

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 09.07.2025 16:45:45
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП

С.М. Дудаков С.М. Дудаков

25» августа 2021 25» августа 2021

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ

Направление подготовки

09.03.03 – Прикладная информатика

Профиль подготовки

«Прикладная информатика в мехатронике»

Для студентов 4-го курса

Форма обучения – очная

Составитель:

д.т.н., профессор В.Н. Михно

Тверь, 2021

I. Аннотация

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является: приобретение студентами знаний по способам оценки надежности проектируемых и эксплуатируемых систем, усвоение студентами используемого при этом математического аппарата и приобретение практических навыков по применению этого аппарата для анализа надежности аппаратного и программного обеспечения систем.

Задачами освоения дисциплины являются:

Получение представления о количественных характеристиках надежности резервируемых и нерезервируемых восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем; приобретение навыков использования методов расчета и повышения надежности систем; навыков прогнозирования отказов аппаратного и программного обеспечения; формирование умения анализировать поставленную задачу и выбрать пути её решения.

2. Место дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Предварительные знания и навыки: Основой для освоения дисциплины являются знания, получаемые в рамках дисциплин «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Дальнейшее использование: Полученные в ходе изучения дисциплины знания используются в научно-исследовательской работе, учебной и производственной практике, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины: 4 зачетные единицы, **144 академических часа, в том числе**

контактная работа: лекционные занятия 30 часов; практические занятия 30 часов,

самостоятельная работа: 84 часа, в том числе контроль 27.

4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной	Планируемые результаты обучения по дисциплине
---	---

программы (формируемые компетенции)	
ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках программного обеспечения робототехнических и мехатронных систем ПК	ПК-1.1 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов, и модулей ПК-1.3 Анализирует научно-техническую информацию, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводит патентный поиск ПК-1.4 Проводит вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем
ПК-2 Способен проектировать, внедрять и осваивать программное обеспечение для нового технологического оборудования	ПК-2.1 Анализирует документацию, описывающую технологическое оборудование

6. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

7. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самост. работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	
Понятие надежности ВС и пути ее обеспечения	10	2	2	6
Элементы теории надежности	10	2	2	6
Расчет надежности вычислительных систем	14	3	3	8
Методика расчета надежности ВС	14	3	3	8
Надежность взаимосвязанных элементов системы	14	3	3	8
Марковские процессы в теории надежности	14	3	3	8
Взаимосвязь показателей экономической эффективности и надежности	14	3	3	8
Методы оценки надежности технической и технологической составляющих.	14	3	3	8
Надежность систем с учетом влияния контролирующих устройств	14	3	3	8
Разработка систем определения надежности технических и программных средств. Проектирование систем контроля	14	3	3	8
Организация системы диагностирования	12	2	2	8
ИТОГО	144	30	30	84

Учебная программа дисциплины

- Понятие надежности ВС и пути ее обеспечения.
- Элементы теории надежности.
- Расчет надежности вычислительных систем.
- Методика расчета надежности ВС.
- Надежность взаимосвязанных элементов системы.
- Марковские процессы в теории надежности.
- Взаимосвязь показателей экономической эффективности и надежности.
- Методы оценки надежности технической и технологической составляющих.
- Надежность систем с учетом влияния контролирующих устройств.
- Разработка систем определения надежности технических и программных средств. Проектирование систем контроля.
- Организация системы диагностирования.

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
Понятие надежности ВС и пути ее обеспечения. Элементы теории надежности	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Расчет надежности вычислительных систем. Методика расчета надежности ВС.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Разработка программ для ЭВМ
Надежность взаимосвязанных элементов системы.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Разработка программ для ЭВМ

Взаимосвязь показателей экономической эффективности и надежности. Методы оценки надежности технической и технологической составляющих.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Разработка программ для ЭВМ
Надежность систем с учетом влияния контролирующих устройств.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Разработка программ для ЭВМ
Разработка систем определения надежности технических и программных средств.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Разработка программ для ЭВМ
Проектирование систем контроля.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Разработка программ для ЭВМ
Организация системы диагностирования.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках программного обеспечения робототехнических и мехатронных систем ПК;

ПК-2 Способен проектировать, внедрять и осваивать программное обеспечение для нового технологического оборудования

Уровень формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
---	---	---

Углубленный, владеть	На испытание поставлено 1000 однотипных электронных приборов. За 3000 часов отказало 80 из них. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа приборов в течение 3000 часов.	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Выполнена лишь одна часть задания – 5 баллов.
Углубленный, уметь	1. Разработка моделей функционирования сложной системы. 2. Методы анализа надежности технических систем. 3. Обзор существующих методов расчета надежности сложных систем.	Корректно выполненное задание – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
Углубленный, знать	Основные понятия и определения теории надежности	Правильное определение – 1 балл. Правильное обоснование с выводом всех формул – 5 баллов.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Рахимова Н. Н. Законы распределения при расчетах надежности технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50075> .— ЭБС «IPRbooks»
2. Клименко И. С. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие.— М.: Российский новый университет, 2014.—

б) Дополнительная литература

- Ефремов И. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие. - Оренбург : ОГУ, 2013. - [Электронный ресурс]. - режим доступ: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259179>

2) Программное обеспечение

а)

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно

Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно
WinDjView 2.1	бесплатно
R Studio	бесплатно
Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit)	бесплатно

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks:

<http://www.iprbookshop.ru>

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» <http://biblioclub.ru>

3. Научная библиотека ТвГУ <http://library.tversu.ru>

4. Сайт научной библиотеки ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

5. Одна из электронных библиотечных систем:

- <http://biblioclub.ru>
- <http://www.iprbookshop.ru>

VI. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинг-контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40-54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55-57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58-60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой

ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

1. Типовые задания для практических занятий, домашней работы и рейтингового контроля

- 1) На испытание поставлено 1000 однотипных электронных приборов. За 3000 часов отказало 80 из них. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа приборов в течение 3000 часов.
- 2) На испытание поставлено 1000 однотипных электронных приборов. За 3000 часов отказало 80 приборов, а за интервал времени 3000-4000 часов отказало еще 50 приборов. Требуется определить частоту и интенсивность отказов приборов в промежутке времени 3000-4000 часов.
- 3) На испытание поставлено $N_0 = 400$ изделий. За время $t = 3000$ часов отказало $n(t) = 200$ изделий, за интервал времени $\Delta t = 100$ часов отказало $n(\Delta t) = 100$ изделий. Требуется определить вероятность безотказной работы для $t = 3000$ час, 3100 час, 3050 час, а также частоту и интенсивность отказов для $t = 3050$ час.
- 4) В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного экземпляра оборудования. За весь период наблюдения было зарегистрировано 15 отказов. До начала наблюдения оборудование проработало 258 час, а к концу наблюдения наработка оборудования составила 1233 час. Требуется определить среднюю наработку на отказ.
- 5) Производилось наблюдение за работой трех экземпляров однотипной аппаратуры. За период наблюдения было зафиксировано по первому экземпляру аппаратуры 6 отказов, по второму и третьему – 11 и 8 отказов соответственно. Нарботка первого экземпляра составила 181 час, второго 329 час, третьего – 245 час. Требуется определить наработку аппаратуры на отказ.
- 6) Система состоит из 5 блоков, причем отказ любого из них ведет к отказу системы. Известно, что первый блок отказал 34 раза в течение 952 час работы, второй – 24 раза в течение 960 час работы, а остальные блоки в течение 210 час работы отказали 4, 6 и 5 раз соответственно. Требуется определить наработку на отказ системы в целом, если для каждого из пяти блоков справедлив экспоненциальный закон надежности.

- 7) Пусть время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $\lambda = 2.5 \cdot 10^{-5} (\text{час}^{-1})$. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента $P(t)$, $a(t)$, $T_{ср}$, если $t = 500, 1000, 2000$ часов.

2. Правила прохождения промежуточной аттестации

Для успешной сдачи зачета студент должен:

- Успешно сдать промежуточный контроль, представляющий собой две контрольные работы по тематике упражнений, перечисленных выше.
- Ответить на устные вопросы и решить ряд письменных упражнений (в ходе зачета) по тематике учебной программы.

3. Примерный список вопросов и задач на экзамен

- Определение надежности. Работоспособность и неработоспособность
- Основное соединение. Основные характеристики надежности.
- Основные характеристики надежности: Вероятность безотказной работы. Вероятность отказа. Среднее время безотказной работы
- Простейший поток отказов. Стационарность, ординарность, отсутствие последствия. Потоки Эрланга.
- Интенсивность отказов. Связь интенсивности отказов и вероятности безотказной работы
- Экспоненциальное распределение. Распределение Вейбулла-Гнеденко.
- Понятие резервирования. Типы резервирования.
- «Горячий» (нагруженный) резерв. Основные характеристики надежности.
- «Холодный» (ненагруженный) резерв. Основные характеристики надежности.
- «Теплый» (недогруженный) резерв. Основные характеристики надежности.
- Мажоритарное резервирование. Системы k из N .
- Резервирование с дробной кратностью. Скользящее резервирование.
- Последовательно-параллельные системы. Не последовательно-параллельные системы.
- Системы с восстановлением. Коэффициенты готовности и ремонтпригодности.
- Расчет надежности с помощью графов. Уравнение Колмогорова-Чепмена.
- Надежность программного обеспечения. Основные определения.
- Математические модели для интенсивности отказов ПО.

- Плотность отказов ПО.
- Влияние контроля и диагностики на надежность ИС.
- Влияние человека-оператора на функционирование ИС.
- Методы оценки надёжности систем при появлении постепенных отказов. Надёжность механических систем по основным критериям.

Задача 1.

Известно, что средняя наработка до отказа технической системы равна 200 часов. Требуется, при предположении показательного закона распределения промежутков времени между отказами, определить вероятность того, что система откажет не более четырёх раз в течении наработки в 300 часов.

Задача 2.

Информационный канал имеет $\lambda = 5 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$. Среднее время восстановления информационного канала составляет 8 часов. Ремонт выполняет одна бригада. Определить коэффициент готовности канала при его мажоритарном резервировании по принципу «два из трёх». Контактную группу и голосующее устройство принять абсолютно надёжными.

Задача 3.

Наработка системы до отказа описывается экспоненциальным распределением с параметром $\lambda = 7 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч}$. Определить вероятность безотказной работы $P(t)$ и плотность распределения $a(t)$ при $t = 5000 \text{ ч.}$, а также среднюю наработку до отказа.

4. Проблемы, выносимые на самостоятельное изучение

Проблемы анализа надежности сложных технических систем.

5. Контрольные вопросы для самопроверки

- Основные понятия и определения теории надежности.
- Надежность технических систем.
- Вероятность безотказной работы.
- Параметр потока отказов. Средняя наработка на отказ. Интенсивность отказов.
- Простые и сложные системы в теории надежности.
- Случайные события и вероятность.
- Классическое и статистическое определение вероятности.
- Вычисление вероятностей.
- Случайные величины.

- Закон распределения вероятностей: функция распределения и функция плотности.
- Числовые характеристики случайных величин, моменты
- Нормальный закон распределения.
- Интеграл Лапласа и таблицы для него.
- Хи-квадрат распределение Пирсона, t-распределение Стьюдента, F-распределение Фишера.
- Обоснование критериев и показателей надежности.
- Разработка моделей функционирования сложной системы.
- Методы анализа надежности технических систем.
- Обзор существующих методов расчета надежности сложных систем.
- Причины неэкспоненциальности случайных параметров, отказов и восстановлений технических систем.
- Зависимость показателей надежности от законов распределения и дисциплины восстановления элементов.
- Общая модель надежности технического элемента.
- Общая модель надежности систем в терминах интегральных уравнений.
- Основные обозначения и допущения. Матрица состояний. Матрица переходов.
- Выражения для вероятностей состояний и параметров переходов между состояниями.
- Правило составления системы интегральных уравнений.
- Общая модель функционирования системы в смысле надежности в терминах дифференциальных уравнений в частных производных.
- Структурная схема системы.
- Матрица состояний системы.
- Граф состояний системы.
- Описание функционирования системы с помощью уравнений типа массового обслуживания.
- Описание функционирования системы с помощью интегральных уравнений. Методы анализа надежности технических систем, основанные на применении теорем теории вероятностей.
- Определение вероятностей состояний. Определение финальных вероятностей состояний системы.
- Определение количественных характеристик надежности по графу состояний.
- Особенности анализа надежности систем при законах распределения отказов и восстановлений, отличных от экспоненциального.

- Метод статистического моделирования.
- Сравнение метода статистического моделирования с аналитическими методами расчета надежности.
- Сбор и обработка данных об отказах техники в процессе эксплуатации.
- Методика анализа надежности систем и их элементов по данным эксплуатации.
- Надежность информационных систем.
- Критерии надежности информационных систем.
- Методы анализа надежности информационных систем.
- Готовность одноканальной и многоканальной системы массового обслуживания с отказами.

6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями.

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной

переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. Составление конспектов.

В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания используются схемы и таблицы.

5. Подготовка к зачету / экзамену.

При подготовке к зачету / экзамену студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций. Для получения зачета по дисциплине необходимо набрать минимум 50 баллов в течение семестра (минимальная оценка – удовлетворительно), в противном случае зачет считается не сданным. Экзамен студенты могут сдавать в виде теста, письменной контрольной работы или устного ответа по вопросам, представленным в данной программе. Для получения положительной оценки на экзамене необходимо продемонстрировать знания, не ниже базового (минимального) уровня. Процедура оценивания знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности обучающихся по дисциплине производится в рамках балльно-рейтинговой системы, включая рубежную и текущую аттестации. Согласно подходам балльно-рейтинговой системы в рамках оценки знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности дисциплины установлены следующие аспекты.

Содержание учебной дисциплины в рамках одного семестра делится на два модуля (периода обучения). По окончании модуля (периода обучения) осуществляется рейтинговый контроль успеваемости знаний студентов.

Сроки проведения рейтингового контроля:

осенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 8-9 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости – две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса;

весенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 31-32 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль

успеваемости – две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса.

Максимальное количество баллов, которое может быть получено в результате освоения дисциплины, составляет 100 баллов. Для дисциплин, заканчивающихся экзаменом, 60 баллов отводится на текущий контроль (например, по 30 баллов на каждый модуль) и 40 баллов на промежуточную аттестацию. Для дисциплин, заканчивающихся зачетом, общее количество баллов делится между первым и вторым модулями (например, по 50 баллов на каждый модуль).

Максимальная сумма рейтинговых баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам промежуточной аттестации составляет 40 баллов.

Студент, набравший от 20 до 49 баллов включительно, сдает экзамен. Студенту, набравшему менее 20 баллов, в экзаменационной ведомости ставится оценка «неудовлетворительно». Применяется следующая шкала перевода баллов в оценки: от 50 до 69 – удовлетворительно, от 70 до 84 – хорошо, от 85 и выше – отлично.

Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании практических работ, семинарских занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: семинары в диалоговом режиме, проектные задания, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий.

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса (в том числе для самостоятельной работы):

- Операционная система Microsoft Windows
- Браузер
- Офисный пакет Microsoft Office
- Система компьютерной верстки MiKTeX
- Система инженерных и научных вычислений MATLAB
- Система компьютерной алгебры Mathcad
- Статистический пакет STATGRAPHICS Centurion

- Среда разработки для статистической обработки данных и работы с графикой R for Windows

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы

Учебная аудитория № 200 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.
Учебная аудитория № 7 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.

Для самостоятельной работы

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета ПМиК № 4б 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
---	---

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
2	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета

		обеспечение аудиторий	
3	VII. Материально- техническое обеспечение	Внесены изменения в материально- техническое обеспечение аудиторий	От 22.08.2023 г., протокол № 1 заседания ученого совета факультета
4	I. Аннотация.	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин	От 29.12.2023 года протокол № 6 заседания ученого совета факультета