



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

17.01.2023 г. протокол № 5

Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храпшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС

 С.В. Осколков

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",

канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория надежности теплоэнергетических систем входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики

Физика

Химия

Теплотехнический эксперимент

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теплоэнергетические системы промышленных предприятий

Проектная деятельность

Технологическое предпринимательство

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная-преддипломная практика

Энергосбережение и вторичные энергоресурсы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория надежности теплоэнергетических систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы тепломеханического оборудования
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 34,95 акад. часов;
- аудиторная – 34 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов;
- самостоятельная работа – 37,05 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1 Раздел. Общие понятия теории надежности								
1.1 Особенности работы теплоэнергетических систем промышленных предприятий. Обусловленность необходимости повышения надежности теплоэнергетического оборудования. Ущерб от недоотпуска и перерывов энергоснабжения потребителей. Ущерб от снижения качества тепловой и электрической энергии	6	2		2	4	Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.	Наличие конспектов лекции, решение практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.2 Общие и специальные критерии надежности систем теплоэнергоснабжения. Система. Элемент системы. Объект. Качество. Надежность. Живучесть. Безопасность. Устойчивость системы. Отказ. Авария. Безотказность. Нарботка на отказ. Экстремальное событие. Восстанавливаемость объекта. Ремонтпригодность. Ресурс. Долговечность.		2		2	4	Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.	Наличие конспектов лекции, решение практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4		4	8			
2. 2 Раздел. Качественный и количественный анализ надежности								

<p>2.1 Количественные и качественные показатели надежности. Коэффициенты: готовности, технического использования, обеспечения максимально возможного отпуска энергии. Методы определения показателей надежности. Элементы теории вероятностей в анализе надежности объектов и систем теплоэнергетики. Случайная величина. Вероятность события. Полная вероятность события. Формула Байеса. Законы распределения случайных величин. Расчет вероятности состояния восстанавливаемого объекта.</p>	6	2		2	4	<p>Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.</p>	<p>Наличие конспектов лекции, решение практических задач.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>	
<p>2.2 Основные методы повышения надежности объектов теплоэнергетики. Создание про-межуточных (буферных) запасов рабочих тел, топлива; физическое и функциональное резервирование оборудования; дробление мощностей. Выбор резервов на ТЭС и в котельных. Выбор резервов в трубопроводных системах. Прогнозирование и выбор показателей надежности. Обеспечение надежности на стадии проектирования оборудования. Обеспечение надежности на стадиях изготовления и монтажа оборудования.</p>	6	2		2	4	<p>Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.</p>	<p>Наличие конспектов лекции, решение практических задач.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>	
<p>Итого по разделу</p>		4		4	8				
<p>3. 3 Раздел. Классификация и структурные схемы надежности, функции и режимы работы систем</p>									
<p>3.1 Анализ и расчет надежности принципиальных тепловых схем объектов теплоэнергетики и систем. Принципиальные и функционально-структурные схемы ОТЭ. Общие принципы анализа и расчета надежности схем. Аналитические расчеты.</p>	6	2		2	5,05	<p>Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.</p>	<p>Наличие конспектов лекции, решение практических задач.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>	

3.2 Отказы и повреждения в работе оборудования тепловых электростанций, котельных и тепловых сетей. Связь надежности и безопасности систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Причины отказов и их классификация. Обоснование критериев отказов.	2		2	4	Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.	Наличие конспектов лекции, решение практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.3 Отказы в работе котлов. Отказы в работе турбин. Отказы в работе вспомогательного оборудования, систем автоматики и регулирования. Системы и ОТЭ, для которых требуется расчетное обоснование надежности. Аварийность объектов теплоэнергетики (ОТЭ) и нарушения требований безопасности. Каскадное развитие аварий в системах и на ОТЭ. Показатели и критерии безопасности ОТЭ.	2		2	4	Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.	Наличие конспектов лекции, решение практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.4 Разработка структурно-логической модели отказов системы, анализ отказов, являющихся первичным событием аварий. Построение и анализ дерева отказов. Метод статистических испытаний.	2		2	6	Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.	Наличие конспектов лекции, решение практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.5 Расчет точности и интервальных значений показателей надежности, анализ чувствительности. Показатели точности и интервальных значений надежности. Понятие чувствительности системы. Влияние свойств надежности на параметры и характеристики проектируемого оборудования.	1		1	2	Самостоятельная проработка материала, решение практических задач. Приложение 1.	Наличие конспектов лекции, решение практических задач.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу	9		9	21,05			
Итого за семестр	17		17	37,05		зачёт	
Итого по дисциплине	17		17	37,05		зачет	

5 Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Теория надежности теплоэнергетических систем» применяются следующие образовательные технологии:

1. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении отдельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций и расчетно-графической работы.

2. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на практических и лабораторных занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

3. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

4. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

Формы, методы и средства организации и проведения образовательного процесса

а) формы, направленные на теоретическую подготовку:

Лекция. Используются типы лекций: вводная, мотивационная (возбуждающая интерес к осваиваемой дисциплине), подготовительная (готовящая студентов к более сложному материалу), интегрирующая (дающая общий теоретический анализ предшествующего материала), установочная (направляющая студентов к источникам информации для дальнейшей самостоятельной работы). Часть занятий лекционного типа проводятся в виде презентации.

Содержание и структура лекционного материала должны быть направлены на формирование у студентов соответствующих компетенций и соотноситься с выбранными преподавателем методами контроля и оценкой их усвоения.

Самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа. Самостоятельная работа выполняется студентом в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и лабораториях, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Организация самостоятельной работы студента предусматривает контролируемый доступ к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсу Интернет.

Самостоятельная работа студентов подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное программное обеспечение.

Консультация. Предусматривается получение студентами профессиональных консультаций и помощи со стороны преподавателя.

б) формы, направленные на практическую подготовку:

Практическое занятие. Эта форма обучения направлена на практическое освоение и закрепление теоретического материала, изложенного на лекциях.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие / Л. Н. Александровская, И. З. Аронов, В. И. Круглов [и др.] - Москва : Логос, 2020. - 376 с: ил. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1211589> – Режим

доступа: по подписке.

2. Зубарев, Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем : учебник / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-5183-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134345> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Остяков, Ю. А. Проектирование механизмов и машин: эффективность, надежность и техногенная безопасность : учебное пособие / Ю.А. Остяков, И.В. Шевченко. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 260 с. — (Высшее образование: Бакалавриат (МАТИ — МАИ). - ISBN 978-5-16-011108-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845219>

2. Колобов, А. Б. Прочностная надежность и долговечность деталей машин и конструкций : учебное пособие / А. Б. Колобов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 192 с. - ISBN 978-5-9729-0388-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168535>

3. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493101>

в) Методические указания:

1. Остяков, Ю. А. Проектирование механизмов и машин: эффективность, надежность и техногенная безопасность : учебное пособие / Ю.А. Остяков, И.В. Шевченко. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 260 с. — (Высшее образование: Бакалавриат (МАТИ — МАИ). - ISBN 978-5-16-011108-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845219>

2. Колобов, А. Б. Прочностная надежность и долговечность деталей машин и конструкций : учебное пособие / А. Б. Колобов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 192 с. - ISBN 978-5-9729-0388-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168535>

3. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493101>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
база данных патентного поиска - база данных Orbit Premium edition	https://www.orbit.com/
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

-мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

-доска, мел.

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся:

-персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

-стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

1 Перечень тем самостоятельной работы

Тема 1.1

1. Чем обусловлена необходимость повышения надежности теплоэнергетического оборудования?
2. Как оценить ущерб от недоотпуска и перерывов энергоснабжения потребителей и от снижения качества тепловой и электрической энергии?
3. Надежность систем газо- и воздухообеспечения промышленных предприятий.

Тема 1.2.

1. Назовите основные методы повышения надежности объектов теплоэнергетики (ОТЭ).
2. Как осуществляется физическое и функциональное резервирование оборудования и дробление мощностей?

Тема 2.1.

1. Охарактеризуйте общие и специальные критерии надежности систем теплоэнергоснабжения.
2. Что такое живучесть, безопасность и устойчивость системы?

Тема 2.2.

1. Какие элементы теории вероятностей используются в анализе надежности объектов и систем теплоэнергетики?
2. Перечислите основные отказы и повреждения в работе оборудования тепловых электростанций, котельных и тепловых сетей.

Тема 3.1.

1. Приведите причины отказов котлов и турбин и их классификацию.
2. Как производится анализ отказов элементов с целью определения возможных последствий, а также построение и анализ дерева отказов.

Тема 3.2.

1. Как производится выбор резервов на ТЭС, в котельных и в трубопроводных системах?
2. Каковы функции технического обслуживания и ремонта оборудования?

Тема 3.3.

1. Чем отличаются модернизация и реконструкция оборудования и систем, а также техническое перевооружение?
2. Как оценивается долговечность оборудования работающего в условиях малоциклового усталости?

Тема 3.4.

1. Назовите меры по повышению надежности маневренного оборудования.
2. Конструктивные особенности и надежность теплообменных аппаратов.

Тема 3.5.

1. Основные способы повышения надежности систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий.
2. Надежность водоподготовительных установок промышленных ТЭС и котельных.
3. Надежность систем теплоснабжения.
4. Гидравлическая устойчивость и гидравлический удар в водяных тепловых сетях.
5. Защита паровых турбин от превышения числа оборотов и осевого сдвига.

2. Перечень примерных задач на практические занятия

Пример 1. На испытание поставлено 280 одинаковых агрегатов. За время 100 ч отказало 10 агрегатов. Найти вероятность безотказной работы и отказа агрегатов в течение 100 ч.

Пример 2. На испытание поставлено 250 одинаковых агрегатов. За время 100 ч отказало 10 агрегатов, а за интервал 200—300 ч еще 9 агрегатов. Определить частоту и интенсивность отказов в промежутке времени 200—300 ч.

Пример 3. В течение некоторого времени производилось наблюдение за работой одного насоса. За период наблюдения произошло 7 отказов. До начала наблюдения насос проработал 200 ч. К концу испытаний наработка составила 250 ч. Определить среднюю наработку на отказ.

Пример 4. Система состоит из пяти агрегатов, причем отказ любого из них ведет к отказу системы. Известно, что первый агрегат отказал 10 раз в течение 280 ч, второй агрегат — 9 раз в течение 310 ч, а остальные — 2, 3 и 5 раз соответственно в течение 100 ч работы. Определить наработку на отказ системы, если справедлив экспоненциальный закон распределения наработки на отказ для каждого агрегата.

Пример 5. Ресурс двигателя распределен по экспоненциальному закону с параметром $X = 5 \cdot 10^{-6} \text{ км}^{-1}$. Определить:

- 1) средний ресурс двигателя;
- 2) 90%-ный ресурс;
- 3) вероятность того, что ресурс окажется не больше среднего ресурса;
- 4) количество двигателей из общей партии 202 двигателя, которые будут отправлены на капитальный ремонт при пробеге до 100 тыс. км.

Пример 6. Изделие, состоящее из k узлов, работало в течение времени t . За это время первый узел отказал с вероятностью q_1 , второй — с вероятностью q_2 и т.д. Ремонтник обнаруживает и восстанавливает каждый узел с вероятностью p , а с вероятностью $q - p$ объявляет узел исправным.

- Определить вероятность того, что после ремонта хотя бы один узел изделия будет неисправным.

- Решение:

- Вероятность отказа i -го узла быть не обнаруженным равна — $q_i q$.

Пример 7. В условиях примера 6 в момент времени t с вероятностью Q не оказалось свободного ремонтника, и изделие запускается в эксплуатацию без осмотра. Определить вероятность того, что после пуска хотя бы один узел изделия будет неисправным.

Пример 8. Изделие состоит из двух дублирующих друг друга узлов 1 и 2. Изделие может случайным образом работать в одном из двух режимов: благоприятном и неблагоприятном. В благоприятном режиме надежность каждого из узлов равна P_i , а в

неблагоприятном — P_m . Вероятность благоприятного режима работы изделия равна p_1 а неблагоприятного p_2 . Найти полную (среднюю) надежность изделия P .

Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
ПК-1 – Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС		
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы тепломеханического оборудования	<i>Перечень вопросов к зачету</i> 1. Чем обусловлена необходимость повышения надежности теплоэнергетического оборудования? 2. Как оценить ущерб от недоотпуска и перерывов энергоснабжения потребителей и от снижения качества тепловой и электрической энергии? 3. Назовите основные методы повышения надежности объектов теплоэнергетики (ОТЭ). 4. Как осуществляется физическое и функциональное резервирование оборудования и дробление мощностей? 5. Охарактеризуйте общие и специальные критерии надежности систем теплоэнергоснабжения. 6. Что такое живучесть, безопасность и устойчивость системы? 7. Какие элементы теории вероятностей используются в анализе надежности объектов и систем теплоэнергетики? 8. Перечислите основные отказы и повреждения в работе оборудования тепловых электростанций, котельных и тепловых сетей. 9. Приведите причины отказов котлов и турбин и их классификацию. 10. Как производится анализ отказов элементов с целью определения возможных последствий, а также построение и анализ дерева отказов. 11. Как производится выбор резервов на ТЭС, в котельных и в трубопроводных системах? 12. Каковы функции технического обслуживания и ремонта оборудования? 13. Чем отличаются модернизация и реконструкция оборудования и систем, а также техническое перевооружение? 14. Как оценивается долговечность оборудования работающего в условиях малоциклового усталости? 15. Назовите меры по повышению надежности маневренного оборудования.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования	<p style="text-align: center;"><i>Примеры практических задач</i></p> <p><i>Пример 1.</i> На испытание поставлено 280 одинаковых агрегатов. За время 100 ч отказало 10 агрегатов. Найти вероятность безотказной работы и отказа агрегатов в течение 100 ч.</p> <p><i>Пример 2.</i> На испытание поставлено 250 одинаковых агрегатов. За время 100 ч отказало 10 агрегатов, а за интервал 200—300 ч еще 9 агрегатов. Определить частоту и интенсивность отказов в промежутке времени 200—300 ч.</p> <p><i>Пример 3.</i> В течение некоторого времени производилось наблюдение за работой одного насоса. За период наблюдения произошло 7 отказов. До начала наблюдения насос проработал 200 ч. К концу испытаний наработка составила 250 ч. Определить среднюю наработку на отказ.</p> <p><i>Пример 4.</i> Система состоит из пяти агрегатов, причем отказ любого из них ведет к отказу системы. Известно, что первый агрегат отказал 10 раз в течение 280 ч., второй агрегат — 9 раз в течение 310 ч., а остальные — 2, 3 и 5 раз соответственно в течение 100 ч. работы. Определить наработку на отказ системы, если справедлив экспоненциальный закон распределения наработки на отказ для каждого агрегата.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания(зачет)

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует от высокого до порогового уровня сформированности компетенций:
- всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**незачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач; обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.