



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ***

Направление подготовки (специальность)
08.03.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы
Проектирование, строительство и эксплуатация инженерных систем
теплогазоснабжения и вентиляции

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	2
Семестр	4


Магнитогорск
2026 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 Прикладной математики и информатики
13.01.2026, протокол № 5


Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
02.02.2026 г. протокол № 4

Председатель  Ю.В. Сомова

Согласовано:
Зав. кафедрой Урбанистики и инженерных систем


М.М. Суровцов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры кафедры ПМИИ, канд. техн. наук  И.В. Глаголева

Рецензент:
зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины: обеспечить студентов математическими знаниями и умениями, необходимыми для изучения специальных дисциплин, разработки проектов, профессиональной деятельности и продолжения образования. Формирование навыков применения математического аппарата для решения инженерных задач: расчета гидравлических режимов, тепловых потерь, выбора оборудования.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математические методы решения прикладных профессиональных задач входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

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

Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и теплообмен)

Проектирование систем провентилиации и очистка вентиляционных выбросов

Проектирование систем газоснабжение

Основы теории надежности систем теплогазоснабжения и вентиляции

Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции

Энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математические методы решения прикладных профессиональных задач» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата
ОПК-1.1	Определяет характеристики физического и химического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретических и экспериментальных исследований
ОПК-1.2	Использует теоретические основы технических наук для применения инновационных технологий на реальных строительных объектах
ОПК-1.3	Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 42,8 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 29,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. Элементы теории вероятностей в строительстве и эксплуатации инженерных систем теплогазоснабжения и вентиляции								
1.1 Прогнозирование отказов элементов систем.	4	2		4	4	Выполнение аудиторной контрольной работы 1, ИДЗ 1	Консультирование по решению ИДЗ №1, проверка решения АКР №1.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.2 Расчёт вероятности безотказной работы на заданный период.		2		4	4	Выполнение аудиторной контрольной работы 1, ИДЗ 1	Консультирование по решению ИДЗ №1, проверка решения АКР №1.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Расчет надежности систем газоснабжения и вентиляции		2		4	5,2	Выполнение аудиторной контрольной работы 2, ИДЗ 2	Консультирование по решению ИДЗ №2, проверка решения АКР №2.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		6		12	13,2			
2. Методы статистического анализа в строительстве и эксплуатации инженерных систем теплогазоснабжения и вентиляции								
2.1 Описательная статистика: средние, дисперсия, гистограммы.	4	2		4	4	Выполнение аудиторной контрольной работы 3, ИДЗ 3	Консультирование по решению ИДЗ №3, проверка решения АКР №3.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.2 Проверка гипотез: t-критерий, χ^2 -критерий.		2		4	4	Выполнение аудиторной контрольной работы 4, ИДЗ 4	Консультирование по решению ИДЗ №4, проверка решения АКР №4.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

2.3 Регрессионный анализ: прогнозирование параметров.	4	2		4	4	Выполнение аудиторной контрольной работы 4, ИДЗ 4	Консультирование по решению ИДЗ №4, проверка решения АКР №4.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.4 Применению статистики в контроле качества материалов и оборудования		2		4	4	Выполнение аудиторной контрольной работы 5	Проверка решения АКР №5	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		8		16	16			
Итого за семестр		14		28	29,2		зао	
Итого по дисциплине		14		28	29,2		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Реализация компетентного 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. Согласно п. 34 Порядка организации и осуществления деятельности по образовательным программам бакалавриата высшего образования (утв. приказом МОиН РФ от 05.04.2017 г. № 301), при проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

Выбирая ту или иную технологию работы с обучающимися, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология, со-держание, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью, а также условия, в которых она будет использоваться.

В нашей работе мы используем следующее.

1. Традиционные образовательные технологии. Организация образовательного процесса, предполагает прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий:

- информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами.
- практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проектного обучения. Образовательный процесс построен в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексия. Применяется в основном для перехода компетенции на уровень владения.

Основные типы применяемых нами в образовательной деятельности проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем). Результатом является учебная карта по модулю нашей образовательной программы.

Творческий проект, предполагающий в отличие от предыдущего, конечный продукт в следующих вариантах – газета к исторически значимому «математическому» событию (праздник числа «Пи» и т.п.); «математическая» открытка (своего рода учебная карта, только неформально, красочно оформленная; видеоролик «Я научу вас решать ...» и т.п.

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение и, наконец, презентация по практическому приложению).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии. Организация образовательного процесса с применением специализированных программных сред и технических средств работы с информацией (информационную среду университета MOODUS MOODLE).

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

а) Основная литература:

1. Энатская, Н. Ю. Теория вероятностей и математическая статистика для инженерно-технических направлений : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Энатская, Е. Р. Хакимуллин. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 393 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17686-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583230> (дата обращения: 07.03.2026).

3. Энатская, Н. Ю. Математическая статистика и случайные процессы : учебник для вузов / Н. Ю. Энатская. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 191 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9808-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583925> (дата обращения: 07.03.2026).

б) Дополнительная литература:

1. Трофимов, А. Г. Математическая статистика: учебное пособие для вузов / А. Г. Трофимов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21177-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559506> (дата обращения: 07.03.2026).

2. Калинина, В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / В. Н. Калинина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 472 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02471-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510903> (дата обращения: 06.03.2026).

3. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/587171> (дата обращения: 06.03.2026).

4. Прохоров, Ю. В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник и практикум для вузов / Ю. В. Прохоров, Л. С. Пономаренко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 219 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20239-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583019> (дата обращения: 06.03.2026).

в) Методические указания:

1. Пузанкова, Е. А. Обработка результатов измерений методами математической статистики: учебное пособие [для вузов] / Е. А. Пузанкова, Н. А. Квасова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2423> (дата обращения: 06.03.2026). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Акманова З. С. Элементы комбинаторики, статистики и теории вероятностей: учебно-методическое пособие / З. С. Акманова; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20316> (дата обращения: 06.03.2026). - Текст: электронный.
3. Акманова З. С. Статические методы обработки экспериментальных данных: электронное учебное пособие / З. С. Акманова, Н. И. Кимайкина. - Б. м.: Б. и., Б. г. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3891> (дата обращения: 06.03.2026). - Текст: электронный.
4. Анисимов А. Л. Теория вероятностей. Часть 1: учебное пособие [для вузов] / А. Л. Анисимов, Т. А. Бондаренко, Г. А. Каменева; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2625> (дата обращения: 06.03.2026). - ISBN 978-5-9967-1700-2. - Текст: электронный.
5. Анисимов А. Л. Проверка статистических гипотез: учебное пособие / А. Л. Анисимов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2132> (дата обращения: 06.03.2026). - ISBN 978-5-9967-1168-0. - Текст: электронный.
6. Вахрушева И. А. Теория вероятностей: учебное пособие / И. А. Вахрушева, И. А. Максименко; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20412> (дата обращения: 06.03.2026). - Текст: электронный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
LibreOffice	свободно	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий ООО	https://eivis.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, мультимедийный проектор, экран.

Комплекс методических разработок (раздаточного материала и методических указаний) и\или комплекс тестовых заданий для подготовки и проведения промежуточных и рубежных контролей

Помещения для самостоятельной работы учащихся. Персональные компьютеры с пакетом LibreOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости по итогам освоения дисциплины: индивидуальную домашнюю работу (ИДЗ) (работа предполагает защиту), контрольная работа (аудиторная или внеаудиторная, возможно применение Интернет-тренажеров). Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости по разделам, порядок выполнения, трудоемкость самостоятельной работы по подготовке к контролю приводятся ниже.

Примерные аудиторские контрольные работы (АКР):

АКР 1 по теме «Расчёт вероятности безотказной работы и прогнозирование отказов элементов систем»

Задача 1. Система теплоснабжения состоит из последовательно соединённых элементов: насос ($P_1=0,97$), теплообменник ($P_2=0,95$), трубопровод ($P_3=0,96$), запорная арматура ($P_4=0,93$). Рассчитать вероятность безотказной работы системы в течение отопительного сезона.

Задача 2. В котельной установлены три параллельно работающих котла. Вероятность безотказной работы каждого котла за год составляет $P_1 = P_2 = P_3 = 0,94$. Определить вероятность безотказной работы всей котельной установки.

Задача 3. Интенсивность отказов участка газопровода составляет $\lambda=0,03$ 1/год. Рассчитать вероятность безотказной работы этого участка в течение 4 лет, используя экспоненциальный закон распределения.

Задача 4. Тепловые потери в трубопроводе распределены по нормальному закону со средним значением $\mu=160$ Вт/м и стандартным отклонением $\sigma=25$ Вт/м. Найти вероятность того, что потери будут находиться в диапазоне от 140 до 190 Вт/м.

Задача 5. Система горячего водоснабжения включает: циркуляционный насос ($\lambda_1=0,015$ 1/год), бойлер ($\lambda_2=0,008$ 1/год), регулирующую арматуру ($\lambda_3=0,02$ 1/год). Рассчитать вероятность безотказной работы системы в течение 3 лет.

АКР 2 по теме «Расчет надежности систем газоснабжения и вентиляции»

Задача 1. Расчёт вероятности безотказной работы тупикового газопровода.

Тупиковый газопровод состоит из четырёх последовательно соединённых участков. Вероятности безотказной работы каждого участка за год: участок 1: $P_1=0,99$; участок 2: $P_2=0,97$; участок 3: $P_3=0,98$; участок 4: $P_4=0,95$. Рассчитайте вероятность безотказной

работы всей системы за год. Сравните результат с нормативным значением $P_{\text{норм}}=0,9$ и сделайте вывод о соответствии системы требованиям надёжности.

Задача 2. Расчёт надёжности вентиляционной системы с резервированием.

В системе вентиляции установлен основной вентилятор с вероятностью безотказной работы $P_1=0,94$ и резервный вентилятор с $P_2=0,92$. Определите вероятность безотказной работы системы при параллельном соединении вентиляторов. Оцените прирост надёжности по сравнению с одновентиляторной схемой.

Задача 3. Анализ старения газопровода

Газопровод эксплуатируется 8 лет. Интенсивность отказов системы $\lambda_{\text{сист}}=0,03$ 1/год. Нормативное значение вероятности безотказной работы — $P_{\text{норм}}\geq 0,75$. Рассчитайте вероятность безотказной работы через 8 лет эксплуатации по экспоненциальной модели. Сделайте вывод о необходимости капремонта.

Задача 4. Гидравлический расчёт участка газопровода

Участок газопровода длиной $l_{\text{расч}}=300$ м имеет удельный расход газа $V_{\text{уд}}=0,15$ м³/ч·м. Регулятор давления имеет паспортную пропускную способность V_p при $T=50$ м³/ч при перепаде давления $(\Delta p)_T=200$ Па. Фактический перепад давления на участке $\Delta p=180$ Па, плотность газа $\rho_T=0,72$ кг/м³ (паспортное значение $(\rho_T)_T=0,75$ кг/м³), давление на выходе $p_2=2500$ Па (паспортное $(p_2)_T=2600$ Па). Максимальный расход газа на участке $V_{\text{max}}=42$ м³/ч, минимальный $V_{\text{min}}=8$ м³/ч. Рассчитайте фактический расход газа на участке. Определите пропускную способность регулятора с учётом фактических параметров. Проверьте выполнение условий загрузки регулятора (10–85 %).

Задача 5. Оптимизация надёжности вентиляционной сети

Вентиляционная система состоит из трёх последовательно соединённых элементов: фильтр ($\lambda_1=0,02$ 1/год), вентилятор ($\lambda_2=0,04$ 1/год) и воздуховод ($\lambda_3=0,01$ 1/год). Нормативная интенсивность отказов системы — $\lambda_{\text{норм}}\leq 0,05$ 1/год. Рассчитайте суммарную интенсивность отказов системы. Предложите вариант резервирования одного элемента для снижения $\lambda_{\text{сист}}$ до нормативного уровня. Подтвердите расчётом эффективность предложенного решения.

АКР 3 по теме «Описательная статистика: средние, дисперсия, гистограммы»

Задача 1. Анализ температуры в системе отопления.

За неделю проведены замеры температуры теплоносителя на входе в систему отопления (в° С): 78, 80, 75, 82, 85, 77, 79. Требуется: рассчитать среднее арифметическое, медиану и моду; найти дисперсию и стандартное отклонение; построить гистограмму распределения температур.

Задача 2. Анализ расхода воздуха в вентиляции

Измерен расход воздуха через вентиляционную решётку (в м³/ч): 120, 115, 130, 125, 118, 122, 128, 124. Необходимо: определить среднее значение и медиану; рассчитать коэффициент вариации; построить гистограмму.

Задача 3. Анализ давления в газопроводе

Замеры давления газа на участке сети (в кПа): 2,1; 2,3; 2,0; 2,2; 2,4; 2,1; 2,3. Требуется: найти среднее и медиану; оценить разброс данных через дисперсию; визуализировать распределение в виде гистограммы.

Задача 4. Анализ теплотерь здания

Для 10 помещений измерены теплотери (в кВт): 5,2; 4,84; 5,5; 4,9; 5,1; 5,3; 5,0; 4,7; 5,4; 5,2. Необходимо:

- вычислить среднее, медиану, моду;
- определить дисперсию и коэффициент вариации;
- построить гистограмму распределения теплотерь.

АКР 4 по теме «Проверка гипотез: t-критерий, χ^2 -критерий.

Регрессионный анализ: прогнозирование параметров»

Задача 1. t-критерий для независимых выборок. Условие: сравнивается эффективность двух типов котлов (А и Б) по расходу газа (м³/час). Измерения проведены на 8 объектах для каждого типа. Проверить, значимо ли отличается средний расход газа при $\alpha=0,05$. Данные: Котёл А: 1,8; 2,1; 1,9; 2,2; 2,0; 1,7; 2,3; 2,1. Котёл Б: 2,5; 2,4; 2,6; 2,3; 2,7; 2,5; 2,4; 2,6.

Задача 2. Парный t-критерий. До и после модернизации системы отопления измерена температура в 7 помещениях. Проверить эффективность модернизации при $\alpha=0,05$.

Данные (°C):

Помещение	До	После	Разница (d)
1	18	21	+3
2	17	20	+3
3	19	22	+3
4	16	19	+3
5	18	21	+3
6	17	20	+3
7	18	21	+3

Задача 3. χ^2 -критерий согласия. По нормативам распределение температуры в помещениях должно быть: 20–22°C — 50 %, 22–24°C — 30 %, >24°C — 20 %. В выборке из 100 помещений получены следующие данные:

Диапазон (°C)	Наблюдаемо	Ожидаемо
20–22	40	50
22–24	35	30
>24	25	20

Проверить соответствие нормативам при $\alpha=0,05$.

Задача 4. χ^2 -критерий независимости. Проверяется связь между типом утеплителя и частотой промерзания стен. Данные по 200 объектам:

Утеплитель	Промерзание	Без промерзания	Всего
Минеральная вата	25	75	100
Пенополистирол	10	90	100
Всего	35	165	200

Проверить зависимость при $\alpha=0,05$.

Задача 5. Прогнозирование расхода газа в котельной. Построить модель для прогнозирования расхода газа (Y , м³/ч) в зависимости от температуры наружного воздуха (X_1 , °C) и тепловой нагрузки (X_2 , Гкал/ч).

Данные: Y (расход газа)	X_1 (температура)	X_2 (нагрузка)
1200	-15	50
900		-5 35
600		5 20
750		0 30
1050	-10	45

Задача 6. Анализ эффективности вентиляции. Определить зависимость концентрации CO₂ (Y , ppm) от кратности воздухообмена (X_1 , 1/ч) и количества людей в помещении (X_2 , чел.).

Данные: Y (CO ₂)	X_1 (воздухообмен)	X_2 (люди)
800		2 10
1200		1 20
600		3 5
1000		1.5 15
700		2.5 8

Задача 7. Прогнозирование теплотерь здания. Оценить влияние толщины теплоизоляции (X_1 , см) и площади остекления (X_2 , м²) на теплотери (Y , кВт).

Данные: Y (теплотери) X_1 (толщина) X_2 (остекление)

30	20	30
40	15	40
25	25	20
35	18	35

АКР 5 по теме «Применению статистики в контроле качества материалов и оборудования»

Задача 1. Контроль прочности бетона. На строительной площадке отбирают образцы бетона для испытаний на прочность. По нормативам средняя прочность должна быть не менее 25 МПа.

Задача 2. Анализ потерь тепла в тепловой сети. Измеряют температуру теплоносителя на входе и выходе участка трубопровода длиной 1 км. Нормативные потери — не более 5 %. Статистический метод: регрессионный анализ.

Задача 3. Контроль кратности воздухообмена. В офисном здании по нормам кратность воздухообмена должна быть не менее $1,5 \text{ ч}^{-1}$. Статистический метод: доверительный интервал для среднего.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

ИДЗ №1 «Элементы теории вероятностей в строительстве и эксплуатации инженерных систем теплогазоснабжения и вентиляции»

Задача 1. Система газоснабжения состоит из последовательно соединённых элементов: регулятор давления ($P_1=0,96$), фильтр ($P_2=0,92$), запорная арматура ($P_3=0,94$), расходомер ($P_4=0,88$). Рассчитать вероятность безотказной работы всей системы в течение года.

Задача 2. В котельной установлены четыре параллельно работающих котла. Вероятность безотказной работы каждого котла за отопительный сезон составляет $P=0,93$. Определить вероятность безотказной работы котельной установки.

Задача 3. За 12 лет эксплуатации участка газопровода длиной 6 км зафиксировано 4 аварии. Рассчитать интенсивность отказов λ на 1 км в год. Затем найти вероятность безотказной работы участка длиной 2 км в течение 3 лет.

Задача 4. Тепловые потери в трубопроводе распределены по нормальному закону со средним значением $\mu=170 \text{ Вт/м}$ и стандартным отклонением $\sigma=30 \text{ Вт/м}$. Найти вероятность того, что потери будут находиться в диапазоне от 150 до 200 Вт/м. Использовать таблицу

нормального распределения.

Задача 5. Система горячего водоснабжения включает: циркуляционный насос ($\lambda_1=0,02$ 1/год); бойлер ($\lambda_2=0,012$ 1/год); регулируемую арматуру ($\lambda_3=0,025$ 1/год). Рассчитать вероятность безотказной работы системы в течение 4 лет, используя экспоненциальный закон распределения.

Задача 6. Вентиляционная система имеет основной и резервный вентиляторы. Вероятность отказа основного вентилятора за год — $q_1=0,15$, резервного — $q_2=0,20$. Система считается работоспособной, если работает хотя бы один вентилятор. Найти вероятность безотказной работы системы за год.

Задача 7. Давление в системе газоснабжения распределено по нормальному закону с $\mu=0,4$ МПа и $\sigma=0,06$ МПа. Определить: вероятность того, что давление будет ниже 0,3 МПа; вероятность того, что давление превысит 0,5 МПа.

Задача 8. Котельная установка имеет три параллельно работающих насоса. Вероятность безотказной работы каждого насоса за год составляет $P_1=P_2=P_3=0,91$. Рассчитать: вероятность безотказной работы всей насосной группы; насколько увеличится надёжность, если добавить четвёртый резервный насос с той же вероятностью безотказной работы.

Задача 9. Температура теплоносителя в системе отопления распределена по нормальному закону с $\mu=90^\circ\text{C}$ и $\sigma=8^\circ\text{C}$. Найти вероятность того, что температура выйдет за пределы допустимого диапазона $80^\circ\text{C}–100^\circ\text{C}$.

Задача 10. Газораспределительная система включает: регулятор давления ($\lambda_1=0,015$ 1/год); фильтр ($\lambda_2=0,009$ 1/год); запорную арматуру ($\lambda_3=0,022$ 1/год); предохранительный клапан $\lambda_4=0,01$ 1/год). Определить: суммарную интенсивность отказов системы; вероятность безотказной работы в течение 5 лет; среднюю наработку на отказ (в годах).

ИДЗ №2 по теме «Расчет надежности систем газоснабжения и вентиляции»

Задача 1. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы газоснабжения жилого дома за 1 год, если интенсивность отказов отдельных элементов следующая: газовый кран: $\lambda_1=0,002$ 1/год; фильтр очистки газа: $\lambda_2=0,001$ 1/год; счётчик газа: $\lambda_3=0,0005$ 1/год; газопровод (на 100 м): $\lambda_4=0,003$ 1/год. Общая длина газопровода в системе — 50 м. Система считается работоспособной, если все элементы функционируют.

Задача 2. Система вентиляции производственного помещения состоит из двух параллельно работающих вентиляторов. Интенсивность отказов одного вентилятора $\lambda=0,05$

1/месяц. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы в течение 6 месяцев. Сравните с вероятностью безотказной работы одного вентилятора за тот же период.

Задача 3. В системе газоснабжения установлены три последовательно соединённых элемента с вероятностями безотказной работы за 1 год: $P_1=0,98$, $P_2=0,96$, $P_3=0,95$. Рассчитайте общую вероятность безотказной работы системы за 1 год. Затем предложите вариант резервирования самого ненадёжного элемента и рассчитайте новую вероятность безотказной работы.

Задача 4. Рассчитайте среднюю наработку до отказа системы вентиляции, состоящей из: электродвигателя ($\lambda_1=0,01$ 1/год); воздуховода ($\lambda_2=0,005$ 1/год на 10 м, общая длина 30 м); фильтра ($\lambda_3=0,02$ 1/год). Элементы соединены последовательно.

Задача 5. Система газоснабжения имеет дублирование основного газопровода. Интенсивность отказа одного газопровода $\lambda=0,004$ 1/год. Рассчитайте вероятность отказа всей системы за 5 лет. Постройте график изменения вероятности безотказной работы системы от времени (от 0 до 10 лет с шагом 1 год).

Задача 6. В системе вентиляции используются два фильтра, работающих по принципу «горячего» резервирования. Интенсивность отказов одного фильтра $\lambda=0,1$ 1/год, интенсивность отказов переключателя $\lambda_{пер}=0,02$ 1/год. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы за 2 года. Сравните с системой без резервирования.

Задача 7. Рассчитайте необходимый коэффициент резервирования для системы газоснабжения, чтобы обеспечить вероятность безотказной работы $P(t)\geq 0,99$ за 3 года. Интенсивность отказов основного элемента $\lambda=0,03$ 1/год. Рассмотрите варианты «холодного» и «горячего» резервирования, сравните результаты.

Задача 8.

Система вентиляции имеет следующие элементы с заданными интенсивностями отказов: вентилятор: $\lambda_1=0,04$ 1/год; электродвигатель: $\lambda_2=0,06$ 1/год; система автоматики: $\lambda_3=0,02$ 1/год; воздуховоды (50 м): $\lambda_4=0,002$ 1/год на 10 м. Рассчитайте вероятность отказа системы за 2 года при последовательном соединении элементов. Затем предложите схему резервирования и рассчитайте новую надёжность.

Задача 9. Для системы газоснабжения многоквартирного дома известны следующие данные: интенсивность отказов газового котла: $\lambda_1=0,05$ 1/год; интенсивность отказов системы контроля загазованности: $\lambda_2=0,01$ 1/год; интенсивность отказов газопровода (100 м): $\lambda_3=0,006$ 1/год. Рассчитайте вероятность безопасной работы системы (когда-либо котёл, либо система контроля загазованности исправны) за 1 год.

Задача 10. Проведите расчёт надёжности системы вентиляции подземной парковки, состоящей из: 4 вентиляторов с интенсивностью отказов $\lambda=0,08$ 1/год каждый; системы воздуховодов (200 м) с интенсивностью отказов $\lambda_{возд}=0,003$ 1/год на 50 м; системы

управления ($\lambda_{\text{упр}}=0,02$ 1/год). Система считается работоспособной, если функционируют не менее 3 вентиляторов и остальные элементы. Рассчитайте вероятность безотказной работы за 1 год.

ИДЗ 3 по теме «Описательная статистика: средние, дисперсия, гистограммы»

Задача 1. В течение дня проведены 8 замеров температуры теплоносителя на выходе из котла (в °C): 85, 87, 84, 90, 88, 86, 89, 85. Требуется: Рассчитать среднее арифметическое, медиану и моду температуры. Найти дисперсию и стандартное отклонение. Построить гистограмму распределения температуры с интервалами 84–86, 87–89, 90–92°C. Сделать вывод о стабильности работы системы отопления.

Задача 2. За неделю зафиксированы следующие значения расхода газа котельной (в м³/ч): 150, 145, 160, 155, 148, 152, 158. Необходимо: Определить среднее значение и медиану расхода. Рассчитать коэффициент вариации. Построить гистограмму с интервалами 145–150, 151–156, 157–162 м³/ч. Оценить стабильность потребления газа.

Задача 3. Измерены значения давления в воздуховодах (в Па): 450, 460, 440, 470, 455, 465, 445, 450. Требуется: Найти среднее и медиану давления. Оценить разброс данных через дисперсию. Визуализировать распределение в виде гистограммы с интервалами 440–450, 451–460, 461–470 Па. Сделать заключение о работе системы.

Задача 4. Для 9 участков фасада измерены теплототери (в Вт/м²): 25, 28, 26, 30, 27, 29, 24, 26, 28. Необходимо: Вычислить среднее, медиану, моду. Определить дисперсию и коэффициент вариации. Построить гистограмму распределения теплототерь с интервалами 24–26, 27–29, 30–32 Вт/м². Дать рекомендации по утеплению.

ИДЗ 4 по теме «Проверка гипотез: t-критерий, χ^2 -критерий.

Регрессионный анализ: прогнозирование параметров»

Задача 1. Сравнение эффективности двух моделей котлов (t-критерий Стьюдента для независимых выборок). На двух объектах установлены котлы моделей А и Б. Измерен расход газа (м³/час) за 7 дней. Проверить, значительно ли отличается средний расход при уровне значимости $\alpha=0,05$. Модель А: 2,1, 2,3, 2,2, 2,4, 2,0, 2,5, 2,3 Модель Б: 2,8, 2,6, 2,7, 2,9, 2,5, 2,8, 2,7. Рассчитайте средние значения и стандартные отклонения для каждой модели. Вычислите t-статистику. Определите число степеней свободы и найдите критическое значение t-распределения. Сделайте вывод о значимости различий.

Задача 2. Оценка эффективности утепления (парный t-критерий). До и после утепления фасада измерена температура в 6 помещениях. Проверить, повысилась ли температура значительно ($\alpha=0,05$).

Данные (°C):

Помещение	До	После
1	18	21
2	17	20
3	19	22
4	16	19
5	18	21
6	17	20

Рассчитайте разности температур для каждого помещения. Найдите среднее значение и стандартное отклонение разностей. Вычислите t-статистику для парного критерия. Сравните с критическим значением и сделайте вывод.

Задача 3. Соответствие распределения температуры нормативам (χ^2 -критерий согласия). По нормативам распределение температуры в помещениях должно быть:

18–20 °С — 20 %;

20–22 °С — 60 %;

>22 °С — 20 %.

В выборке из 150 помещений получены следующие данные:

Диапазон (°С)	Наблюдаемо	Ожидаемо
18–20	45	?
20–22	75	?
>22	30	?

Рассчитайте ожидаемые частоты. Вычислите χ^2 -статистику. Определите число степеней свободы. Найдите критическое значение χ^2 -распределения для $\alpha=0,05$. Сделайте вывод о соответствии распределения нормативам.

Задача 4. Прогнозирование температуры обратной воды в системе отопления.

На основе данных котельной построить модель зависимости температуры обратной воды (Y , °С) от температуры наружного воздуха (X_1 , °С) и расхода теплоносителя (X_2 , т/ч).

Исходные данные:

Y (t обратной воды)	X_1 (t наружного воздуха)	X_2 (расход теплоносителя)
55	-15	
120		
60	-10	
110		
65	-5	
100		
70	0	90
75	5	80

Задача 5. Анализ зависимости давления в газопроводе от расстояния до ГРП.

Определить зависимость давления газа (Y , кПа) от расстояния до газораспределительного пункта (X , км) и диаметра трубы (D , мм).

Данные: Y (давление)	X (расстояние)	D (диаметр)
300	2	200
280	4	200
260	6	200
310	1	250
295	3	250

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата		
ОПК-1.1	Определяет характеристики физического и химического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретических и экспериментальных исследований	Теоретические вопросы для зачета с оценкой 2 курс летняя сессия <ol style="list-style-type: none"> 1. Как рассчитывается вероятность безотказной работы элемента системы за заданный период времени t? Приведите формулу и поясните входящие в неё параметры. 2. Как рассчитывается вероятность безотказной работы элемента системы за заданный период времени t? Приведите формулу и поясните входящие в неё параметры. 3. Опишите методику расчёта вероятности безотказной работы сложной системы (например, участка тепловой сети), состоящей из последовательно соединённых элементов. Приведите формулу. 4. Что показывает функция распределения времени до отказа a? Какие законы распределения (экспоненциальный, нормальный, Вейбулла и др.) чаще всего используются для моделирования отказов элементов ТГС и вентиляции? 5. Что показывает функция распределения времени до отказа? Какие законы распределения (экспоненциальный, нормальный) чаще всего используются для моделирования отказов элементов ТГС и вентиляции? 6. Как рассчитывается надёжность системы с параллельным соединением элементов (резервированием)? Приведите формулу для случая одинаковых элементов. 7. Что такое описательная статистика и для чего она применяется в инженерных системах теплогасоснабжения и вентиляции? 8. Дайте определение и приведите формулу для расчёта среднего арифметического. Приведите пример его

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>использования в анализе данных по расходу тепла в здании.</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. В каких случаях для анализа данных по ТСГВ предпочтительнее использовать медиану, а не среднее арифметическое? Приведите конкретный пример (например, анализ пиковых нагрузок). 10. Что такое мода? Как её можно использовать при анализе температурного режима в помещениях? 11. Объясните, в чём разница между взвешенным средним и простым средним арифметическим. Приведите пример расчёта взвешенной температуры по разным зонам здания. 12. Что характеризует дисперсия? Напишите формулу для её расчёта. Как интерпретировать высокое значение дисперсии при анализе данных о температуре теплоносителя? 13. Что такое стандартное (среднеквадратическое) отклонение? Почему оно более удобно для интерпретации, чем дисперсия? Приведите пример из практики контроля качества вентиляции. 14. Как рассчитать размах выборки? В каких ситуациях при мониторинге инженерных систем этот показатель может быть информативнее стандартного отклонения? 15. Что показывает коэффициент вариации? Приведите формулу и объясните, как его можно использовать для сравнения стабильности работы двух разных систем отопления. 16. Что такое гистограмма? Опишите пошагово процесс её построения для данных о суточном расходе тепловой энергии в здании. 17. Какие типы распределений (по форме гистограммы) могут встречаться в данных по ТСГВ? 18. Как с помощью описательной статистики можно выявить неэффективную работу отопительного котла на основе данных о расходе топлива и температуре в контуре? 19. Как описательная статистика помогает в планировании технического обслуживания систем теплоснабжения? Приведите пример анализа данных о давлении в сети. 20. Объясните, как анализ асимметрии и эксцесса распределения данных о температуре в помещении может помочь в настройке системы автоматического регулирования. 21. Что такое регрессионный анализ? Каковы его цели и задачи в инженерных системах теплогасоснабжения и вентиляции (ТСГВ)? 22. Дайте определения зависимой и независимой переменных в контексте регрессионного анализа для систем ТСГВ. Приведите примеры для систем отопления и вентиляции. 23. В чём разница между простой (парной) и множественной линейной регрессией? Приведите примеры их применения в теплогасоснабжении. 24. Опишите этапы построения регрессионной модели для прогнозирования теплопотребления здания. 25. Что такое коэффициент детерминации (R^2)? Как его интерпретировать в задачах прогнозирования параметров теплоснабжения?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1.2	Использует теоретические основы технических наук для применения инновационных технологий на реальных строительных объектах	<p><i>Примерные задания и задачи</i></p> <ol style="list-style-type: none"> По заданным статистическим данным (количество отказов за период) рассчитайте интенсивность отказов λ и вероятность безотказной работы $P(t)$ для элемента системы за 1 год. Для участка тепловой сети, состоящего из 3 последовательно соединённых участков с известными вероятностями безотказной работы P_1, P_2, P_3, рассчитайте общую вероятность безотказной работы участка. Сравните надёжность двух вариантов системы вентиляции: без резервирования и с дублированием ключевого элемента. Рассчитайте вероятность безотказной работы для обоих случаев при $P_{\text{элемента}}=0,9$ и сделайте вывод. Постройте график зависимости $P(t)$ от времени для элемента с экспоненциальным распределением отказов при $\lambda=0,01$ 1/год. Определите время, когда $P(t)$ снизится до 0,5. Оцените остаточный ресурс трубопровода, если известно, что текущая вероятность безотказной работы составляет 0,7, а допустимая — 0,45. Используйте модель экспоненциального старения. Задача 1. Система газоснабжения состоит из последовательно соединённых элементов: регулятор давления ($P_1=0,96$), фильтр ($P_2=0,92$), запорная арматура ($P_3=0,94$), расходомер ($P_4=0,88$). Рассчитать вероятность безотказной работы всей системы в течение года. В котельной установлены четыре параллельно работающих котла. Вероятность безотказной работы каждого котла за отопительный сезон составляет $P=0,93$. Определить вероятность безотказной работы котельной установки. За 12 лет эксплуатации участка газопровода длиной 6 км зафиксировано 4 аварии. Рассчитать интенсивность отказов λ на 1 км в год. Затем найти вероятность безотказной работы участка длиной 2 км в течение 3 лет. Тепловые потери в трубопроводе распределены по нормальному закону со средним значением $\mu=170$ Вт/м и стандартным отклонением $\sigma=30$ Вт/м. Найти вероятность того, что потери будут находиться в диапазоне от 150 до 200 Вт/м. Использовать таблицу нормального распределения. Система горячего водоснабжения включает: циркуляционный насос ($\lambda_1=0,02$ 1/год); бойлер ($\lambda_2=0,012$ 1/год); регулируемую арматуру ($\lambda_3=0,025$ 1/год). Рассчитать вероятность безотказной работы системы в течение 4 лет, используя экспоненциальный закон распределения. Вентиляционная система имеет основной и резервный вентиляторы. Вероятность отказа основного вентилятора за год — $q_1=0,15$, резервного — $q_2=0,20$. Система считается работоспособной, если работает хотя бы один вентилятор. Найти вероятность безотказной работы системы за год. Давление в системе газоснабжения распределено по нормальному закону с $\mu=0,4$ МПа и $\sigma=0,06$ МПа. Определить: вероятность того, что давление будет ниже 0,3 МПа; вероятность того, что давление превысит 0,5 МПа. Котельная установка имеет три параллельно

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>работающих насоса. Вероятность безотказной работы каждого насоса за год составляет $P_1=P_2=P_3=0,91$. Рассчитать: вероятность безотказной работы всей насосной группы; насколько увеличится надёжность, если добавить четвёртый резервный насос с той же вероятностью безотказной работы.</p> <p>14. Температура теплоносителя в системе отопления распределена по нормальному закону с $\mu=90^\circ\text{C}$ и $\sigma=8^\circ\text{C}$. Найти вероятность того, что температура выйдет за пределы допустимого диапазона $80^\circ\text{C}-100^\circ\text{C}$.</p> <p>15. Газораспределительная система включает: регулятор давления ($\lambda_1=0,015$ 1/год); фильтр ($\lambda_2=0,009$ 1/год); запорную арматуру ($\lambda_3=0,022$ 1/год); предохранительный клапан $\lambda_4=0,01$ 1/год). Определить: суммарную интенсивность отказов системы; вероятность безотказной работы в течение 5 лет; среднюю наработку на отказ (в годах).</p> <p>16. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы газоснабжения жилого дома за 1 год, если интенсивность отказов отдельных элементов следующая: газовый кран: $\lambda_1=0,002$ 1/год; фильтр очистки газа: $\lambda_2=0,001$ 1/год; счётчик газа: $\lambda_3=0,0005$ 1/год; газопровод (на 100 м): $\lambda_4=0,003$ 1/год. Общая длина газопровода в системе — 50 м. Система считается работоспособной, если все элементы функционируют.</p> <p>17. Система вентиляции производственного помещения состоит из двух параллельно работающих вентиляторов. Интенсивность отказов одного вентилятора $\lambda=0,05$ 1/месяц. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы в течение 6 месяцев. Сравните с вероятностью безотказной работы одного вентилятора за тот же период.</p> <p>18. В системе газоснабжения установлены три последовательно соединённых элемента с вероятностями безотказной работы за 1 год: $P_1=0,98$, $P_2=0,96$, $P_3=0,95$. Рассчитайте общую вероятность безотказной работы системы за 1 год. Затем предложите вариант резервирования самого ненадёжного элемента и рассчитайте новую вероятность безотказной работы.</p> <p>19. Рассчитайте среднюю наработку до отказа системы вентиляции, состоящей из: электродвигателя ($\lambda_1=0,01$ 1/год); воздуховода ($\lambda_2=0,005$ 1/год на 10 м, общая длина 30 м); фильтра ($\lambda_3=0,02$ 1/год). Элементы соединены последовательно.</p> <p>20. Система газоснабжения имеет дублирование основного газопровода. Интенсивность отказа одного газопровода $\lambda=0,004$ 1/год. Рассчитайте вероятность отказа всей системы за 5 лет. Постройте график изменения вероятности безотказной работы системы от времени (от 0 до 10 лет с шагом 1 год).</p> <p>21. В системе вентиляции используются два фильтра, работающих по принципу «горячего» резервирования. Интенсивность отказов одного фильтра $\lambda=0,1$ 1/год, интенсивность отказов переключателя $\lambda_{пер}=0,02$ 1/год. Рассчитайте вероятность безотказной работы системы за 2 года. Сравните с системой без резервирования.</p>
ОПК-1.3	Решает инженерные задачи с помощью математического	<p><i>Примерные практические задания для зачета с оценкой:</i></p> <p>Задача 1. Система теплоснабжения состоит из последовательно соединённых элементов: насос ($P_1=0,97$),</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа	<p>теплообменник ($P_2=0,95$), трубопровод ($P_3=0,96$), запорная арматура ($P_4=0,93$). Рассчитать вероятность безотказной работы системы в течение отопительного сезона.</p> <p>Задача 2. В котельной установлены три параллельно работающих котла. Вероятность безотказной работы каждого котла за год составляет $P_1 = P_2 = P_3 = 0,94$. Определить вероятность безотказной работы всей котельной установки.</p> <p>Задача 3. Интенсивность отказов участка газопровода составляет $\lambda=0,03$ 1/год. Рассчитать вероятность безотказной работы этого участка в течение 4 лет, используя экспоненциальный закон распределения.</p> <p>Задача 4. Тепловые потери в трубопроводе распределены по нормальному закону со средним значением $\mu=160$ Вт/м и стандартным отклонением $\sigma=25$ Вт/м. Найти вероятность того, что потери будут находиться в диапазоне от 140 до 190 Вт/м.</p> <p>Задача 5. Система горячего водоснабжения включает: циркуляционный насос ($\lambda_1=0,015$ 1/год), бойлер ($\lambda_2=0,008$ 1/год), регулируемую арматуру ($\lambda_3=0,02$ 1/год). Рассчитать вероятность безотказной работы системы в течение 3 лет.</p> <p>Задача 6. Расчёт вероятности безотказной работы тупикового газопровода. Тупиковый газопровод состоит из четырёх последовательно соединённых участков. Вероятности безотказной работы каждого участка за год: участок 1: $P_1=0,99$; участок 2: $P_2=0,97$; участок 3: $P_3=0,98$; участок 4: $P_4=0,95$. Рассчитайте вероятность безотказной работы всей системы за год. Сравните результат с нормативным значением $P_{норм}=0,9$ и сделайте вывод о соответствии системы требованиям надёжности.</p> <p>Задача 7. Расчёт надёжности вентиляционной системы с резервированием. В системе вентиляции установлен основной вентилятор с вероятностью безотказной работы $P_1=0,94$ и резервный вентилятор с $P_2=0,92$. Определите вероятность безотказной работы системы при параллельном соединении вентиляторов. Оцените прирост надёжности по сравнению с одновентиляторной схемой.</p> <p>Задача 8. Анализ старения газопровода Газопровод эксплуатируется 8 лет. Интенсивность отказов системы $\lambda_{сист}=0,03$ 1/год. Нормативное значение вероятности безотказной работы — $P_{норм} \geq 0,75$. Рассчитайте вероятность безотказной работы через 8 лет эксплуатации по экспоненциальной модели. Сделайте вывод о необходимости капремонта.</p> <p>Задача 9. Гидравлический расчёт участка газопровода Участок газопровода длиной $l_{расч}=300$ м имеет удельный расход газа $V_{уд}=0,15$ м³/ч·м. Регулятор давления имеет паспортную пропускную способность $V_{р пр Т}=50$ м³/ч при перепаде давления $(\Delta p)_Т=200$ Па. Фактический перепад давления на участке $\Delta p=180$ Па, плотность газа $\rho_Г=0,72$ кг/м³ (паспортное значение $(\rho_Г)_Т=0,75$ кг/м³), давление на выходе $p_2=2500$ Па (паспортное $(p_2)_Т=2600$ Па). Максимальный расход газа на участке $V_{max}=42$ м³/ч, минимальный $V_{min}=8$ м³/ч. Рассчитайте фактический расход газа на участке. Определите пропускную способность регулятора с учётом фактических параметров. Проверьте выполнение условий загрузки регулятора (10–85 %).</p> <p>Задача 10. Оптимизация надёжности вентиляционной сети Вентиляционная система состоит из трёх последовательно</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																												
		<p>соединённых элементов: фильтр ($\lambda_1=0,02$ 1/год), вентилятор ($\lambda_2=0,04$ 1/год) и воздуховод ($\lambda_3=0,01$ 1/год). Нормативная интенсивность отказов системы — $\lambda_{\text{норм}} \leq 0,05$ 1/год. Рассчитайте суммарную интенсивность отказов системы. Предложите вариант резервирования одного элемента для снижения $\lambda_{\text{сист}}$ до нормативного уровня. Подтвердите расчётом эффективность предложенного решения.</p> <p>Задача 11. Анализ температуры в системе отопления. За неделю проведены замеры температуры теплоносителя на входе в систему отопления ($^{\circ}\text{C}$): 78, 80, 75, 82, 85, 77, 79. Требуется: рассчитать среднее арифметическое, медиану и моду; найти дисперсию и стандартное отклонение; построить гистограмму распределения температур.</p> <p>Задача 12. Анализ расхода воздуха в вентиляции Измерен расход воздуха через вентиляционную решётку ($\text{м}^3/\text{ч}$): 120, 115, 130, 125, 118, 122, 128, 124. Необходимо: определить среднее значение и медиану; рассчитать коэффициент вариации; построить гистограмму.</p> <p>Задача 13. Анализ давления в газопроводе Замеры давления газа на участке сети (кПа): 2,1; 2,3; 2,0; 2,2; 2,4; 2,1; 2,3. Требуется: найти среднее и медиану; оценить разброс данных через дисперсию; визуализировать распределение в виде гистограммы.</p> <p>Задача 14. Анализ теплотеря здания Для 10 помещений измерены теплотери (кВт): 5,2; 4,84; 5,5; 4,9; 5,1; 5,3; 5,0; 4,7; 5,4; 5,2. Необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вычислить среднее, медиану, моду; • определить дисперсию и коэффициент вариации; • построить гистограмму распределения теплотеря. <p>Задача 15. t-критерий для независимых выборок. Условие: сравнивается эффективность двух типов котлов (А и Б) по расходу газа ($\text{м}^3/\text{час}$). Измерения проведены на 8 объектах для каждого типа. Проверить, значимо ли отличается средний расход газа при $\alpha=0,05$. Данные: Котёл А: 1,8; 2,1; 1,9; 2,2; 2,0; 1,7; 2,3; 2,1. Котёл Б: 2,5; 2,4; 2,6; 2,3; 2,7; 2,5; 2,4; 2,6.</p> <p>Задача 16. Парный t-критерий. До и после модернизации системы отопления измерена температура в 7 помещениях. Проверить эффективность модернизации при $\alpha=0,05$. Данные ($^{\circ}\text{C}$):</p> <table border="1" data-bbox="751 1518 1273 1765"> <thead> <tr> <th>Помещение</th> <th>До</th> <th>После</th> <th>Разница (d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>18</td><td>21</td><td>+3</td></tr> <tr><td>2</td><td>17</td><td>20</td><td>+3</td></tr> <tr><td>3</td><td>19</td><td>22</td><td>+3</td></tr> <tr><td>4</td><td>16</td><td>19</td><td>+3</td></tr> <tr><td>5</td><td>18</td><td>21</td><td>+3</td></tr> <tr><td>6</td><td>17</td><td>20</td><td>+3</td></tr> <tr><td>7</td><td>18</td><td>21</td><td>+3</td></tr> </tbody> </table> <p>Задача 17. χ^2-критерий согласия. По нормативам распределение температуры в помещениях должно быть: 20–22$^{\circ}\text{C}$ — 50 %, 22–24$^{\circ}\text{C}$ — 30 %, >24$^{\circ}\text{C}$ — 20 %. В выборке из 100 помещений получены следующие данные:</p> <table border="1" data-bbox="751 1883 1453 2011"> <thead> <tr> <th>Диапазон ($^{\circ}\text{C}$)</th> <th>Наблюдаемо</th> <th>Ожидаемо</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20–22</td><td></td><td>40</td></tr> <tr><td>22–24</td><td></td><td>35</td></tr> <tr><td>>24</td><td></td><td>25</td></tr> </tbody> </table> <p>Проверить соответствие нормативам при $\alpha=0,05$.</p>	Помещение	До	После	Разница (d)	1	18	21	+3	2	17	20	+3	3	19	22	+3	4	16	19	+3	5	18	21	+3	6	17	20	+3	7	18	21	+3	Диапазон ($^{\circ}\text{C}$)	Наблюдаемо	Ожидаемо	20–22		40	22–24		35	>24		25
Помещение	До	После	Разница (d)																																											
1	18	21	+3																																											
2	17	20	+3																																											
3	19	22	+3																																											
4	16	19	+3																																											
5	18	21	+3																																											
6	17	20	+3																																											
7	18	21	+3																																											
Диапазон ($^{\circ}\text{C}$)	Наблюдаемо	Ожидаемо																																												
20–22		40																																												
22–24		35																																												
>24		25																																												

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математические методы решения прикладных профессиональных задач» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета:

для сдачи зачета с оценкой обучающийся показывает сформированность компетенции ОПК-1; т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения задач;

- **зачет не сдан**, если результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенции, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенции: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла)– обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенции: 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.