

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 13.12.2023 10:55:05  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Рассмотрено и рекомендовано  
на заседании Ученого совета  
математического факультета  
протокол №4 от 05.12.2023



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

 В.П.Цветков

06.12.2023 г.

## Программа государственной итоговой аттестации

Аттестационное испытание

«Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена»

Направление подготовки

02.03.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Профиль подготовки

Математическое и компьютерное моделирование

2023г.

## **Пояснительная записка**

Подготовка и сдача государственного экзамена включены в состав государственной итоговой аттестации решением Ученого совета ТвГУ, входят в блок «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации, указанной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утверждаемый Министерством образования и науки Российской Федерации.

Целью государственного экзамена является проверка уровня сформированности компетенций:

**УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений**

УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними

УК-2.2 Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта

УК-2.3 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм

**УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)**

УК-4.1 Выбирает стиль общения на русском языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия

УК-4.5 Публично выступает на русском языке, строит свое выступление с учетом аудитории и цели общения

## **УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности**

УК-9.1 Использует основные принципы экономического анализа (принцип альтернативных издержек, ценности денег с учетом фактора времени и т.п.)

УК-9.2 Использует правовые базы данных и прочие ресурсы для получения информации о своих правах и обязанностях, связанных с осуществлением экономической политики государства

УК-9.3 Использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом)

УК-9.4 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения поставленных целей

УК-9.5 Контролирует собственные экономические и финансовые риски

**УК-10 (Гражданская позиция)** Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности

УК-10.1 Определяет социально-правовую сущность, основные причины и виды проявлений экстремизма, терроризма, коррупции, обосновывает недопустимость экстремистских и террористических взглядов, несовместимость коррупции и эффективной профессиональной деятельности

УК-10.2 Анализирует тексты нормативных правовых актов по вопросам противодействия экстремизму, терроризму, коррупции, а также тексты иных нормативных правовых актов в целях выявления положений, носящих потенциально коррупциогенный характер

УК-10.3 Выявляет признаки и формы экстремизма, терроризма и содействия им; коррупционного поведения, в том числе, конфликта интересов в конкретной сфере профессиональной деятельности

УК-10.4 Разъясняет субъектам права меры ответственности, предусмотренные действующим законодательством за совершение экстремистских, террористических и коррупционных правонарушений

УК-10.5 Предлагает комплексные меры и методы профилактики экстремизма, террористической деятельности, а также минимизации коррупционных рисков в сфере профессиональной деятельности, способы распространения правовых знаний о юридической ответственности за соответствующие правонарушения

**ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

ОПК-1.1 Осуществляет отбор теоретического и практического материала

ОПК-1.2 Решает типовые задачи в рамках профессиональной деятельности

ОПК-1.3 Использует различные методы и приемы решения задач профессиональной деятельности

**ПК-1 Способен анализировать и прогнозировать поведение социально-экономических и природных систем на основе их математических и компьютерных моделей**

ПК-1.1 Составляет и реализует комплексы программ для вычисления основных параметров математических и компьютерных моделей социально-экономических и природных систем

**ПК-2 Способен к формированию организационно-методического обеспечения педагогической деятельности по математике и информатике в общеобразовательных организациях и профессиональных образовательных организациях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения**

ПК-2.1 Соблюдает требования к организационно-методическому и педагогическому обеспечению программ профессионального обучения, среднего профессионального образования

ПК-2.2 Планирует занятия по математике и информатике в общеобразовательных организациях и профессиональных образовательных организациях с учетом уровня подготовки и психолого-возрастных особенностей обучающихся

ПК – 2.3 Разрабатывает учебные программы по математике и информатике в общеобразовательных организациях и профессиональных образовательных организациях

### **Характеристика и порядок проведения государственного экзамена**

Программа государственного экзамена по направлению 01.03.02. «Математика и компьютерные науки» определяется факультетом на основании Положения о проведении государственной итоговой аттестации студентов Тверского государственного университета.

Государственный экзамен проводится в соответствии с графиком учебного процесса и предшествует защите выпускной квалификационной работы.

Государственный экзамен может проходить в дистанционной форме с применением ЭО и ДОТ.

Государственный экзамен проводится в соответствии с графиком учебного процесса на 41-42 учебных неделях и предшествует защите выпускной квалификационной работы.

В программе представлены дисциплины, формирующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции: фундаментальная и компьютерная алгебра, математический анализ, основы компьютерных наук, аналитическая геометрия, дифференциальная геометрия, дифференциальные уравнения, функциональный анализ, комплексный анализ, математическая логика и теория алгоритмов, стохастический анализ, технология программирования и работа на ЭВМ, методы оптимизации, численные методы.

К участию в государственном экзамене допускаются студенты, не имеющие академической задолженности.

По решению государственной экзаменационной комиссии государственный экзамен может проводиться за один или несколько дней в зависимости от количества студентов, допущенных для его прохождения.

Государственный экзамен проводится в устной форме с использованием экзаменационных билетов. Общее количество вопросов программы – 51.

Прохождение государственного экзамена в дистанционной форме не предусмотрено.

Каждый билет содержит 2 вопроса, входящих в программу государственного экзамена. В качестве вопросов формулируются основные теоретические положения, предполагающие их развернутое обоснование при ответе. Формулировка каждого вопроса четко определяет рамки и объем содержания ответа. В приложении по каждому разделу указан рекомендуемый источник, доступный для использования в процессе подготовки к экзамену.

В начале экзамена каждый студент получает один экзаменационный билет. Замена билетов не допускается. Длительность подготовки студентом ответов на вопросы экзаменационного билета не должна превышать 2 академических часов, при этом студент вправе отвечать на вопросы экзаменационного билета без подготовки.

Ответ студента производится в форме выступления перед членами государственной экзаменационной комиссии, допускается использование записей, сделанных студентом при подготовке к ответу на вопросы комиссии. Продолжительность ответа 10–15 минут. Членами государственной экзаменационной комиссии студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, относящиеся к дисциплинам, входящим в программу государственного экзамена.

Возможные оценки на государственном экзамене: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты проведения государственного экзамена оглашаются после окончания государственного экзамена в день его проведения.

За каждый теоретический вопрос членами ГЭК студенту выставляется от 0 до 12 баллов согласно критериям оценки уровня сформированности компетенций, приведённых в таблице.

### Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Компетенция	Критерий	Шкала оценивания
<b>УК-2</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из	<i>Интегративно-деятельностный критерий.</i>	<i>Умения и навыки сформированы полностью</i> – 3 балла

<p>действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p><i>УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними</i></p> <p><i>УК-2.2 Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта</i></p> <p><i>УК-2.3 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм</i></p>	<p>Оценивается владение умениями и навыками, приобретаемым обучающимися в процессе освоения учебных дисциплин.</p>	<p><i>Умения и навыки сформированы частично</i> – 2 балла</p> <p><i>Сформированы отдельные умения и навыки</i> – 1 балл</p> <p><i>Умения и навыки не сформированы</i> – 0 баллов</p>
<p><b>УК-4</b> Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p> <p><i>УК-4.1 Выбирает стиль общения на русском языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия</i></p> <p><i>УК-4.5 Публично выступает на русском языке, строит свое выступление с учетом аудитории и цели общения</i></p>	<p><i>Интегративно-деятельностный критерий.</i></p> <p>Оценивается владение умениями и навыками, приобретаемым обучающимися в процессе освоения учебных дисциплин.</p>	<p><i>Речь четкая, научный стиль выдержан полностью</i> – 3 балла</p> <p><i>Речь четкая, научный стиль выдержан частично</i> – 2 балла</p> <p><i>Речь нечеткая, научный стиль выдержан частично</i> – 1 балл</p> <p><i>Речь нечеткая, научный стиль не выдержан или ответа нет</i> – 0 баллов</p>
<p><b>УК-9</b> Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности</p> <p><i>УК-9.1 Использует основные принципы экономического анализа (принцип альтернативных</i></p>	<p><i>Интегративно-деятельностный критерий.</i></p> <p>Оценивается владение умениями и навыками, приобретаемым</p>	<p><i>Умения и навыки сформированы полностью</i> – 3 балла</p> <p><i>Умения и навыки сформированы частично</i> – 2 балла</p>

<p><i>издержек, ценности денег с учетом фактора времени и т.п.)</i>  <i>УК-9.2 Использует правовые базы данных и прочие ресурсы для получения информации о своих правах и обязанностях, связанных с осуществлением экономической политики государства</i>  <i>УК-9.3 Использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом)</i>  <i>УК-9.4 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения поставленных целей</i>  <i>УК-9.5 Контролирует собственные экономические и финансовые риски</i></p>	<p>обучающимися в процессе обучения.</p>	<p><i>Сформированы отдельные умения и навыки</i>  – 1 балл  <i>Умения и навыки не сформированы</i>  – 0 баллов</p>
<p><b>УК-10</b> Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности  <i>УК-10.1 Определяет социально-правовую сущность, основные причины и виды проявлений экстремизма, терроризма, коррупции, обосновывает недопустимость экстремистских и террористических взглядов, несовместимость коррупции и эффективной профессиональной деятельности.</i>  <i>УК-10.2 Анализирует тексты нормативных правовых актов по вопросам противодействия экстремизму, терроризму, коррупции, а также тексты иных нормативных правовых актов в целях выявления положений,</i></p>	<p><i>Интегративно-деятельностный критерий.</i>  Оценивается владение умениями и навыками, приобретаемым обучающимися в процессе обучения.</p>	<p><i>Умения и навыки сформированы полностью</i>  – 3 балла  <i>Умения и навыки сформированы частично</i>  – 2 балла  <i>Сформированы отдельные умения и навыки</i>  – 1 балл  <i>Умения и навыки не сформированы</i>  – 0 баллов</p>



<p>носящих потенциально коррупциогенный характер.  УК-10.3 Выявляет признаки и формы экстремизма, терроризма и содействия им; коррупционного поведения, в том числе, конфликта интересов в конкретной сфере профессиональной деятельности.  УК-10.4 Разъясняет субъектам права меры ответственности, предусмотренные действующим законодательством за совершение экстремистских, террористических и коррупционных правонарушений.  УК-10.5 Предлагает комплексные меры и методы профилактики экстремизма, террористической деятельности, а также минимизации коррупционных рисков в сфере профессиональной деятельности, способы распространения правовых знаний о юридической ответственности за соответствующие правонарушения.</p>		
<p><b>ОПК-1</b> Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности  <b>ОПК-1.1</b> Осуществляет отбор теоретического и практического материала  <b>ОПК-1.2</b> Решает типовые задачи в рамках профессиональной деятельности  <b>ОПК-1.3</b> Использует различные методы и приемы решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><i>Когнитивный критерий.</i>  Определяется уровень знаний теоретических и методологических основ фундаментальных математических дисциплин, а также дисциплин, связанных с методикой преподавания математики и информатики в средней школе.</p>	<p><i>Ответ верный и полный</i>  – 3 балла  <i>Ответ верный, но неполный</i>  – 2 балла  <i>В ответе имеются ошибки</i>  – 1 балл  <i>Ответ неверный или ответа нет</i>  – 0 баллов</p>

<p><b>ПК-1</b> Способен преподавать математику и информатику в основном общем, среднем общем и среднем профессиональном образовании на основе полученных фундаментальных знаний и научного мировоззрения</p> <p><i>ПК-1.1 Применяет современные методики преподавания профессиональных дисциплин</i></p>	<p><i>Когнитивный критерий.</i>  Определяется уровень знаний теоретических и методологических основ фундаментальных математических дисциплин, а также дисциплин, связанных с методикой преподавания математики и информатики в средней школе.</p> <p><i>Интегративно-деятельностный критерий.</i>  Оценивается владение умениями и навыками, приобретаемым обучающимися в процессе освоения учебных дисциплин.</p>	<p><i>Ответ верный и полный</i>  – 1,5 балла</p> <p><i>Ответ верный, но неполный</i>  – 1 балла</p> <p><i>В ответе имеются ошибки</i>  – 0,5 балл</p> <p><i>Ответ неверный или ответа нет</i>  – 0 баллов</p> <p><i>Речь четкая, научный стиль выдержан полностью</i>  – 1,5 балла</p> <p><i>Речь четкая, научный стиль выдержан частично</i>  – 1 балла</p> <p><i>Речь нечеткая, научный стиль выдержан частично</i>  – 0,5 балл</p> <p><i>Речь нечеткая, научный стиль не выдержан или ответа нет</i>  – 0 баллов</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен осуществлять научно-исследовательскую работу на основе математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий</p> <p><i>ПК-2.1 Актуализирует базовые знания, полученные в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий</i></p> <p><i>ПК-2.2 Формулирует и решает стандартные задачи в</i></p>	<p><i>Когнитивный критерий</i>  Определяется уровень знаний теоретических и методологических основ фундаментальных математических дисциплин, способность осуществлять научно-</p>	<p><i>Утверждение строго доказано, результат сформулировать, получены следствия</i>  – 3 балла</p> <p><i>В обосновании теоретических фактов допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному</i></p>

<i>собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике</i>	<i>исследовательскую работу.</i>	<i>искажению смысла или</i> – 2 балла
		<i>Допущены фактические или логические ошибки, приведшие к частичному искажению смысла</i> – 1 балл
		<i>Рассуждения неверные или доказательства нет</i> – 0 баллов

Общая сумма баллов за ответ на государственном экзамене от 0 до 24.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со шкалой перевода полученных баллов.

<b>Первичный балл</b>	<b>Итоговая оценка</b>
<b>20-24 баллов</b>	«отлично»
<b>16-19 баллов</b>	«хорошо»
<b>8-15 баллов</b>	«удовлетворительно»
<b>0-7 баллов</b>	«неудовлетворительно»

### Содержание программы

#### Фундаментальная и компьютерная алгебра

1. Понятие группы. Группа ортогональных матриц. Группа комплексных корней  $n$ -ой степени из 1.
2. Деление многочленов с остатком. Алгоритм Евклида. Критерий взаимной простоты двух многочленов.
3. Понятие линейного пространства и его базиса. Линейные преобразования. Собственные значения и собственные векторы линейных преобразований.
4. Фундаментальная система решений системы линейных однородных уравнений. Ядро линейного оператора и его образ.
5. Положительные определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.

6. Обзор системы символьной математики MAPLE. Синтаксис и функции ядра системы MAPLE.

### **Математический анализ**

7. Понятие предела числовой последовательности и его основные свойства.
8. Предел и непрерывность функции в точке. Основные свойства.
9. Теорема Вейерштрасса об ограниченности и о достижении экстремальных значений функции, непрерывной на отрезке. Теорема Коши о промежуточных значениях непрерывной функции. Непрерывность обратной функции.
10. Дифференцируемость числовой функции. Производная и дифференциал. Непрерывность дифференцируемой функции. Геометрический смысл производной. Дифференцируемость и арифметические операции. Дифференцируемость композиции функций и обратной функции.
11. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной вещественной переменной.
12. Понятие интеграла Римана. Основные свойства интеграла.
13. Первообразная и неопределенный интеграл. Интеграл с переменным верхним пределом. Теорема о существовании первообразной. Интегрирование по частям и замена переменной в неопределённом интеграле.
14. Числовые ряды. Понятие сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости. Признаки сравнения, Коши и Даламбера сходимости положительных рядов. Признак Лейбница сходимости знакопеременного ряда.
15. Функциональные последовательности и ряды. Поточечная и равномерная сходимость. Непрерывность суммы равномерно сходящегося функционального ряда, образованного непрерывными функциями. Почленное интегрирование функционального ряда. Дифференцирование функциональных рядов.
16. Степенные ряды. Структура области сходимости степенного ряда. Радиус и интервал сходимости. Равномерная сходимость степенных рядов. Теорема Абеля о равномерной сходимости степенного ряда на отрезке, содержащемся в интервале сходимости. Почленное дифференцирование и интегрирование степенных рядов.
17. Тригонометрические ряды Фурье. Лемма Римана. Ядро Дирихле. Формула для частичных сумм Фурье. Достаточные условия сходимости ряда Фурье. Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля для тригонометрических рядов.

### **Аналитическая геометрия**

18. Различные виды уравнения прямой на плоскости и в пространстве. Расстояние от точки до прямой на плоскости. Угол между двумя прямыми.
19. Скалярное, векторное, смешанное произведения векторов в пространстве. Определения свойства, выражение через координаты.
20. Определение кривых второго порядка, их канонические уравнения. Эксцентриситет, директрисы кривых второго порядка, теорема об эксцентриситете.
21. Построение алгебраических кривых и поверхностей в системе символьной математике MAPLE

### **Основы компьютерных наук**

22. Алфавит языка C++. Простые типы данных.
23. Переменные. Выражения. Операторы присваивания. Оператор перехода. Блоки и пустые операторы. Условный оператор. Оператор выбора. Оператор цикла while. Оператор цикла do. Оператор цикла for.
24. Массивы. Строки.

### **Дифференциальная геометрия и топология**

25. Формулы Френе плоской кривой.
26. Кривизна и кручение пространственной кривой.
27. Первая квадратичная форма поверхности. Длина кривой на поверхности.
28. Нормальные сечения. Вторая квадратичная форма поверхности.

### **Дифференциальные уравнения**

29. Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка. Общее и частное решения дифференциального уравнения. Задача Коши. Теорема о существовании решения задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка.
30. Линейное уравнение n-ого порядка с постоянными коэффициентами. Методы нахождения общего решения.
31. Понятие устойчивости по Ляпунову. Первый и второй методы Ляпунова исследования устойчивости решений систем дифференциальных уравнений.

### **Функциональный анализ**

32. Мера открытого ограниченного множества на прямой. Основные свойства меры.
33. Измеримые функции и их свойства.
34. Интеграл Лебега от ограниченной функции. Определение интеграла Лебега. Теорема о среднем, интеграл от константы.
35. Понятие метрического пространства. Примеры метрических пространств. Сходимость в метрических пространствах.

### **Комплексный анализ**

36. Моногенные и голоморфные функции. Условия Коши-Римана. Критерий моногенности функции в точке.
37. Изолированные особые точки. Классификация. Вычет в изолированной особой точке. Формулы для нахождения вычета в полюсе первого и  $n$ -го порядков

### **Математическая логика и теория алгоритмов**

46. Логико-математические языки: язык логики высказываний и язык логики предикатов. Выполнимость и тождественная истинность. Основные законы логики.
47. Алгоритмические проблемы в математике. Некоторые формализации понятия алгоритма: машины Тьюринга и конечные автоматы. Разрешимые и неразрешимые проблемы.
48. Булевы функции, алгебра логики. Выразимость, функциональная полнота и функциональная замкнутость. Критерий Поста функциональной полноты системы булевых функций.

### **Стохастический анализ**

49. Схема независимых испытаний, формулы Бернулли, приближенные формулы для расчета биномиальных вероятностей.

50. Статистические модели, характеристика стандартных параметрических моделей,  
методы оценки параметров.

### **Технология программирования и работа на ЭВМ**

43. Программирование в системе MAPLE. Операторы for, if, while. Процедуры в MAPLE.  
44. Классы и объекты в C++.  
45. Функции (подпрограммы) C++.

### **Методы оптимизации**

46. Задача нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.  
47. Дискретная задача оптимального управления. Метод градиентного спуска.  
48. Задача оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.

### **Численные методы**

49. Аппроксимация численных массивов многочленами методом наименьших квадратов. Оценка погрешности аппроксимации.  
50. Вычисление определенного интеграла по формулам прямоугольников, трапеции, Симпсона. Точностные оценки формул интегрирования.  
51. Метод Ньютона решения нелинейных алгебраических уравнений.

### **Список литературы для подготовки к экзамену**

#### **Фундаментальная и компьютерная алгебра**

1. Курош, А. Г. Курс высшей алгебры / А. Г. Курош. — 24-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 432 с. — ISBN 978-5-507-46865-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322661>
2. Фаддеев, Д. К. Задачи по высшей алгебре : учебник / Д. К. Фаддеев, И. С. Соминский. — 17-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-0427-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210164>
3. Фаддеев, Д. К. Лекции по алгебре : учебное пособие для вузов / Д. К. Фаддеев. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-507-44604-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238499>
4. Дьяконов В.П. - Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН- Пресс, 2006. <https://e.lanbook.com/book/435876>

### **Математический анализ**

1. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления В 3-х тт. Том 3 / Г. М. Фихтенгольц. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 656 с. — ISBN 978-5-507-47239-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/351872>
2. Голубев А. А. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одного действительного переменного: учебное пособие. Тверь : Тверской государственный университет, 2015. - 158 с. <http://texts.lib.tversu.ru/texts/09885ucheb.pdf>
3. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б. П. Демидович. — 25-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 624 с. — ISBN 978-5-507-47148-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332675>

### **Аналитическая геометрия**

1. Ефимов Н.В. Краткий курс аналитической геометрии. М.: Крокос, 2006
2. Кузнецов Б.Т. Математика. М.: ЮНИТИ ДАНА, 2004
3. Клетеник Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии. М.: Наука, 1986.
4. Дьяконов В.П. - Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН- Пресс, 2006.



## **Основы компьютерных наук**

1. Павловская Т.А. С#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2010.
2. Информатика. Базовый курс /Под ред. С.В.Симоновича- СПб.:Питер, 2009. - 639 с.
3. О.Л. Голицына, И.И. Попов Основы алгоритмизации и программирования. Учеб. посо- бие. М.: Инфра-М, Форум, 2006., 317с.

## **Дифференциальная геометрия и топология**

1. Постников М.М. Линейная алгебра и дифференциальная геометрия. - М.: Наука, 1974.
2. Ращевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. - М.: УРСС, 2014.
3. Погорелов А.В. Дифференциальная геометрия. - М.: Наука, 1979.
4. Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. - СПб.: Лань, 2010.

## **Дифференциальные уравнения**

1. Петровский И. Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2009. - 206 с.  
<http://znanium.com/go.php?id=544800>
2. Пантелеев, А. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебное пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова, К. А. Рыбаков. — Москва : Логос, 2010. — 383 с. — ISBN 5-98704-465-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/9280.html>
4. Рыжиков В.Н. Цветков В.П. Сборник практических заданий для индивидуальной работы. Дифференциальные уравнения. Тверь. 2015.  
<http://texts.lib.tversu.ru/texts/09557ucheb.pdf>
3. Боярчук А.К., Головач Г.П. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах. М.: Эдиториал УРСС, 2006.

## **Функциональный анализ**

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа, Физматлит, 2009.
2. Треногин В.А. и др. Задачи и упражнения по функциональному анализу, Физматлит, 2002.
3. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной, Лань, 2008.
4. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа, Лань, 2005.
5. Рудин У. Функциональный анализ, Лань, 2005.

### **Комплексный анализ**

1. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций. Начала теории. - М.: Лань, 2009. Т. 1.
2. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. - М.: Ленанд, 2015.
3. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Лань, 2002.

### **Математическая логика и теория алгоритмов**

1. Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г. Математическая логика. МГУ.-Москва: 2004
2. Судоплатов С.В., Овчинникова Е.В. Математическая логика и теория алгоритмов. Новосиб. гос. техн. ун-т.- Москва – Новосибирск. 2004
3. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. Москва: Физматлит, 2002.

### **Стохастический анализ**

1. Ершова Е.М., Тихомиров Н.Б. Теория вероятностей: примеры и задачи. Тверь, 2004.
2. Ершова Е.М., Миловидов А.Е., Тихомиров Н.Б. Математическая статистика: примеры и задачи. Тверь, 2006.
3. Тихомиров Н.Б. Случайные процессы. Учебное пособие, Тверь, Тв. Гос. ун-т, 2002.
4. Вентцель Е.С., Овчаров С.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. КноРус, 2007.
5. Зубков А.М. Сборник задач по теории вероятностей. 2009.
6. Вентцель Е.С., Овчаров С.А. Задачи и упражнения по теории вероятностей. Академия, 2005.

## **Технология программирования и работа на ЭВМ**

1. Павловская Т.А. С#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2010.
2. Хабибуллин И.Ш. Программирование на языке высокого уровня C/C++. - СПб.: БХВ- Петербург, 2006. - 499 с. - ISBN 5-94157-559-9.
3. Васильев А.Н. С#. Объектно-ориентированное программирование. Учебный курс. – Москва [и др.]: Питер, 2012.

### **Методы оптимизации**

1. Андреева Е.А., Цирулева В.М. Вариационное исчисление и методы оптимизации, М.: Высшая школа, 2006.
2. Андреева Е.А., Цирулева В.М. Численные методы оптимизации. ТвГУ, 2004.
3. Андреева Е.А. Оптимальное управление динамическими системами. Ч. 1, 2. Тверь 1999.
4. Вержбицкий В.М. Численные методы: линейная алгебра и нелинейные уравнения. М.: Высшая школа, 2000.
5. Вержбицкий В.М. Численные методы: математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Высшая школа, 2001

### **Численные методы**

1. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М.: Наука, 1989.
2. Бахвалов Н.С., Жидков В.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Лаборатория базовых знаний, 2002.
3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. М.: Высшая школа, 2002.