



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСАиИ
О.С. Логунова

01.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки (специальность)
08.03.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы
Инженерные системы гражданских и промышленных зданий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

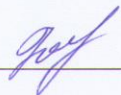
Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Управления недвижимостью и инженерных систем
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

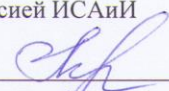
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Управления недвижимостью и инженерных систем

16.02.2021, протокол № 6

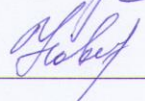
Зав. кафедрой  Ю.А. Морева

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ

01.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры УНиИС, канд. техн. наук  Ю.Н.Новоселова

Рецензент:

технический директор ООО "МЕТАМ" , канд. техн. наук  Г.А.Павлова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Управления недвижимостью и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Морева

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Управления недвижимостью и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Морева

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Управления недвижимостью и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Морева

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Управления недвижимостью и инженерных систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Морева

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Основы теории надежности инженерных систем» является изучение теоретических основ и практических навыков проектирования и подбора наиболее надежных вариантов систем ТГВ при строительстве современных зданий.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы теории надежности инженерных 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:

Вентиляция

Газоснабжение

Отопление

Инженерные системы и оборудование зданий

Механика жидкости и газа с основами гидравлики

Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и теплообмен)

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Централизованное теплоснабжение

Регулирование режимов работы систем теплогазоснабжения и вентиляции

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы теории надежности инженерных систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1 Способен осуществлять проверку технического состояния наружных газопроводов низкого давления	
ПК-1.1	Осуществляет проверку технического состояния наружных газопроводов низкого давления
ПК-2 Способен осуществлять проверку технического состояния оборудования насосной станции водопровода	
ПК-2.1	Осуществляет проверку технического состояния оборудования насосной станции водопровода
ПК-3 Способен анализировать, контролировать процесс передачи тепловой энергии, осуществлять проверку технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	
ПК-3.1	Осуществляет проверку технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей
ПК-3.2	Осуществляет анализ и контроль процесса передачи тепловой энергии

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 45,2 акад. часов;
- аудиторная – 44 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 26,8 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. Основные законы распределения случайных величин								
1.1 Введение. Методика обработки статистических наблюдений за отказами систем в зависимости от состояния системы.	8	6		6/И	1	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
1.2 Теоретические законы распределения случайных величин. Экспоненциальное распределение гамма распределение, распределение Вейбулла .		2			1	Выполнение практических работ	Фронтальный опрос Решение задач	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		8		6/И	2			
2. 2.Вероятность безотказной работы восстанавливаемых элементов								

2.1	Применение структурного резервирования систем водо-и газоснабжения. Нерезервированные системы при последовательном включении элементов. Резервирование систем при параллельном включении элементов. Общее резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью. Раздельное резервирование с постоянными резервами и целой кратностью.	8	2		4/2И	4	Выполнение практических работ	Фронтальный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
2.2	Общее резервирование с замещением целой и дробной кратностью при постоянном включении резерва, резервирование отдельных элементов, каждого в отдельности и системы в целом при постоянном включении резерва и при замещении		2		2/1И	2	Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу			4		6/3И	6			
3. 3. Оценка вероятности безотказной работы последовательно и параллельно включенных элементов									
3.1	Выбор оптимального варианта теплоснабжения или газоснабжения с учетом надежности системы. Вероятность безотказной подачи воды при кольцевой и тупиковой схемах	8	4		4/1И	1	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
3.2	Зависимость подачи теплоносителя в сетях с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности		3		4/2И	2	Выполнение практических работ	Фронтальный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу			7		8/3И	3			
4. 4. Потоки отказов									

4.1 Простейший поток отказов	8	1		2/1,8И	6,8	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Коллоквиум	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
4.2 Оценка надежности простейших систем теплоснабжения, газоснабжения из восстанавливаемых элементов, вероятности их безотказной работы					6	Решение задач	Фронтальный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
4.3 Методы повышения надежности сложных систем. Пути снижения параметров потока		2			3	Выполнение расчета по индивидуальном у заданию.	Проверка работы. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		3		2/1,8И	15,8			
Итого за семестр		22		22/8,8И	26,8		зачёт	
Итого по дисциплине		22		22/8,8И	26,8		зачет	

5 Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении студентов дисциплине следует осуществлять следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии. Учебные занятия с использованием традиционных технологий проводятся в формах:

- информационной лекции;
- практического занятия, посвященного освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму;

2. Технологии проблемного обучения. С использованием этой технологии проводятся практические занятия в форме практикума;

3. Технологии проектного обучения. Выполнение контрольной работы направлено на установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, презентацию результатов работы;

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии. Формы учебных занятий, проводимых с использованием информационно-коммуникационных технологий:

- лекция-визуализация;
- практическое занятие в форме презентации.

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. Новоселова, Ю. Н. Надежность гидротранспортных систем : учебное пособие / Ю. Н. Новоселова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2987.pdf&show=dcatalogues/1/1134896/2987.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

б) Дополнительная литература:

1. Вахрушева, И. А. Теория вероятностей : учебное пособие / И. А. Вахрушева, И. А. Максименко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2289.pdf&show=dcatalogues/1/1129899/2289.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Основы диагностики и надежности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. МОМЗ]. - Магнитогорск, 2012. - 114 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. -

печатный аналог.

в) Методические указания:

1. Новоселова, Ю. Н. Основы теории надежности систем ТГСВ, водоснабжения и водоотведения : учебное пособие / Ю. Н. Новоселова ; МГТУ, каф. ТГВиВВ. - Магнитогорск, 2009. - 47 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=246.pdf&show=dcatalogues/1/1060192/246.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	http://www.springerprotocols.com/
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
--	---

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (интерактивная доска в комплекте с проектором и компьютером), демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Аудитория для групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, шкафы, инструменты и станок для обслуживания учебного оборудования

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

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примерная структура и содержание раздела:

По дисциплине «Основы теории надежности систем ТГВ» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение практических задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные практические работы (АПР):

АПР №1 «Определение соответствия статистических данных закону распределения случайных величин».

1. Определить по заданным параметрам соответствие закону распределения случайной величины
2. Обосновать выбор оптимального варианта подачи рабочего вещества на основе учета надежности системы

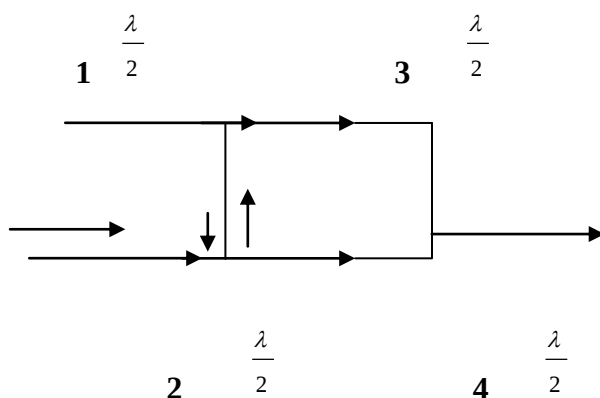
АПР №2 «Определение вероятности возникновения отказов в системах ТГВ»

1. Оценить с точки зрения повышения надежности систему отопления пятиэтажного здания
2. Рассчитать показатель надежности системы отопления и при необходимости разработать рекомендации по повышению надежности

АПР №3 «Определение надежностных показателей в системах с перемычками»

По исходной схеме рассчитать необходимые параметры:

Два водовода с перемычкой. Перемычки имеют малую длину. (Вероятность отказа перемычки пренебрегают)



λ - интенсивность отказа.

Перемычку заменяют при расчете абсолютно надежным узлом

Выполнить расчет при следующих состояниях этой системы:

- 1). Полная работоспособность
- 2). Отказ одного из участков – 4 варианта:
- 3) Отказ непротиволежащих двух участков – 4 варианта

4). Отказ противолежащих участков – 2 варианта

Предположить, что отказ системы происходит только в последнем случае, когда отказывают одновременно участки 1 и 2 или 3 и 4.

$m = 2$ - минимальное число элементов, приводящее к отказу

$S = 2$ - количество отказов, образующих минимальное неисправное состояние.

АПР №4 «Определение зависимости вероятности безотказной работы от диаметра трубопровода»

По схеме кольцевой сети рассчитать и построить график зависимости надежностных показателей от величины диаметра.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде:

- изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала
- поиска дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями);
- подготовки к практическим занятиям

Примерный перечень тем вопросов к зачету и пример задания представлены в Приложении 2 «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации».

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен осуществлять проверку технического состояния наружных газопроводов низкого давления		
ПК-1.1:	Осуществляет проверку технического состояния наружных газопроводов низкого давления	Теоретические вопросы: 1. Чем характеризуются различные состояния объекта? 2. Перечислите все известные вам состояния отказов. В чем их различия? 3. Какие законы распределения случайных величин используются для характеристики работы систем газоснабжения? 4. Чем характеризуется надежность с точки зрения безотказности работы объекта? 5. Перечислите все известные вам показатели, характеризующие долговечность системы. Как они влияют на надежность? 6. Охарактеризуйте надежность работы системы с учетом показателей, отвечающих за ремонтпригодность. 7. Чем характеризуется основные периоды работы системы и какие задачи ставятся в этой связи для снижения параметра потока отказов? 8. Каковы особенности работы систем водоснабжения и как они влияют на надежные показатели? 9. Каковы особенности работы систем газоснабжения и их влияние на надежность? 10. Какова математическая модель процесса функционирования элемента? Примерные задания для зачета: 1. Определить по заданным параметрам соответствие закону распределения случайной величины 2. Обосновать выбор оптимального варианта подачи рабочего вещества на основе учета надежности системы
ПК-2: Способен осуществлять проверку технического состояния оборудования насосной станции водопровода		
ПК-2.1	Осуществляет проверку технического состояния оборудования насосной станции водопровода	Теоретические вопросы: 1. Изложите суть простейшего закона распределения Пуассона и соответствующую методику расчета. 2. Какой закон применим для расчета систем с восстанавливаемыми элементами. Как через анализ промежуточного состояния системы определить количество элементов, ожидающих ремонта? 3. В чем состоит суть метода структурных схем? 4. Изложите суть метода логических схем. 5. Назовите важнейшие свойства простейшего потока отказов и условия, которым он должен удовлетворять. 6. Что вы понимаете под нестационарным пуассоновским потоком и какие из свойств простейшего потока ему присущи? 7. Какими свойствами обладает поток Пальма и почему его называют потоком с ограниченным последствием? 8. Рассмотрите резервирование как способ повышения надежности. Назовите его типы. 9. Какие способы уменьшения отказов вы знаете? 10. Расскажите о коэффициентах надежности. Как и для чего они используются ?

		Примерные задания для зачета: 3. Оценить с точки зрения повышения надежности систему водоснабжения пятиэтажного здания 4. Рассчитать показатель надежности насосной станции и при необходимости разработать рекомендации по повышению надежности
ПК-3: Способен анализировать, контролировать процесс передачи тепловой энергии, осуществлять проверку технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей		
ПК-3.1	Осуществляет проверку технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	Примерные темы заданий: АПР №7 «Расчет показателя надежности ТС. Составление акта испытания».
ПК-3.2	Осуществляет анализ и контроль процесса передачи тепловой энергии	АПР №6 «Расчет показателя надежности системы отопления и газоснабжения» АПР №5 «Определение показателя надежности в тупиковых и кольцевых сетях»

Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы теории надежности инженерных систем» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и в форме решения задач на практических занятиях.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам к зачету

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.