



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  
Очно - заочная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Управления недвижимостью и инженерных систем
Курс	5

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)

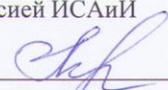
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Управления недвижимостью и инженерных систем

16.02.2021, протокол № 6

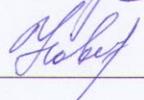
Зав. кафедрой  Ю.А. Морева

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

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 тепломассообмен)

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



<p>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.</p>	5		1/0,6И		Выполнение практических работ	Фронтальный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
<p>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</p>			1/ИИ	2,4	Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу			2/1,6И	2,4			
<p>3. 3. Оценка вероятности безотказной работы последовательно и параллельно включенных элементах</p>							
<p>3.1 Выбор оптимального варианта теплоснабжения или газоснабжения с учетом надежности системы. Вероятность безотказной подачи воды при кольцевой и тупиковой схемах</p>	5		1	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
<p>3.2 Зависимость подачи теплоносителя в сетях с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности</p>		1		2	Выполнение практических работ	Фронтальный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		1	1	3			
<p>4. 4. Потоки отказов</p>							

4.1 Простейший поток отказов	5	1	1	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				10	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		1	1	24			
Итого за семестр		4	4/1,6И	59,4		зачёт	
Итого по дисциплине		4	4/1,6И	59,4		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. MOM3]. - 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	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
--	---

### **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.

## 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

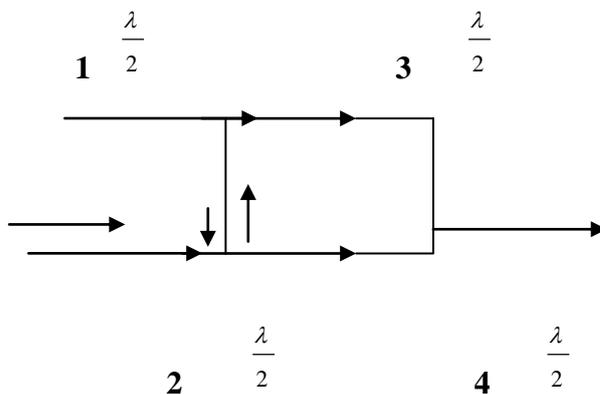
### АПР №2 «Определение вероятности возникновения отказов в системах ТГВ»

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)



$\lambda$  - 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 противоположащих двух участков – 4 варианта
- 4). Отказ противоположащих 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	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем характеризуются различные состояния объекта?</li> <li>2. Перечислите все известные вам состояния отказов. В чем их различия?</li> <li>3. Какие законы распределения случайных величин используются для характеристики работы систем газоснабжения?</li> <li>4. Чем характеризуется надежность с точки зрения безотказности работы объекта?</li> <li>5. Перечислите все известные вам показатели, характеризующие долговечность системы. Как они влияют на надежность?</li> <li>6. Охарактеризуйте надежность работы системы с учетом показателей, отвечающих за ремонтпригодность.</li> <li>7. Чем характеризуется основные периоды работы системы и какие задачи ставятся в этой связи для снижения параметра потока отказов?</li> <li>8. Каковы особенности работы систем водоснабжения и как они влияют на надежные показатели?</li> <li>9. Каковы особенности работы систем газоснабжения и их влияние на надежность?</li> <li>10. Какова математическая модель процесса функционирования элемента?</li> </ol> <p>Примерные задания для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить по заданным параметрам соответствие закону распределения случайной величины</li> <li>2. Обосновать выбор оптимального варианта подачи рабочего вещества на основе учета надежности системы</li> </ol>
ПК-2: Способен осуществлять проверку технического состояния оборудования насосной станции водопровода		
ПК-2.1	Осуществляет проверку технического состояния оборудования насосной станции водопровода	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изложите суть простейшего закона распределения Пуассона и соответствующую методику расчета.</li> <li>2. Какой закон применим для расчета систем с восстанавливаемыми элементами. Как через анализ промежуточного состояния системы определить количество элементов, ожидающих ремонта?</li> <li>3. В чем состоит суть метода структурных схем?</li> <li>4. Изложите суть метода логических схем.</li> <li>5. Назовите важнейшие свойства простейшего потока отказов и условия, которым он должен удовлетворять.</li> <li>6. Что вы понимаете под нестационарным пуассоновским потоком и какие из свойств простейшего потока ему присущи?</li> <li>7. Какими свойствами обладает поток Пальма и почему его называют потоком с ограниченным последствием?</li> <li>8. Рассмотрите резервирование как способ повышения надежности. Назовите его типы.</li> <li>9. Какие способы уменьшения отказов вы знаете?</li> <li>10. Расскажите о коэффициентах надежности. Как и для чего они используются ?</li> </ol> <p>Примерные задания для зачета:</p>

		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	<b>Примерные темы заданий:</b>  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 систем ТГВ» 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.