

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.09.2023 11:55:29
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9abb82479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Химических технологий и промышленной экологии
Кафедра Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы надежности трубопроводных систем

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Информационные системы и технологии в топливно-энергетическом комплексе
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы надежности трубопроводных систем» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 8 от 10.03.2023 г.

Разработчик рабочей программы учебной дисциплины:

Доцент _____ М.В. Токарев

Старший преподаватель _____ О.Д. Юдина

Заведующий кафедрой _____ О.И. Седяров

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Основы надежности трубопроводных систем» изучается в восьмом семестре.

1.1. Форма промежуточной аттестации: экзамен

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП.

Учебная дисциплина «Основы надежности трубопроводных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Основой для освоения дисциплины «Основы надежности трубопроводных систем» являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:

- Безопасность жизнедеятельности;
- Теория вероятности и статистика в экологии и теплоэнергетике;
- Источники и системы теплоснабжения предприятий.

Результаты обучения по учебной дисциплине «Основы надежности трубопроводных систем», в дальнейшем будут использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целью изучения дисциплины «Основы надежности трубопроводных систем», является:

- подготовка обучающихся по организации и методам расчёта показателей надёжности трубопроводных систем при проектировании и в процессе их эксплуатации;
- формирование у студентов навыков научно-теоретического подхода к решению задач профессиональной направленности и практического их использования в дальнейшей профессиональной деятельности;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине «Основы надежности трубопроводных систем» является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине «Основы надежности трубопроводных систем»:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Использует типовые методы расчетов при обеспечении технологических процессов объектов профессиональной деятельности	ИД- ПК-2.2 Расчет типовыми методами технологических процессов транспортировки энергии	<ul style="list-style-type: none">– Обосновывает требования к вновь создаваемым трубопроводным системам с требуемым уровнем надёжности.– Применяет логико-методологический инструментарий для оценки показателей надёжности трубопроводных систем при проектировании и в процессе эксплуатации.– Планирует объёмы, сроки и способы обработки систем для достижения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
		заданного уровня надёжности. – Самостоятельно определяет количественные показатели надежности трубопроводных систем теплоснабжения.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины «Основы надёжности трубопроводных систем» по учебному плану составляет:

по очной форме обучения	4	з.е.	144	час.
-------------------------	---	------	-----	------

3.1 Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

Структура и объем дисциплины								
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час	
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
8 семестр	Экзамен	144	26		26		65	27
Всего:		144	26		26		65	27

3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины:

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенци(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Промежуточная аттестация, час		
Восьмой семестр							
ПК-2: ИД-ПК-2.2	Раздел I. Введение.	4		6		10	
	Тема 1.1 Основные понятия и определения надежности технических систем.	2					Формы текущего контроля по разделу I: 1. устный опрос, 2. тестирование, 3. контрольная работа.
	Тема 1.2 Показатели надежности. Вероятность безотказной работы. Комплексные показатели надёжности технических систем.	2					
	Лабораторная работа № 1.1 Классификация и характеристики отказов трубопроводных систем.			2			
	Лабораторная работа № 1.2 Вычисление показателей надежности систем.			4			
	Раздел II. Законы надёжности	2		2		2	
	Тема 2.1 Законы распределения случайных величин.	2					
	Лабораторная работа № 2.1 Использование законов распределения для определения вероятности отказа систем.			2			
	Раздел III. Методы расчёта надёжности систем	6		6		8	Формы текущего контроля по разделу III: 1. устный опрос, 2. самостоятельная проверочная работа.
	Тема 3.1 Расчёт надёжности систем с последовательной и параллельной структурой.	2					
	Тема 3.2 Расчёт надёжности систем со смешанной структурой.	2					
	Тема 3.3 Резервирование.	2					
	Лабораторная работа № 3.1 Расчёт надёжности систем со смешанными структурами			4			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Промежуточная аттестация, час		
	Лабораторная работа № 3.2 Структурно - логический анализ систем			2			
ПК-2: ИД-ПК-2.2	Раздел IV. Анализ отказов объектов промышленной теплоэнергетики	4		2		2	Формы текущего контроля по разделу IV: 1. устный опрос.
	Тема 4.1 Анализ показателей надёжности систем тепловых сетей.	2					
	Тема 4.2 Методы технического диагностирования объектов теплоэнергетики. Метрологическое обеспечение систем.	2					
	Лабораторная работа № 4.1 Анализ показателей надёжности трубопроводных систем			2			
ПК-2: ИД-ПК-2.2	Раздел V. Повышение надежности систем теплоснабжения	10		10		2	Формы текущего контроля по разделу V: 1. устный опрос.
	Тема 5.1 Повышение надежности технических систем.	2					
	Тема 5.2 Планово-предупредительные ремонты трубопроводных систем теплоснабжения	2					
	Тема 5.3 Безотказная эксплуатация тепловых сетей	2					
	Тема 5.4 Обеспечение надёжного функционирования трубопроводных систем в эксплуатации	4					
	Лабораторная работа № 5.1 Составление плана- графика планово-предупредительного ремонта трубопроводной системы			4			
	Лабораторная работа № 5.2 Расчет вероятности безотказной работы участка тепловой сети относительно абонента			2			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Промежуточная аттестация, час		
	Лабораторная работа № 5.3 Оценка надежности теплоснабжения			4			
	Экзамен				27		Экзамен по билетам
	ИТОГО за восьмой семестр	26		26	27	65	
	ИТОГО за весь период	26		26	27	65	

3.3 Краткое содержание учебной дисциплины «Основы надежности трубопроводных систем»

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел I	Введение	
Тема 1.1	Основные понятия и определения надежности технических систем.	Надежность – свойство участка тепловой сети или элемента тепловой сети сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность обеспечивать передачу теплоносителя в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания. Надежность тепловой сети и системы теплоснабжения является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.
Тема 1.2	Показатели надежности. Вероятность безотказной работы. Комплексные показатели надёжности технических систем.	Отказ системы теплоснабжения – событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданиях ниже +12°C, в промышленных зданиях ниже +8 °С. Одним из основных показателей надёжности системы является вероятность безотказной работы. Безотказность – свойство тепловой сети непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки; Долговечность – свойство тепловой сети или объекта тепловой сети сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта; Ремонтпригодность – свойство элемента тепловой сети, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.
Раздел II	Законы надёжности	
Тема 2.1	Законы распределения случайных величин.	Изучение особенностей основных теоретических законов распределения может способствовать выявлению закономерностей изменения показателей надёжности реальных объектов. Экспоненциальный закон распределения, часто используют для прогнозирования надёжности в период нормальной эксплуатации системы, когда постепенные отказы ещё не проявились и надёжность характеризуется внезапными отказами. Двухпараметрическое распределение Вейбулла обладает исключительной гибкостью при аппроксимации эмпирических распределений и поэтому широко применяется в практических приложениях теории надёжности.
Раздел III	Методы расчёта надёжности систем	
Тема 3.1	Расчёт надёжности систем с последовательной и параллельной структурой.	Исследование надёжности сложных технических систем обычно начинают со структурного анализа. Под структурным анализом понимают выделение в рассматриваемой системе функционально самостоятельных элементов, для которых могут быть получены оценки надёжности, установление связей

		между этими блоками в зависимости от режима работы системы. Последовательным соединением называют совокупность элементов, для которой необходимым и достаточным условием нарушения работоспособности является отказ хотя бы одного (любого) элемента, входящего в данную совокупность. Определяется вероятность отказа системы при последовательном соединении элементов.
Тема 3.2	Расчёт надёжности систем со смешанной структурой.	Параллельным соединением называется совокупность элементов, работоспособность которой нарушается только при условии отказа всех элементов, входящих в эту совокупность. Смешанной структурой является комбинированные системы соединений элементов (параллельно- последовательные, мостиковые, «n из m» и т.п.). Расчёт надёжности заключается в определении вероятности отказа системы.
Тема 3.3	Резервирование.	Расчет количественных характеристик надежности систем с резервированием отдельных элементов или групп элементов во многом определяется видом резервирования. Рассматриваются схемы расчетов для самых распространенных случаев простого резервирования, к которым путем преобразований может быть приведена и структура смешенного резервирования.
Раздел IV	Анализ отказов объектов промышленной теплоэнергетики	
Тема 4.1	Анализ показателей надёжности систем тепловых сетей.	Надежность тепловых сетей - это свойство транспортной системы обеспечивать в течение заданного времени подачу потребителю требуемого количества теплоносителя с определенными температурой и давлением. Наиболее частой причиной отказа тепловых сетей является наружная коррозия.
Тема 4.2	Методы технического диагностирования объектов теплоэнергетики. Метрологическое обеспечение систем.	Одним из важных методов управления техническим состоянием объектов промышленной энергетики в эксплуатации является диагностирование. Диагностированием называют процесс использования приёмов диагностики для выявления нарушений функционирования объектов и оценки их работоспособности. Главная цель диагностирования – это предотвращение тяжелых последствий возможных отказов объектов. Основные понятия и определения в области диагностирования регламентируются государственными стандартами. Одним из наиболее важных является понятие контроля. Технический контроль – это проверка соответствия продукции или процессов, от которых зависит качество продукции, установленным техническим требованиям. Особое внимание уделено эксплуатационному контролю, под которым понимают контроль, осуществляемый на стадии эксплуатации объектов.
Раздел V	Повышение надежности систем теплоснабжения	
Тема 5.1	Повышение надежности технических систем.	Для сложных технических систем возможны два пути повышения надежности: повышение надежности элементов и изменение структурной схемы. Однако, не всегда они возможны.
Тема 5.2	Планово-предупредительные ремонты трубопроводных	Ремонт тепловых сетей представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на

	систем теплоснабжения	поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств, а также на модернизацию как отдельных конструкций и элементов, так и тепловой сети в целом. Своевременно и качественно проведенный ремонт тепловых сетей повышает их долговечность, а следовательно и надежность.
Тема 5.3	Безотказная эксплуатация тепловых сетей	Система тепловых сетей, как всякая сложная техническая система, должна обладать свойствами контролируемости и управляемости. Контролепригодность системы закладывается при проектировании путём размещения на пультах управления соответствующих контрольно-измерительных приборов и применения стационарных и передвижных средств технического диагностирования. Управляемость системы тепловых сетей предусматривает возможность обеспечения бесперебойного теплоснабжения потребителей за счёт переключения отдельных участков сети при изменении внешних условий и при отказах отдельных элементов.
Тема 5.4	Обеспечение надёжного функционирования систем теплоснабжения в эксплуатации	Для проверки соответствия нормативных и действительных показателей надёжности технических объектов государственными стандартами предусмотрен контроль надёжности. Контроль выполняется при специальных испытаниях объектов или по результатам наблюдения за их эксплуатацией.

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся.

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине «Основы надежности трубопроводных систем» организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, лабораторным занятиям, экзаменам;
- изучение учебных пособий;
- подготовка к контрольной и самостоятельной проверочной работе и т.п.;
- подготовка к устному опросу в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и/или индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом.

3.5 Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

При реализации программы учебной дисциплины «Основы надежности трубопроводных систем» электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

4.РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ», КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

Уровни сформированности компетенций	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальных компетенций	общепрофессиональных компетенций	профессиональных компетенций
					ПК-2: ИД-ПК-2.2
высокий	85 – 100	отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено			<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения; - показывает творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании разделов дисциплины; - свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; - дает развернутые, исчерпывающие,

					профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.
повышенный	65 – 84	хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено			Обучающийся: - достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; - допускает единичные негрубые ошибки; - достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; - ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.
базовый	41 – 64	удовлетворительно/ зачтено (удовлетворительно)/ зачтено			Обучающийся: - демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; - с неточностями излагает разделы дисциплины; - демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине; - ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и

					практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.
низкий	0 – 40	неудовлетворительно/ не зачтено	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении; - испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; - ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. 		

5.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Основы надежности трубопроводных систем» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

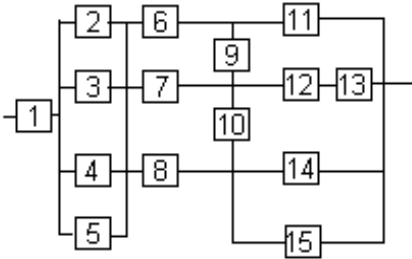
5.1 Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
1.	Устный опрос по разделу I	1. Перечислить показатели надежности. 2. Дать определение вероятности безотказной работы. 3. Перечислить показатели безотказности.4. Перечислить показатели долговечности.5. Дать определение неремонтируемого изделия. Привести пример.	ПК-2: ИД-ПК-2.2
2.	Тест по теме « Основные понятия и определения надежности технических систем».	1. Надежность тепловой сети - это: А) свойство тепловой сети сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность обеспечивать передачу теплоносителя в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания;	ПК-2: ИД-ПК-2.2

№ п/п	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>В) свойство тепловой сети выполнять заданные функции, сохраняя во времени и в заданных пределах значения установленных эксплуатационных показателей;</p> <p>С) свойство, противоположное понятию «Отказ тепловой сети»;</p> <p>Д) состояние тепловой сети, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией.</p> <p>2. Исправность – это:</p> <p>А) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо, но нецелесообразно</p> <p>В) состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции</p> <p>С) состояние объекта, при котором он может выполнять часть заданных функций</p> <p>Д) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией.</p> <p>Е) состояние объекта, при котором он отвечает требованиям части норм НТД</p> <p>3. Надежность тепловой сети включает в себя ряд простых свойств (указать неправильный ответ):</p> <p>А) срок службы;</p> <p>В) безотказность;</p> <p>С) долговечность;</p> <p>Д) ремонтпригодность.</p> <p>4. Внезапный отказ – это отказ:</p> <p>А) характеризующийся скачкообразным изменением одного или нескольких параметров объекта;</p> <p>В) обусловленный ошибкой персонала или сбоем системы управления ;</p> <p>С) обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля.</p> <p>5. Каково определение понятия «живучесть»?</p> <p>А) способность источников тепловой энергии, тепловых сетей и системы теплоснабжения в целом сохранять свою работоспособность в аварийных ситуациях, а также после длительных (более пятидесяти четырех часов) остановок;</p> <p>В) характеристика состояния системы теплоснабжения, при котором</p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>обеспечиваются качество и безопасность теплоснабжения;</p> <p>С) способность источников тепловой энергии, тепловых сетей и системы теплоснабжения в целом сохранять свою работоспособность в рабочем режиме, а также после длительных (более пятидесяти четырех часов) работы в аварийном режиме;</p>	
3.	<p>Контрольная работа по теме «Показатели надежности. Вероятность безотказной работы. Комплексные показатели надёжности технических систем».</p>	<p>Задача 1. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 часов отказало 50 изделий. За последующие 100 часов отказало 2 изделия, за последующие 100 часов еще 2, далее за 100 часов еще 2, за последующие 100 часов еще 8 изделий, за последующие 100 часов еще 18 изделий. Требуется определить: - $P(t)$ и $q(t)$ и построить зависимости вероятности отказа и безотказной работы от времени; - интенсивность отказов и построить график зависимости от времени.</p> <p>Задача 2. Интенсивность отказов изделия $\lambda = 0,82 \cdot 10^{-3} \text{ 1/час} = \text{const}$. Необходимо найти вероятность безотказной работы в течение 6 час работы $P(6)$, частоту отказов $f(100)$ при $t = 100$ час и среднюю наработку до первого отказа $T_{\text{ср}}$. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности.</p> <p>Задача 3. За наблюдаемый период эксплуатации в системе было зарегистрировано 6 отказов. Время восстановления составило: $t_1 = 15 \text{ ч.}; t_2 = 20 \text{ ч.}; t_3 = 10 \text{ ч.}; t_4 = 28 \text{ ч.}; t_5 = 22 \text{ ч.}; t_6 = 30 \text{ ч.}$ Требуется определить среднее время восстановления системы .</p> <p>Задача 4. Техническое устройство состоит из четырех элементов А, Б, В и С. Элементы А и Б дублируют друг друга. Это означает, что при отказе одного из них происходит автоматическое переключение на второй. Элементы В и С не дублированы. За время t вероятность безотказной работы каждого из элементов соответственно равна $P_a(t)=0,95; P_b(t)=0,94; P_v(t)=0,98; P_c(t)=0,90$. Найти надежность устройства за время работы t.</p> <p>Задача 5. Определить среднюю наработку на отказ T_0 турбогенератора ТЭЦ. За период наблюдений было зарегистрировано 12 отказов. До начала наблюдений турбогенератор проработал 1200 ч, к концу наблюдений наработка составила 2556 ч.</p>	ПК-2: ИД-ПК-2.2

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
4.	Устный опрос по разделу II	1. Перечислить модели распределения. 2. В каком случае применимо распределение Вейбулла? 3. В каком случае применим нормальный закон распределения? 4. В каком случае применим экспоненциальный закон распределения? 5. В каком случае применим нормальный закон распределения?	
5.	Устный опрос по разделу III	1. Дать определение сложной системе. 2. Что такое элемент сложной системы? 3. Перечислить факторы, которые отрицательно влияют на работоспособность сложной системы. 4. Привести методику анализа надёжности сложной системы. 5. Дать понятие резервированию элементов системы.	ПК-2: ИД-ПК-2.2
6.	Самостоятельная проверочная работа по теме «Расчёт надёжности систем с последовательной, параллельной и смешанной структурами»	<p>Расчетное задание содержит в качестве исходных данных структурную схему надежности технической системы и интенсивность отказов ее элементов.</p> <p>Заданная схема надежности является комбинированной, ее следует подвергнуть декомпозиции, вводя соответствующие квазиэлементы, преобразовать исходную схему к простейшему виду. Используя соответствующие формулы, для ряда значений наработки t в предположении простейшего потока отказов, необходимо вычислить значения вероятностей безотказной работы элементов, квазиэлементов и всей системы. После этого строится график зависимости $P(t)$ по результатам расчета. Предварительно следует определить элемент или квазиэлемент окончательно преобразованной схемы, повышение надежности которого даст максимальный эффект в отношении надежности всей системы. В завершении работы необходимо дать предложения по повышению надежности технической системы.</p> <p>Типовое задание:</p>	ПК-2: ИД-ПК-2.2

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		 <p data-bbox="629 544 1637 671">Значения интенсивности отказов элементов даны в 10^{-6} 1/ч. $\lambda_1 = 1$; $\lambda_2=\lambda_3=\lambda_4=\lambda_5=0,5$; $\lambda_6=\lambda_7=0,01$; $\lambda_8=\lambda_9=\lambda_{10}=\lambda_{11}=0,2$; $\lambda_{12}=\lambda_{13}=\lambda_{14}=\lambda_{15}=0,1$.</p>	
7.	Устный опрос по разделу IV	1. Что такое частичный отказ тепловой сети. 2. Приведите примеры производственных отказов. 3. Перечислите основные отказы тепловых сетей. 4. Перечислите основные отказы задвижек тепловых сетей. 5. Какие методы технического диагностирования объектов теплоэнергетики Вы знаете.	ПК-2: ИД-ПК-2.2
8.	Устный опрос по разделу V	1.Какие пути повышения надежности систем Вы знаете. 2. Дать понятие научным методам эксплуатации. 3. Расскажите о ремонтном цикле систем теплоснабжения. 4. Что такое отказ тепловой сети. 5. Как осуществляется контроль надежности сети.	ПК-2: ИД-ПК-2.2

5.2 Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		Пятибалльная система
Тест	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы.	

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		Пятибалльная система
	За правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный — ноль. Всего в тесте пять вопросов. Правила оценки теста:	
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл, 5 баллов	5
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 4 балла	4
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 3 балла	3
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 2 балла и ниже	2
Контрольная работа	За выполнение каждой задачи испытуемому выставляются баллы. Всего в контрольной работе пять задач. Обучающийся демонстрирует грамотное решение задачи, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях – оценка 1 балл. Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы - ноль. Правила оценки контрольной работы:	
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл, 5 баллов	5
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 4 балла	4
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 3 балла	3
	общая сумма баллов за все правильные ответы составляет 2 балла и ниже	2
Устный опрос	Обучающийся знает основные определения, последователен в изложении материала, демонстрирует базовые знания дисциплины, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.	зачтено
	Обучающийся не знает основных определений, непоследователен и сбивчив в изложении материала, не обладает определенной системой знаний по дисциплине, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.	не зачтено

5.3 Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:	Формируемая компетенция
Экзамен в устной форме по билетам	<p>Билет 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия и определения надежности систем теплоснабжения. 2. Дать числовой ответ коэффициент технического использования системы, если известно, что систему эксплуатируют в течение года ($T_{\text{э}} = 8760$ ч). За этот период эксплуатации системы суммарное время восстановления отказов составило $t_{\text{в}} = 40$ ч. Время проведения регламента составляет $t_{\text{о}} = 20$ ч. Суммарное время, затраченное на ремонтные работы за период эксплуатации системы составляет 15 суток. <p>Билет 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вероятность отказа. Вероятность безотказной работы системы. 2. Время безотказной работы устройства подчиняется закону Вейбулла с параметрами $\alpha = 1,5$, $\lambda_0 = 10^{-5}$ 1/час, а время его работы $t = 1000$ час. Дать числовой ответ частоте возможных отказов устройства. <p>Билет 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Показатели безотказности технических систем. Отказы тепловых сетей. 2. Система состоит из 4 однотипных участков, причем отказ одного из них ведет к отказу системы. Систему испытывали в течение 650 часов. При этом первый участок отказал 1 раз, второй – 1 раз, 3 и 4 участки ни разу. Требуется определить наработку на отказ системы в целом. <p>Билет 4.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Планово-предупредительные ремонты тепловых сетей. 2. Система состоит из 4 однотипных участков, причем отказ одного из них ведет к отказу системы. Систему испытывали в течение 650 часов. При этом первый участок отказал 1 раз, второй – 1 раз, 3 и 4 участки ни разу. Требуется определить наработку на отказ системы в целом. <p>Билет 5.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Комплексные показатели надёжности. Нормирование показателей надёжности. 2. Система состоит из трех параллельно включенных элементов. Вероятности безотказной работы элементов равны: $P_1 = 0.95$; $P_2 = 0.92$; $P_3 = 0.80$. Дать числовой ответ вероятности безотказной работы системы. 	ПК-2: ИД-ПК-2.2

5.4 Критерии, шкалы оценивания итоговой аттестации учебной дисциплины:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		Пятибалльная система
Экзамен в устной форме по билетам	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>	5
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной 	4

	<p>работы и профессиональной деятельности. В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>	
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые; – справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. <p>Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.</p>	3
	<p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.</p>	2

5.5 Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	Пятибалльная система
Текущий контроль:	
- устный опрос	зачтено/не зачтено
- тест	2 – 5
- контрольная работа	2 – 5
- самостоятельная проверочная работа	зачтено/не зачтено
Итого за дисциплину Экзамен	2 – 5

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- использование на лекционных занятиях наглядных пособий;
- самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении лабораторных работ связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<i>119071, г. Москва, ул. Донская, д.39, строение 4</i>	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор.
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки:	- компьютерная техника; - подключение к сети «Интернет».

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Поливода Ф.А.	Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности	Учебник	М.: НИЦ ИНФРА-М	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=356094	10
2	Ионин А. А.	Надежность систем тепловых сетей	Учебник	М.: Стройиздат	1989	-	5
3	Руденко Ю.Н.	Надежность систем энергетики и их оборудования	Справочник в четырех томах	М. : Недра	2000	https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21521056	-
4	Лисунов Е. А.	Практикум по надежности технических систем	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2021	https://e.lanbook.com/book/168748	-
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Мясоедова Т.Н., Плуготаренко Н.К.	Надежность технических систем и техногенный риск	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2016	https://znanium.com/catalog/document?id=330868	5
2	Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В. И.,	Безопасность и надежность технических систем	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=367343	-
3	Морозов Н. А.	Надежность технических систем	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2019	https://e.lanbook.com/book/159992	-
4	Любимова Г.А., Моторин В.А.	Надежность технических систем и техногенный риск	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=374885	5
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							
1	Токарев М.В.	Рекомендации к заполнению плана-графика планово-предупредительный ремонтов	Методические указания	Утверждено на заседании кафедры, протокол № от 2018	2018	ЭИОС	

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1 Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/

11.2 Перечень программного обеспечения:

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019

12. ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры