель, характеризующий влияние степени надежности к максимально возможному значению этого показателя (т. е. соответствующему состоянию полной работоспособности всех элементов объекта), это:

А) нестационарный коэффициент оперативной готовности;

Б) коэффициент сохранения эффективности;

В) коэффициент технического использования;

Г) средний коэффициент оперативной готовности;

Д) стационарный коэффициент оперативной готовности.

11. Отказ объекта, обусловленный отказом другого объекта, называется:

А) зависимый отказ;

Б) независимый отказ;

В) перемежающийся отказ (сбой);

Г) внезапный отказ;

Д) постепенный.

12. Аппаратурная надежность, обусловлена:

А) выполнением некоторой функции (либо комплекса функций), возлагаемых на объект,

систему;

Б) качеством программного обеспечения (программ, алгоритмов действий, инструкций и т. д.)

В) качеством использования и обслуживания;

Г) состоянием аппаратов;

Д) зависимостью от качества обслуживания объекта человеком-оператором.

13. Показатели надежности – это:

А) количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта;

Б) качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта;

В) количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта;

Г) качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта;

Д) качественные характеристики одного свойства, составляющего элементы объекта.

14. показатель соответствия тепловой мощности источников тепловой энергии и пропускной способности тепловых сетей расчетным тепловым нагрузкам потребителей ( $K_6$ ) характеризуется

А) наличием или отсутствием резервного водоснабжения;

Б) наличием или отсутствием резервного электропитания;

В) наличием или отсутствием резервного топливоснабжения;

Г) долей (%) тепловой нагрузки, не обеспеченной мощностью источников тепловой энергии и/или пропускной способностью тепловых сетей;

Д) характеризуется отношением резервируемой расчетной тепловой нагрузки к сумме расчетных тепловых нагрузок (%), подлежащих резервированию согласно схеме теплоснабжения поселений, городских округов, выраженный в %.

#### *Вариант 5*

1. Комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление требуемого состояния отдельных элементов конструкций и оборудования, а также модернизацию оборудования с целью повышения надежности и качества их работы – это ...

а. ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов

б. техническое диагностирование системы теплоснабжения

в. совокупностью предписаний, определяющих последовательность действий при проведении диагностирования

2. Свойства, характеризующие только надежность изделия:

1) долговечность, ремонтпригодность

2) отказ, дефект;

3) сохраняемость, исправность;

4) исправность, работоспособность.

5) безотказность, работоспособность;

3. Технически исправный объект:

1) отвечает всем требованиям НТД

2) может выполнять все заданные функции, сохраняя значения заданных параметров

3) находится в работоспособном состоянии

4) может выполнять часть заданных функций

5) другой вариант

4. Отказы параметрические - это отказы, при которых:

А) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах  
Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.

В) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений

Г) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.

Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений

5. Безотказность – это:

А) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени

Б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов

В) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования

Г) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания

Д) Другое

6. Постепенный отказ – это:

А) отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта.

Б) отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта

В) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Г) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии

7. Эксплуатационный отказ – это:

А) отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации.

Б) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;

В) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

Г) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов

Д) отказ, вызывающий вторичные отказы

8. Отношение средней наработки объекта в единицах времени за некоторый период эксплуатации к сумме средних значений наработки, времени простоя, обусловленного техническим обслуживанием, и времени ремонтов за тот же период эксплуатации, это:

А) нестационарный коэффициент оперативной готовности;

Б) коэффициент сохранения эффективности;

В) коэффициент технического использования;

Г) средний коэффициент оперативной готовности;

Д) стационарный коэффициент оперативной готовности

9. Из показателей долговечности и сохраняемости, суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от его состояния, это:

- А) средний ремонтный ресурс;
- Б) гамма-процентный срок сохраняемости;
- В) назначенный ресурс;
- Г) гамма-процентный ресурс;
- Д) средний срок сохраняемости.

10. Отказ объекта, не обусловленный отказом другого объекта, называется:

- А) зависимый отказ;
- Б) независимый отказ;
- В) перемежающийся отказ (сбой);
- Г) внезапный отказ;
- Д) постепенный.

11. Из показателей долговечности и сохраняемости, продолжительность хранения, в течение которой у объекта сохраняются установленные показатели с заданной вероятностью 1, это:

- А) назначенный ресурс;
- Б) гамма-процентный срок сохраняемости;
- В) средний ремонтный ресурс;
- Г) гамма-процентный срок службы;
- Д) гамма-процентный ресурс.

12. Если объект непрерывно сохраняет исправное и работоспособное состояние в течение (и после) хранения и (или) транспортировки, то этот объект имеет свойство:

- А) долговечности;
- Б) сохраняемости;
- В) долговечности и сохраняемости;
- Г) ремонтпригодности;
- Д) безотказности.

13. Критерием надежности называется признак, по которому можно:

- А) количественно оценить надежность различных устройств;
- Б) качественно оценить надежность различных устройств;
- В) количественно оценить вероятность безотказной работы различных устройств;
- Г) качественно оценить вероятность безотказной работы различных устройств;
- Д) количественно оценить отказ различных устройств.

14. показатель уровня резервирования источников тепловой энергии и элементов тепловой сети путем их кольцевания и устройства перемычек ( $K_p$ )

- А) наличием или отсутствием резервного водоснабжения;
- Б) наличием или отсутствием резервного электропитания;
- В) наличием или отсутствием резервного топливоснабжения;
- Г) долей (%) тепловой нагрузки, не обеспеченной мощностью источников тепловой энергии и/или пропускной способностью тепловых сетей;
- Д) характеризуется отношением резервируемой расчетной тепловой нагрузки к сумме расчетных тепловых нагрузок (%), подлежащих резервированию согласно схеме теплоснабжения поселений, городских округов, выраженный в %.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### *Основная литература*

1. Беляев, С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС / С.А. Беляев, А.В. Воробьев, В.В. Литвак ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 248 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442071> (дата обращения: 11.02.2019). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

2. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / составители С. А. Сазонова, С. А. Колодяжный, Е. А. Сушко. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 147 с. — ISBN 978-5-89040-457-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/23110.html> (дата обращения: 11.02.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### *Дополнительная литература*

3. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС : учеб. пособие для вузов / Г. П. Гладышев, Р. З. Аминов, В. З. Гуревич [и др.] ; под ред. А. И. Андриященко. - Москва : Высш. шк., 1991. - 303 с. : ил. - 59-00. 31.37 - Н 17 (количество экземпляров - 3).

4. Надежность систем энергетики и их оборудования В. 4 т. Т. 4. Надежность систем теплоснабжения : справ. издание / Е. В. Сеннова [и др.] ; под общ. ред. Ю. Н. Руденко ; РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т систем энергетики им. Л. А. Мелентьева . - Новосибирск : Наука, 2000. - 351 с. - ISBN 5-02-031582-6. - ISBN 5-247-03374-4 : 64-00. 31.38 - Н 17(количество экземпляров - 3).

Чтобы восполнить необходимые знания по этим предметам, можно воспользоваться дополнительной литературой:

5. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы. Справочник / Под ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

6. Сазанов Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учеб. пособие для вузов / Б.В. Сазанов, В.И. Ситас. — М.: Издательский дом МЭИ, 2014. — 275с.: ил.

7. Теплоснабжение: Учебник для вузов/ 35 А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков Е. Н. Терлецкая; Под ред. А. А. Ионина. — М.: Стройиздат, 1982.—336 с, ил.

8. Ящура А. И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. –504 с. ил..