

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Бурковский А.В.
«31» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Надежность энергоустановок»

Направление подготовки 13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХ-
НИКА

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

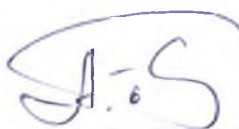
Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

 /Кожухов Н.Н./

Заведующий кафедрой Тео-
ретической и промышлен-
ной теплоэнергетики

 /Бараков А.В./

Руководитель ОПОП

 /Кожухов Н.Н./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

освоение методов теории надежности и их применение при проектировании теплотехнического и теплотехнологического оборудования и проектирования тепловых энергетических систем

1.2. Задачи освоения дисциплины

анализ надежности существующих и проектируемых энергоустановок

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Надежность энергоустановок» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Надежность энергоустановок» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-4 - способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать типичные зависимости и основные соотношения для количественных характеристик надежности при различных законах распределения времени до отказа
	уметь использовать законы распределения для решения задач
	владеть навыками расчета количественных характеристик надежности проектируемых теплотехнологических аппаратов и установок
ПК-4	знать основные виды анализа надежности результатов испытаний теплотехнических и технологических установок
	уметь оценивать и контролировать надежность энергоустановок по результатам их испытаний
	владеть навыками применения математического анализа надежности теплотехнологических аппаратов и установок

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность энергоустановок» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	108	108
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	22	22
В том числе:		
Лекции	10	10
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Самостоятельная работа	185	185
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	0	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные положения теории надежности технических систем	Основные термины и определения теории надежности. Информационная модель работы технической системы. Отказы технических систем. Потенциальные свойства технической системы	6	0	18	24
2	Показатели надежности	Свойства и показатели надежности. Определе-	6	8	18	32

	технических систем	ние надежности элемента, работающего до первого отказа. Основные законы распределения наработки до отказа элементов технической системы. Надежность восстанавливаемых элементов технической системы				
3	Надежность технической системы и ее элементов	Надежность технической системы. Общие вопросы обеспечения надежности технических систем при проектировании, изготовлении и эксплуатации. Распределение наработки до отказа, времени восстановления и комплексных показателей надежности технической системы между ее элементами. Основные понятия и определения усталостной прочности и долговечности	6	8	18	32
4	Прогнозирование показателей надежности элементов технической системы по критерию долговечности	Прогнозирование ресурса элементов технической системы по критерию долговечности. Определение критерия. Понятие коэффициента вынужденного простоя	6	6	18	32
5	Прогнозирование показателей надежности элементов технической системы по критерию износа	Основные понятия и определения по изнашиванию элементов технической системы. Динамика износа элементов технической системы. Расчет характеристик надежности технических систем для различных структурных схем сил	6	8	18	32
6	Испытания технических систем и их элементов на надежность	Виды испытаний технических систем и их элементов. Организация испытаний технических систем и их элементов на надежность. Планы испытаний технических систем и их элементов на надежность. Расчет коэффициентов готовности и технического использования технических систем.	6	6	18	30
Итого			36	36	108	180

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные положения теории надежности технических систем	Основные термины и определения теории надежности. Информационная модель работы технической системы. Отказы технических систем. Потенциальные свойства технической системы	1	0	30	31
2	Показатели надежности технических систем	Свойства и показатели надежности. Определение надежности элемента, работающего до первого отказа. Основные законы распределения наработки до отказа элементов технической системы. Надежность восстанавливаемых элементов технической системы	2	2	30	34
3	Надежность технической системы и ее элементов	Надежность технической системы. Общие вопросы обеспечения надежности технических систем при проектировании, изготовлении и эксплуатации. Распределение наработки до отказа, времени восстановления и комплексных показателей надежности технической системы между ее элементами. Основные понятия и определения усталостной прочности и долговечности	2	4	30	36
4	Прогнозирование показателей надежности элементов технической системы по критерию долговечности	Прогнозирование ресурса элементов технической системы по критерию долговечности. Определение критерия. Понятие коэффициента вынужденного простоя	2	2	32	36
5	Прогнозирование показателей надежности элементов	Основные понятия и определения по изнашиванию элементов технической системы. Дина-	2	2	32	36

	тов технической системы по критерию износа	мика износа элементов технической системы. Расчет характеристик надежности технических систем для различных структурных схем сил				
6	Испытания технических систем и их элементов на надежность	Виды испытаний технических систем и их элементов. Организация испытаний технических систем и их элементов на надежность. Планы испытаний технических систем и их элементов на надежность. Расчет коэффициентов готовности и технического использования технических систем.	1	2	31	34
Итого			10	12	185	207

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения, и в 10 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Анализ надежности теплоэнергетического оборудования»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- оценка критериев надежности невосстанавливаемых изделий;
- оценка критериев надежности невосстанавливаемых изделий;
- прикидочный расчет надежности;
- ориентировочный расчет надежности;
- расчет надежности с учетом режимов работы элементов
- разработка конструкторской документации на теплоэнергетическое оборудование.

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать типичные зависимости и основные соотношения для количественных характеристик надежности при различных законах распределения времени до отказа	активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	уметь использовать законы распределения для решения задач	решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками расчета количественных характеристик надежности проектируемых теплотехнологических аппаратов и установок	решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать основные виды анализа надежности результатов испытаний теплотехнических и технологических установок	активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь оценивать и контролировать надежность энергоустановок по результатам их испытаний	активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками применения математического анализа надежности теплотехнологических аппаратов и установок	активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать типичные зависимости и основные соотношения для количественных характеристик надежности при различных законах распределения времени до отказа	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать законы распределения для решения задач	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками расчета количественных характеристик надежности проектируемых теплотехнологических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные от-	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	аппаратов и установок		веты	ответ во всех задачах		
ПК-4	знать основные виды анализа надежности результатов испытаний теплотехнических и технологических установок	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь оценивать и контролировать надежность энергоустановок по результатам их испытаний	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками применения математического анализа надежности теплотехнологических аппаратов и установок	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1 Что является работоспособностью объекта:

- а) состояние объекта, при котором он способен выполнять все заданные функции в полном объеме;
- б) состояние объекта, при котором он способен выполнять часть функций в частичном объеме;
- в) состояние объекта, при котором он способен выполнять все или часть возложенных на него функций в полном или частичном объеме

2 Что является основными задачами надежности?

- а) статистическая оценка и анализ надежности;
- б) прогнозирование надежности;
- в) синтез надежности на этапе проектирования;
- г) оптимизация показателей надежности;
- д) испытание объектов на надежность.

3 Что является отказом?

- а) событие, заключающееся в нарушении работоспособности;
- б) переход объекта с одного уровня работоспособности на другой;
- в) переход объекта в неработоспособное состояние.

4 К нерабочему состоянию не относится

- а) нормальный режим
- б) ремонтный режим
- в) аварийный режим
- г) послеаварийный режим
- д) авария

5 Что такое устойчивоспособность объекта?

- а) способность системы становиться устойчивой;
- б) способность системы сохранять устойчивость в течении заданного времени;
- в) свойство системы сохранять устойчивость в течении заданного режима.

6 Что называется сохраняемостью объекта?

- а) свойство объекта при его хранении;
- б) свойство объекта сохранять показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течении и после хранения;
- в) свойство объекта сохранять показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности во время и после транспортировки.

7 Что называется живучестью системы?

- а) свойство противостоять возмущениям режима;
- б) свойство заключающееся в локальности отказа;
- в) способность сохранять работу при предельных режимах.

8 Дайте определение ремонтпригодности объекта

- а) свойство объекта, заключающееся в возможности ремонтироваться;
- б) свойство объекта, заключающееся в приспособлении к обнаружению причин возникновения отказов;
- в) свойство объекта, заключающееся в возможности предупреждения отказов и их устранения путем проведения ремонтов.

9 Укажите что является вероятностью безотказной работы?

- а) функция надежности;
- б) функция ненадежности;
- в) вероятность того, что в пределах заданной наработки при заданных условиях отказа не произойдет;
- г) противоположный показатель вероятности отказа.

10 Вероятность отказа – это?

- а) функция надежности;
- б) функция ненадежности;
- в) вероятность того, что в пределах заданной наработки при заданных условиях произойдет отказ;
- г) противоположный показатель вероятности безотказной работы.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1 На испытание поставлено N_0 изделий. За время t вышло из строя $n(t)$ изделий, а за интервал времени $t + \Delta t$ вышло из строя еще $n(\Delta t)$ изделий. Необходимо вычислить вероятность безотказной работы $P(t)$ и $P(t + \Delta t)$.

2 На испытание поставлено N_0 изделий. За время t вышло из строя $n(t)$ изделий, а за интервал времени $t + \Delta t$ вышло из строя еще $n(\Delta t)$ изделий. Определить частоту отказов $a(t)$ и интенсивность отказов λ в промежутке времени от t до $t + \Delta t$.

3 Имеются статистические данные об отказах трех групп одинаковых изделий, приведенные в таблице. В каждой группе было по 100 изделий и их испытания проводились по 1 группе 550 ч, по 2 группе 400 ч и по 3 группе 200 ч. Необходимо вычислить количественные характеристики $P(t)$, $a(t)$, $\lambda(t)$ и построить графики этих функций.

$n(\Delta t_i)$, ч	1 группа $n(\Delta t_i)$	2 группа $n(\Delta t_i)$	3 группа $n(\Delta t_i)$	$\sum n(\Delta t_i)$
0-25	4	6	5	15
25-50	8	9	8	25
50-75	6	5	7	18
75-100	3	4	5	12
100-150	5	5	6	16
150-200	4	3	3	10
200-250	1	3	-	4
250-300	2	2	-	4
300-400	3	4	-	7
400-550	5	-	-	5

4 Интенсивность отказов изделия $\lambda(t) = 0,82 \cdot 10^{-3} 1/\text{ч} = \text{const}$. Необходимо найти вероятность безотказной работы $P(t)$ в течении 6 ч, частоту отказов $a(t)$ при $t = 100$ ч и среднюю наработку до первого отказа T_{cp} .

5 Время работы изделия подчинено усеченному нормальному закону с параметрами $T_1 = 800$ ч, $\sigma_1 = 1000$ ч. Требуется найти вероятность безотказной работы изделия $P(t)$ в течении 8000 ч.

6 Время работы изделия подчинено усеченному нормальному закону с параметрами $T_1 = 800$ ч, $\sigma_1 = 1000$ ч. Требуется найти вероятность безотказ-

ной работы изделия $P(t)$ в течении 10000 ч.

7 Время работы изделия подчинено усеченному нормальному закону с параметрами $T_1 = 800$ ч, $\sigma_1 = 1000$ ч. Требуется найти среднюю наработку до первого отказа.

8 Вероятность безотказной работы изделия в течении $t = 1000$ ч $P(1000) = 0,95$. Время исправной работы подчинено закону Релея. Требуется определить количественные характеристики надежности $a(t)$, $\lambda(t)$, T_{cp} .

9 Средняя наработка изделия до первого отказа равна $T_{cp} = 1260$ ч. Время исправной работы подчинено закону Релея. Необходимо найти его количественные характеристики надежности для $t = 1000$ ч.

10 результате анализа данных об отказе изделия установлено, что вероятность безотказной работы выражается формулой $P(t) = 3e^{-\lambda t} - 3e^{-2\lambda t} + 3e^{-3\lambda t}$. Требуется определить количественные характеристики надежности $a(t)$, $\lambda(t)$, $\omega(t)$, T_{cp} .

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1 На испытании находилось $N_0 = 1000$ однотипных задвижек. Число отказавших задвижек учитывалось через каждые 1000 ч работы ($\Delta t = 1000$ ч). Данные об отказах задвижек приведены в таблице. Требуется определить вероятность безотказной работы $P(t)$, частоту отказов $a(t)$ и интенсивность отказов $\lambda(t)$, построить графики этих функций. Необходимо также найти среднюю наработку до первого отказа T_{cp} .

Δt_i , ч	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , ч	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , ч	$n(\Delta t_i)$
0-1000	20	9000-10000	30	18000-19000	50
1000-2000	25	10000-11000	40	19000-20000	35
2000-3000	35	11000-12000	40	20000-21000	35
3000-4000	50	12000-13000	50	21000-22000	50
4000-5000	30	13000-14000	40	22000-23000	35
5000-6000	50	14000-15000	50	23000-24000	25
6000-7000	40	15000-16000	40	24000-25000	30
7000-8000	40	16000-17000	50	25000-26000	20
8000-9000	50	17000-18000	40	-	-

2 В результате наблюдения за 45 образцами насосов получены данные до первого отказа всех 45 образцов, сведенных в таблице. Требуется опреде-

лить вероятность безотказной работы $P(t)$, частоту отказов $a(t)$ и интенсивность отказов $\lambda(t)$, построить графики этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа T_{cp} .

Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$
0-5	1	30-35	4	60-65	3
5-10	5	35-40	3	65-70	3
10-15	8	40-45	0	70-75	3
15-20	2	45-50	1	75-80	1
20-25	5	50-55	0	-	-
25-30	6	55-60	0	-	-

3 В результате наблюдения за 45 образцами сальниковых компенсаторов, которые прошли предварительную 800-часовую приработку, получены данные до первого отказа всех 45 образцов, которые сведены в таблице. Необходимо найти вероятность безотказной работы $P(t)$, частоту отказов $a(t)$ и интенсивность отказов $\lambda(t)$, построить график этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа T_{cp} .

Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$
0-10	19	30-40	3	60-70	1
10-20	13	40-50	0	-	-
20-30	8	50-60	1	-	-

4 Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров поршневых компрессоров в течение 120 ч $P(120)=0,9$. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов $\lambda(t)$ и частоту отказов линии $a(t)$ для момента времени 120 ч.

5 Средняя наработка до первого отказа автоматической системы управления $T_{cp} = 6400$ ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы $P(t)$ в течение времени $t=1200$ ч, частоту отказов $a(t)$ для момента времени 1200 ч и интенсивность отказов $\lambda(t)$.

6 Время безотказной работы сетевого насоса подчинено закону Релея с параметром $\sigma=1860$ ч. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы $P(t)$ в течение времени $t=1000$ ч, частоту отказа $a(1000)$, интенсивность отказов $\lambda(1000)$ и среднюю наработку до первого отказа T_{cp} .

7 Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами $k=2,6$, $\lambda_0=1,65 \cdot 10^{-7}$ 1/ч. Необходимо найти

вероятность безотказной работы шарикоподшипников $P(t)$ в течение 150 ч.

8 Вероятность безотказной работы изделия $P(t)$ в течение $t=150$ ч равна 0,9. Время исправной работы подчинено закону Вейбулла с параметром $k=2,6$. Необходимо определить интенсивность отказов изделия $\lambda(t)$ для $t=150$ ч и среднюю наработку до первого отказа T_{cp} .

9 Известно, что параметр потока отказов оборудования выражается формулой $\omega(t) = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - e^{-0,6 \cdot 10^{-3} t})$. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа оборудования T_{cp} .

10 Преобразование Лапласа параметра потока отказов аппаратуры при раздельном резервировании с кратностью $m=1$ выражается зависимостью $\omega(s) = 2\lambda^2 / (s(s + 3\lambda))$. Требуется вычислить среднюю наработку до первого отказа, если интенсивность отказов $\lambda = 1,5 \cdot 10^{-3}$ 1/ч.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

- 1 Критерии надежности.
- 2 Количественные характеристики надежности невосстанавливаемых изделий.
- 3 Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий.
- 4 Критерии надежности восстанавливаемых изделий.
- 5 Прикидочный расчет надежности. Допущения. Случаи применения.
- 6 Ориентировочный расчет надежности. Допущения. Случаи применения.
- 7 Расчет надежности с учетом режимов работы элементов (окончательный расчет).
- 8 Порядок расчета надежности изделия. Понятие отказа. Схема расчета. Метод расчета. Расчет интенсивности отказов изделия. Количественные характеристики.
- 9 Основные понятия теории надежности.
- 10 Надежность аппаратурная, программная, функциональная.
- 11 Понятие математической, физической и статистической теории надежности.
- 12 Требования к разработкам и исследованиям в области надежности.
- 13 Понятие надежности, безотказности, ремонтпригодности, долговечности, сохраняемости, живучести, отказа.
- 14 Виды отказов.

- 15 Направления совершенствования показателей надежности.
- 16 Основные факторы, влияющие на надежность теплоэнергетических систем.
- 17 Климатические факторы, влиявшие на надежность теплоэнергетических систем.
- 18 Роль и значение программного обеспечения в формировании показателей надежности теплоэнергетического оборудования и систем.
- 19 Основные средства обеспечения надежности ТС на этапе проектирования и эксплуатации.
- 20 Законы распределения, наиболее распространенные в теории надежности, их особенности.
- 21 Свойства и условия возникновения экспоненциального и морального законов распределения.
- 22 Преимущества и недостатки расчетных методов исследования надежности и области их применения.
- 23 Связь между теорией расчетов надежности и математической логики, теории вероятностей и структурным анализом.
- 24 Виды испытаний на надежность и их краткая характеристика. Принципиальные особенности.
- 25 Преимущества и недостатки моделирования как метода исследования надежности.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 1 баллом, задача оценивается в 3 балла (3 балла верное решение и 1 балл за каждый верный ответ). Максимальное количество набранных баллов 5.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент не решил задачу.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент решил задачу и не ответил на вопросы.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент решил задачу и ответил на один вопрос.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент решил задачу и ответил на два вопроса.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные положения теории надежности технических систем	ОПК-2	Тест
2	Показатели надежности технических систем	ОПК-2	Тест, решение задач, курсовой проект

3	Надежность технической системы и ее элементов	ОПК-2	Тест, решение задач, курсовой проект
4	Прогнозирование показателей надежности элементов технической системы по критерию долговечности	ОПК-2, ПК-4	Тест, решение задач, курсовой проект, экзамен
5	Прогнозирование показателей надежности элементов технической системы по критерию износа	ОПК-2, ПК-4	Тест, решение задач, курсовой проект, экзамен
6	Испытания технических систем и их элементов на надежность	ОПК-2, ПК-4	Тест, решение задач, курсовой проект, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1 Острейковский В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высш.шк. 2008. - 463 с.

2 Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: Учеб. для вузов / В.А. Зорин. – М.: ООО «Магистр – Пресс», 2005. - 535 с.

3 Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности: Учеб.для вузов /Т.А. Голинкевич. – М.: Высш.шк., 1985. - 168 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- LibreOffice

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

Сайт теплотехника

Адрес ресурса: <http://teplokot.ru/>

Министерство энергетики

Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>

Чертежи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой (ауд. 306/3).
2. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения практических занятий (ауд. 304/3).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Надежность энергоустановок» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета критериев надежности теплоэнергетического и теплотехнического оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2017	
2	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2018	
3.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
4.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	