

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 09.07.2025 17:00:35
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:
Руководитель ООП
С.М. Лудаков
«28» 08 2021 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки
09.03.03 – Прикладная информатика

Профиль подготовки
«Прикладная информатика в мехатронике»

Для студентов 3-го курса
Форма обучения – очная

Составитель:

Тверь, 2021

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом:

Теория автоматического управления

2. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является:

Овладение студентами методами создания и исследования систем автоматического и автоматизированного управления как отдельными промышленными агрегатами, так и технологическими процессами производства любой степени сложности.

Задачами освоения дисциплины являются:

Раскрыть принципы построения систем автоматического управления (САУ); усвоить теоретические основы математического моделирования САУ; заложить основы знаний, умений и навыков анализа и синтеза линейных и нелинейных САУ; ознакомить с перспективами развития САУ.

3. 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», «Физика», «Электротехника».

Дальнейшее использование:

Полученные в ходе изучения дисциплины знания используются в дисциплине «Гидроавтоматика и электропневмоавтоматика мехатронных и робототехнических систем», «Автоматизация производственных процессов», научно-исследовательской работе, учебной и производственной практике.

4. Объем дисциплины: 3 зачетные единицы, **108 академических часов**, в том числе **контактная работа:** лекционные занятия 32 часа, практические занятия 32 часа, **самостоятельная работа:** 44 часов, в том числе контроль 27 часов.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 способен применять системный подход и	ПК-1.2 Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи

математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-1.4 Проводит аттестацию результатов научных исследований
ПК-2 Способен представлять и проводить защиту результатов научных исследований	ПК-2.2 Разрабатывает аналитический отчет по результатам научных исследований

6. Форма промежуточной аттестации: зачет

7. Язык преподавания русский.

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

1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самост. работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	
Введение в теорию управления	6	1	2	3
Математические модели объектов и систем управления	6	1	2	3
Динамические характеристики элементов и систем автоматического управления	12	2	4	6
Устойчивость линейных систем автоматического управления	12	2	4	6
Качество и синтез систем автоматического управления	12	2	4	6
Дискретные системы управления	12	2	4	6
Описание САУ в пространстве состояний	12	2	4	6
Нелинейные САУ	12	2	4	6

Методы модального и робастного управления техническими объектами	12	2	4	6
Методы теории оптимального управления	12	2	4	6
ИТОГО	108	18	36	54

Учебная программа дисциплины

1. Введение в теорию управления

Основные понятия теории автоматического управления. Основные понятия теории управления: объект управления, управляемая координата, возмущающее воздействие; управляющее устройство, задающее воздействие, отклонение управляемой величины, управляющее воздействие; система автоматического управления (САУ). Принципы и законы управления. Статические характеристики объекта управления и САУ. Классификация САУ. Задачи анализа и синтеза САУ.

2. Математические модели объектов и систем управления

Математические модели непрерывных и дискретных линейных объектов и систем; дифференциальные и разностные кусочно-линейные модели нелинейных объектов и систем. Формы представления моделей. Математические модели в виде дифференциальных уравнений. Линеаризация. Преобразование Лапласа. Передаточная функция.

3. Динамические характеристики элементов и систем автоматического управления

Типовые звенья и их характеристики. Частотная передаточная функция. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Переходная и импульсная переходная (весовая) функция. Связи между динамическими характеристиками. Структурные схемы и их преобразования. Передаточные функции и уравнения разомкнутой и замкнутой САУ.

4. Устойчивость линейных систем автоматического управления

Понятие устойчивости САУ по Ляпунову А.М. Возмущенное и невозмущенное движение. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной САУ. Теоремы Ляпунова для линеаризованных дифференциальных уравнений. Понятие о критериях устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Запасы устойчивости.

Метод D-разбиения. Влияние параметров САУ на устойчивость. Построение областей устойчивости.

5. Качество и синтез систем автоматического управления

Понятие качества САУ. Прямые показатели качества и методы их определения. Точность на установившихся режимах в статических и астатических системах. Корневые показатели качества и методы их определения. Интегральные оценки качества САУ. Постановка задачи синтеза САУ. Синтез линейных САУ методом стандартных коэффициентов и приближения функций.

6. Дискретные системы управления

Понятие дискретной системы. Квантование непрерывного сигнала. Релейные, импульсные и цифровые САУ. Особенности математического описания дискретных систем управления. Разностные уравнения. Передаточная функция импульсной САУ. Уравнение и передаточная функция замкнутой дискретной САУ. Устойчивость линейных импульсных САУ. Круговой критерий устойчивости

7. Описание САУ в пространстве состояний

Система уравнений в переменных состояния. Векторно-матричная форма записи уравнений состояний. Понятие управляемости и наблюдаемости. Необходимые и достаточные условия полной управляемости и наблюдаемости (теоремы Калмана).

8. Нелинейные САУ

Понятие нелинейной системы. Типовые нелинейности. Особенности процессов в нелинейных системах. Преобразования сигналов нелинейным звеном и нелинейной системой. Гармоническая линеаризация. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Исследование процессов в нелинейной САУ методом фазовой плоскости. Устойчивость движения. Абсолютная устойчивость. Второй метод Ляпунова. Качество и коррекция нелинейных САУ.

9. Методы модального и робастного управления техническими объектами

Постановка задачи. Синтез модального управления линейным техническим объектом. Достоинства модального управления. Общие понятия робастных систем. Системы с параметрической неопределенностью. Системы с непараметрической неопределенностью. Задача синтеза робастных систем управления. Анализ и синтез линейных интервальных САУ.

10. Методы теории оптимального управления

Оптимальные системы управления: задачи оптимального управления, критерии оптимальности. Проблема системы, оптимальной по быстродействию и пути ее решения. Принцип оптимальности Беллмана и метод разработки на его основе оптимальных законов управления в дискретной интерпретации. Методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование

2. Для студентов заочной формы обучения

Не предусмотрено.

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Типовые задания для практических занятий, домашней работы и рейтингового контроля
2. Правила прохождения промежуточной аттестации
3. Примерный список вопросов на зачет
4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

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

Углубленный, владеть	Аналитическое конструирование регуляторов	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Выполнена лишь одна часть задания – 5 баллов.
Углубленный, уметь	Понятие об оптимальных САУ	Корректно выполненное задание – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
Углубленный, знать	Основные понятия теории управления	Правильное определение – 1 балл. Правильное обоснование с выводом всех формул – 5 баллов.

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-6 Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем

Уровень формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Продвинутый, владеть	Переходная матрица состояния	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Выполнена лишь одна часть задания – 5 баллов.
Продвинутый, уметь	Решения однородного и неоднородного уравнений динамики	Корректно выполненное задание – 5 баллов.

		Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
Продвинутый, знать	Уравнения динамики САУ	Правильное определение – 1 балл. Правильное обоснование с выводом всех формул – 5 баллов.

3. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-11 Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием

Уровень формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Базовый, владеть	Использование пакетов символьной математики для проведения статистического анализа линейных САУ	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Выполнена лишь одна часть задания – 5 баллов.
Базовый, уметь	Статистический анализ линейных САУ	Корректно выполненное задание – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
Базовый, знать	1. Математическое описание случайных процессов 2. Корреляционные и спектральные функции	Правильное определение – 1 балл. Правильное обоснование с выводом всех формул – 5 баллов.

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. Цветкова О. Л. Теория автоматического управления : учебник.- 2016. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415>

б) Дополнительная литература

1. Глазырин Г. В. Теория автоматического регулирования [Электронный ресурс]: учебное пособие.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45443> .— ЭБС «IPRbooks»

2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
FidesysBundle 1.4.43 x64	Акт приема передачи по договору №02/12-13 от 16.12.2013
Google Chrome	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	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
MiKTeX 2.9	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit)	бесплатно
R for Windows 3.3.2	бесплатно
STATGRAPHICS Centurion XVI.II	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ЭБС «**ZNANIUM.COM**» www.znanium.com;

ЭБС «**Университетская библиотека онлайн**» <https://biblioclub.ru/>;

ЭБС «**Лань**» <http://e.lanbook.com>.

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

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

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

- Сайт ТвГУ (<http://university.tversu.ru>)
- Сайт факультета прикладной математики и кибернетики ТвГУ (<http://pmk.tversu.ru>)
- Сайт научной библиотеки ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)
- Одна из электронных библиотечных систем:
 - <http://biblioclub.ru>
 - <http://www.iprbookshop.ru>

VI. Методические материалы 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. Типовые входные воздействия в ТАУ

- треугольное
- линейное
- ступенчатое
- гармоническое

2. Что такое переходная функция ?

- реакция САУ на возмущение
- реакция САУ на стохастический сигнал
- реакция САУ на функцию $1(t)$
- реакция САУ на функцию Дирака

3. Корневой критерий устойчивости импульсной САУ

- корни характеристического уравнения расположены в верхней полуплоскости
- корни характеристического уравнения расположены в первом квадранте
- корни характеристического уравнения расположены вне круга единичного радиуса
- корни характеристического уравнения расположены внутри круга единичного радиуса

4. Какие принципы управления используются в ТАУ ?

- по выходному воздействию
- по возмущающему воздействию
- разомкнутое управление
- замкнутое управление

5. Какие оценки качества переходных процессов в САУ позволяют определить степень устойчивости системы?
 - интегральные
 - частотные
 - корневые
6. Какой вид квантования сигналов используется в цифровых системах?
 - по уровню
 - по времени
 - по времени и по уровню
7. К какому виду квантования сигналов относится амплитудно-импульсная модуляция?
 - по уровню
 - по времени
 - по времени и по уровню
8. В какой области анализируются характеристики САУ с помощью математического аппарата метода пространства состояний?
 - во временной
 - в области комплексных переменных
 - в частотной
 - в операторной
9. Чем может характеризоваться движение динамической системы в пространстве состояний?
 - изменением модуля вектора состояния системы
 - изменением вектора состояния системы
 - изменением вектора выходных переменных
 - изменением направления вектора состояния системы
10. Какой математической зависимостью описывается линейная динамическая система N -го порядка в пространстве состояний?
 - дифференциальным уравнением N -го порядка
 - системой N дифференциальных уравнений 1-го порядка
 - векторно-матричным уравнением N -го порядка
11. Динамическая система в пространстве состояний называется наблюдаемой, если:
 - известна собственная матрица системы A
 - известна выходная матрица системы C
 - известен вектор выходной переменной
 - известен вектор выходной переменной, однозначно определяющий вектор состояния системы

12. Динамическая система в пространстве состояний называется управляемой, если:

- при изменении вектора входной переменной изменяется вектор состояния системы
- при изменении вектора входной переменной изменяется по заданному закону вектор выходной переменной
- при изменении вектора состояния системы изменяется вектор выходной переменной
- изменении вектора входной переменной изменяется собственная матрица системы A

13. Какие корни имеет характеристическое уравнение устойчивого колебательного звена

- вещественные положительные
- вещественные отрицательные
- комплексные с отрицательной вещественной частью
- комплексные с положительной вещественной частью
- мнимые

14. Какой из критериев устойчивости САУ является алгебраическим?

- Найквиста
- Гурвица
- Михайлова
- Вышнеградского

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 на зачет

- Основные понятия теории управления.
- Понятие об автоматическом управлении техническими и другими объектами
- Принципы построения систем автоматического управления (САУ)
- Классификация и основные характеристики САУ
- Типовые сигналы в САУ и их математическое представление
- Преобразования Лапласа и их применение в ТАУ
- Понятие о передаточной функции

- Понятие о переходной функции
- Понятие о частотных функциях САУ
- Классификация типовых динамических звеньев
- Соединение типовых звеньев в САУ
- Основные характеристики звеньев
- Логарифмические характеристики САУ
- Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем
- Передаточная функция по ошибке
- Понятие об устойчивости САУ
- Алгебраические критерии устойчивости
- Критерий Найквиста
- Критерий Михайлова
- Понятие о запасе устойчивости
- Качество процессов в САУ
- САУ с запаздыванием
- САУ с распределенными параметрами
- САУ с переменными параметрами
- Понятие о дискретных САУ
- Статистический анализ линейных САУ
- Математическое описание случайных процессов
- Корреляционные и спектральные функции
- Преобразование случайных сигналов в САУ
- Оценка ошибок в САУ при действии шумов
- Импульсные САУ
- Математическое представление импульсных сигналов
- Понятие об импульсном элементе
- Дискретное преобразование Лапласа и Z - преобразование
- Основные свойства дискретных преобразований
- Дискретные функции, их разности и суммы
- Уравнения в конечных разностях
- Передаточные функции импульсных САУ
- Оценка устойчивости импульсной САУ
- Качество процессов управления в импульсной САУ
- Системы управления с ЭВМ
- Многоканальные и многомерные САУ
- Понятие о методе пространства состояний
- Уравнения динамики САУ
- Переходная матрица состояния

- Решения однородного и неоднородного уравнений динамики
- Понятие о нелинейных САУ
- Типовые нелинейные элементы
- Устойчивость нелинейных САУ
- Понятие об оптимальных САУ
- Аналитическое конструирование регуляторов
- Понятие о робастных системах
- Понятие об адаптивном управлении

4. 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.

VIII. 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 лекций и практических работ, семинарских занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции, 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 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 № 310 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран проектор.
--	---

Для самостоятельной работы

Компьютерный класс №2 факультета ПМиК № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
---	--

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	I. Аннотация. IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/ измененные компетенции в соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. № 1456	Протокол № 7 заседания ученого совета от 30.12.2021 года
2	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета

	2) Программное обеспечение		
3	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
4	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 22.08.2023 г., протокол № 1 заседания ученого совета факультета