

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.07.2022 11:46:09
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a3890ae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»**

Факультет физико-математических и естественных наук
(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Рекомендована МСЧН для направления подготовки:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Государственная итоговая аттестация проводится в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Математика и компьютерные науки

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (ГИА)

Целью проведения ГИА в рамках реализации ОП ВО «Математика и компьютерные науки» является определение соответствия результатов освоения обучающимися ОП ВО соответствующим требованиям ОС ВО РУДН.

Задачами государственной итоговой аттестации являются:

- проверка качества обучения личности основным гуманитарным знаниям, естественнонаучным законам и явлениям, необходимым в профессиональной деятельности;
- определение уровня теоретической и практической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач в соответствии с получаемой квалификацией;
- установление степени стремления личности к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;
- проверка сформированности у выпускника устойчивой мотивации к профессиональной деятельности в соответствии с предусмотренными ОС ВО РУДН типами задач профессиональной деятельности;
- оценка уровня способности выпускников находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовности нести за них ответственность;
- обеспечение интеграции образования и научно-технической деятельности, повышение эффективности использования научно-технических достижений, реформирование научной сферы и стимулирование инновационной деятельности;
- обеспечение качества подготовки специалистов в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

К ГИА допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план ОП ВО.

По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими **универсальными компетенциями (УК)**:

Код и наименование УК
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
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-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)

Код и наименование УК
УК-5: Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6: Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7: Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-9: Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах
УК-10: Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК-11: Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
УК-12: Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

- **общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

Код и наименование ОПК
ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен самостоятельно представлять научные результаты, составлять научные документы и отчеты
ОПК-4 Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-6 Способен использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности
ОПК-7 Способен использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности
ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

- профессиональными компетенциями (ПК):

Код и наименование ПК
ПК-1 Способен разрабатывать и отлаживать программный код
ПК-2 Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы
ПК-3 Способен осуществлять администрирование прикладного программного обеспечения, сетевой подсистемы и систем управления базами данных инфокоммуникационной системы организации
ПК-4 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

3. СОСТАВ ГИА

ГИА может проводиться как в очном формате (обучающиеся и государственная экзаменационная комиссия во время проведения ГИА находятся в РУДН), так и с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ), доступных в Электронной информационно-образовательной среде РУДН (ЭИОС).

Порядок проведения ГИА в очном формате или с использованием (ДОТ) регламентируется соответствующим локальным нормативным актом РУДН.

ГИА по ОП ВО «Математика и компьютерные науки» включает в себя:

- государственный экзамен (ГЭ);
- защиту выпускной квалификационной работы (ВКР).

4. ПРОГРАММА ГЭ

Объем ГЭ по ОП ВО составляет 3 зачетные единицы.

Государственный экзамен проводится в два этапа:

Первый этап – оценка уровня подготовки выпускника в форме **компьютерного тестирования** с использованием средств, доступных в Электронной информационно-образовательной среде РУДН (ЭИОС). Компьютерное тестирование решает задачу выявления общей необходимой компетентности студента в рамках требований ОС ВО РУДН и соответствующей образовательной программы данного направления подготовки.

Второй этап – оценка уровня подготовки выпускника к будущей профессиональной деятельности. Этап проводится в форме устного экзамена. Программа государственного экзамена содержит необходимое число вопросов и/или практических задач из основных разделов ОП ВО для выявления общей необходимой компетентности студента в рамках требований ОС ВО РУДН и соответствующей образовательной программы данного направления подготовки.

На экзамене обучающиеся должны продемонстрировать:

- способность проводить критический анализ, применять системный подход для решения поставленных задач;
- способность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей,

математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности;

- способность анализировать, использовать на практике математические алгоритмы;
- способность понимать принципы работы современных информационных технологий;
- способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности;
- способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности;
- способность разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы.

Примерное содержание государственного экзамена:

- Алгебра
 - Основные понятия коммутативной алгебры. Кольца и поля. Кольцо многочленов. Нормальная форма многочлена. Степень многочлена. Мономиальный порядок. Целостные кольца. Поле частных.
 - Линейная алгебра. Арифметические действия с матрицами. Приведение системы линейных уравнений к треугольному виду. Решение систем линейных уравнений
 - Идеалы и фактор-кольца. Простые числа и конечные поля. Модулярная арифметика. Разложение на простые дроби. Интегрирование рациональных функций.
 - Основные понятия теории Галуа. Алгебраические числа. Расширение поля рациональных чисел. Группы. Конечные группы. Симметрическая группа и ее подгруппы. Группа Галуа алгебраического уравнения.
- Аналитическая геометрия
 - Векторы. Скалярное векторное и смешанное произведение.
 - Уравнения прямых и плоскостей.
 - Эллипс, гипербола, парабола: определения, канонические уравнения и свойства.
 - Общая теория кривых 2-го порядка.
- Дискретная математика и математическая логика
 - Комбинаторика. Основные определения теории множеств. Правило суммы и правило произведения множеств. Размещение, размещение с повторением, сочетание, сочетание с повторением, перестановка, мультимножество.
 - Метод производящих функций. Определение и свойства. Линейные операции с производящими функциями. Свёртка. Вычисление производящих функций для последовательностей. Однородные линейные рекуррентные соотношения. Неоднородные линейные рекуррентные соотношения.
 - Комбинаторные алгоритмы. Генерация перестановок. Генерация сочетаний. Алгоритм разбиения множеств.
 - Алгебра логики. Прямое произведение множеств. Соответствия и функции. Алгебры. Функции алгебры логики. Суперпозиции и формулы. Булева Алгебра. Принцип двойственности. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ). Разложение булевых функций по переменным. Построение СДНФ для функции, заданной таблично.
 - Минимизация булевых функций. Алгоритм Куайна и Мак-Клоски.
 - Полнота и замкнутость систем логических функций. Замкнутые классы. Класс самодвойственных функций. Класс линейных функций.

- Исчисление высказываний и предикатов. Общие принципы построения формальной теории. Метод резолюций для исчисления высказываний. Понятие предиката. Кванторы. Алфавит.
- Предваренная нормальная форма. Алгоритм преобразования формул в предваренную нормальную форму. Скулемовская стандартная форма
- Подстановка и унификация. Алгоритм унификации. Метод резолюций в исчислении предикатов
- Теория конечных графов
 - Основные понятия и определения теории графов. Матричные представления графов. Маршруты, цепи, циклы. Нахождение связанных компонент
 - Метрические характеристики графов. Подграфы. Операции над графами. Двудольные графы
 - Поиск в ширину. Деревья. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы
 - Эйлеровы пути и циклы. Гамильтоновы пути и циклы. Связь между наличием в связном графе гамильтоновых циклов и длиной максимальных простых путей в нем. Нахождение кратчайших путей в ориентированном графе
 - Алгоритмы на графах. Алгоритм Краскала. Алгоритм Прима. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм нахождения эйлерова цикла в графе. Алгоритм построения кратчайшего пути от фиксированной вершины до всех остальных вершин в ориентированном графе, случай неотрицательных весов ребер.
 - Потоки в сетях. Прикладные модели и задачи, примеры применения методов теории графов. Оценки структурных компонент графа. Задача о максимальном потоке и о минимальном разрезе в сети. Максимальный поток в транспортной сети. Задача на нахождение «узких» мест в сети. Задача о потоке минимальной стоимости.
- Математический анализ
 - Множества и функции. Элементы теории множеств. Мощность множества. Теорема Кантора. Действительные числа. Функция (отображение). Построение графиков функций.
 - Пределы последовательностей и функций. Монотонные последовательности. Критерий Коши. Непрерывность функции. Точки разрыва функции. Непрерывность сложной и обратной функций.
 - Производная и ее применение. Производная функции. Дифференциал. Производная обратной и сложной функции. Производные высших порядков. Производные функций, заданных неявно и параметрически. Теоремы Ферма, Ролля, Коши, Лагранжа. Формула Тейлора. Экстремумы функции. Точки перегиба, асимптоты. Исследование функций. Правила Лопиталья.
 - Неопределенный интеграл. Замена переменных в неопределенном интеграле, интегрирование по частям. Интегрирование рациональных и иррациональных функций. Интегрирование дифференциальных биномов. Подстановки Эйлера. Интегрирование выражений с тригонометрическими функциями.
 - Определенный интеграл. Критерий Лебега. Суммы и интегралы Дарбу. Критерий Дарбу. Оценки интеграла Римана, монотонность интеграла и теорема о среднем. Интеграл и производная. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в интеграле Римана. Вычисление длины кривой, площади криволинейной трапеции и объема тел вращения. Кривые в евклидовом пространстве, кривизна кривой. Несобственные интегралы. Критерий Коши, признаки Дирихле и Абеля сходимости несобственного интеграла.

- Функции нескольких переменных. Метрические пространства. Открытые и замкнутые множества в R^n и их свойства. Непрерывные функции в R^n . Свойства функции, заданной на компакте. Дифференцируемые функции в R^n . Дифференцирование сложной функции. Градиент, геометрический смысл дифференциала. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора функции n переменных. Точки локального экстремума функции n переменных. Основные теоремы о неявных функциях. Система неявных функций. Якобиан, теорема об обратном отображении. Условный экстремум функции n переменных.
- Кратные интегралы. Интеграл Римана на n -мерном промежутке. Критерии Лебега и Дарбу интегрируемости функции. Допустимые множества и интегралы на них. Общие свойства интеграла Римана на множестве R^n . Сведение кратного интеграла к повторному. Теорема Фубини. Двойной интеграл: приведение к повторному, замена переменных, приложения. Тройной интеграл и его вычисление. Замена переменных в тройном интеграле. Несобственные интегралы двух и трех переменных. Вычисление площадей плоских фигур. Вычисление объемов тел.
- Криволинейные и поверхностные интегралы. Криволинейный интеграл 1-го и 2-го рода. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Формула Грина. Формула Остроградского-Гаусса. Формула Стокса.
- Элементы теории поля. Скалярные и векторные поля. Градиент, дивергенция, циркуляция, ротор. Специальные поля. Обратная задача векторного анализа.
- Числовые и функциональные ряды. Критерий Коши. Основные свойства сходящихся рядов. Признаки сравнения, Даламбера и Коши сходимости рядов с неотрицательными членами. Интегральный признак Коши сходимости ряда. Абсолютная и условная сходимость ряда. Признак Лейбница сходимости знакочередующегося ряда. Свойства сходящихся рядов. Теорема Римана. Признаки Абеля и Дирихле. Поточечная и равномерная сходимость функционального ряда. Критерий Коши, признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов.
- Степенной ряд и его свойства. Ряд Тейлора. Разложение функции в ряд Тейлора.
- Ряды Фурье. Свойства ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Сходимость в среднем. Тригонометрический ряд Фурье и его свойства. Разложение функций в ряд Фурье. Теорема Дирихле. Принцип локализации Римана. Метод средних арифметических суммирования ряда Фурье. Теорема Вейерштрасса. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье.
- Дифференциальные уравнения
 - Дифференциальные уравнения первого порядка. Интегрирование дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными. Интегрирование однородных дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка. Уравнения не разрешённые относительно производной. Общий метод введения параметра. Уравнения Лагранжа и Клеро.
 - Теоремы существования и единственности. Условие Липшица. Теорема существования и единственности решения задачи Коши в ограниченной области и в полосе.
 - Уравнения высших порядков и системы уравнений. Определитель Вронского. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами.
 - Краевые задачи. Функция Грина.
 - Системы дифференциальных уравнений. Линейные системы. Системы с постоянными коэффициентами. Метод неопределённых коэффициентов. Матричная экспонента. Классификация особых точек. Первые интегралы.

Нелинейные системы. Устойчивость по Ляпунову. Функция Ляпунова. Теорема о первом приближении. Теорема Ляпунова и Четаева. Уравнения в частных производных первого порядка.

- Теория вероятностей и математическая статистика
 - Вероятностное пространство. Классическое вероятностное пространство. Условная вероятность и независимость событий, формулы полной вероятности и Байеса. Схема Бернулли, приближенные формулы, полиномиальная схема.
 - Случайные величины и их распределения. Одномерные случайные величины. Функция распределения вероятностей. Одномерные дискретные случайные величины. Одномерные непрерывные случайные величины. Многомерные случайные величины на примере двумерной. Функция распределения вероятностей двумерной случайной величины. Двумерные дискретные случайные величины. Двумерные непрерывные случайные величины
 - Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание и дисперсия случайных величин. Ковариация и коэффициент корреляции. Моменты высших порядков и другие числовые характеристики случайных величин. Характеристическая функция и преобразование Лапласа-Стилтьеса. Неравенство Чебышева, законы больших чисел, центральная предельная теорема.
 - Основы математической статистики. Основные понятия математической статистики. Оценки неизвестных параметров, свойства оценок, методы нахождения оценок. Статистические гипотезы, критерий отношения правдоподобия, критерий согласия Пирсона.
- Марковские процессы.
 - Случайные процессы, основные характеристики. Определение случайного процесса, классификация случайных процессов. Числовые характеристики случайных процессов
 - Цепи Маркова как дискретные по времени марковские процессы. Определение цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей. Вероятностное распределение. Классификация состояний цепи Маркова. Канонический вид цепи Маркова. Числовые характеристики. Предельное распределение цепи Маркова.
 - Марковские процессы. Определение марковского процесса, матрица переходных вероятностей. Примеры марковских процессов: пуассоновский процесс, процесс чистого рождения, процесс рождения и гибели. Матрица интенсивностей переходов. Дифференциальные уравнения Колмогорова-Чепмена. Вероятностное распределение марковского процесса. Классификация состояний марковского процесса. Предельные вероятности марковского процесса. Построение вложенной цепи Маркова для марковского процесса.
- Функциональный анализ
 - Мера и интеграл Лебега. Пространства L_p
 - Метрические пространства. Аксиомы и основные свойства метрических пространств. Операторы в метрических пространствах. Принцип сжимающих отображений (теорема Банаха).
 - Нормированные пространства. Аксиомы и основные свойства нормированных пространств. Ограниченные операторы в нормированных пространствах. Норма оператора. Непрерывные операторы в нормированных пространствах. Эквивалентность непрерывности и ограниченности для линейных операторов. Эквивалентные и неэквивалентные нормы
 - Пространства со скалярным произведением. Аксиомы и основные свойства пространств со скалярным произведением. Неравенство Коши-Буняковского.

- Равенство параллелограмма. Ортонормированные системы. Неравенство Бесселя. Теорема Рисса об общем виде линейного функционала.
- Дифференциальная геометрия и топология
 - Линейные пространства. Аффинные пространства. Евклидовы пространства. Метрический тензор. Преобразование базиса. Ориентация тройки векторов. Ориентация пространства. Векторное и смешанное произведения. Внешняя алгебра n -векторов.
 - Теория кривых на плоскости и в пространстве. Параметрическое представление. Теории поверхностей.
 - Многообразия. Криволинейные системы координат. Псевдоевклидовы пространства. Пространство Минковского.
 - Тензорная алгебра. Ковариантные и контравариантные векторы. Тензоры. Симметричные тензоры. Метрический тензор. Ассиметричные тензоры. Теория n -форм.
- Методы оптимизации и исследование операций
 - Безусловная оптимизация и элементы теории выпуклых функций. Основные понятия и теоремы методов оптимизации и теории выпуклых функций. Лемма Ферма. Необходимые условия оптимальности второго порядка. Достаточные условия оптимальности второго порядка. Методы минимизации первого порядка. Метод градиентного спуска. Методы сопряженных градиентов. Методы минимизации второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Методы переменной метрики. Методы минимизации нулевого порядка. Случай функции одного аргумента. Метод конфигураций. Метод деформируемого многогранника.
 - Условная оптимизация. Метод множителей Лагранжа. Необходимые и достаточные условия экстремума. Теорема Куна-Таккера.
 - Элементы вариационного исчисления. Основные понятия и теоремы вариационного исчисления. Необходимые и достаточное условие оптимальности.
- Физика
 - Механика. Кинематика. Динамика. Законы сохранения. Вращательное движение. Движение жидкости и газа
 - Электричество и магнетизм. Постоянный ток. Переменный ток. Ток в различных средах. Электромагнитная индукция. Магнитное поле. Уравнения Максвелла
 - Оптика. Геометрическая оптика. Волновая оптика. Интерференция света. Дифракция света. Элементы квантовой физики.
- Теоретическая механика.
 - Основные понятия механики. Материальная точка, механическая система и их аналоги. Неизменяемая система. Абсолютно твердое тело. Сила. Момент силы. Аксиомы о силах. Связи и их классификация. Аксиомы о связях. Идеальные связи. Основные типы связей и их реакции.
 - Кинематика точки. Криволинейные координаты точки. Кинематические характеристики движения точки.
 - Кинематика твердого тела. Определение положения твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Теоремы о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела. Движение твердого тела около неподвижной точки и неподвижной оси. Вектор угловой скорости. Скорости и ускорения точек тела. Геометрическая интерпретация движения. Плоское движение твердого тела. Кинематические показатели. Мгновенный центр скоростей и мгновенный центр ускорений. Подвижная и неподвижная центроиды.

- Сложное движение точки. Основная и подвижная системы отсчета. Теоремы сложения скоростей и ускорений точки. Ускорение Кориолиса. Движение точки относительно системы координат, связанной с Землей. Объяснение абберационного смещения звёзд. Закон Бэра.
- Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений твердого тела. Сложение вращательных движений вокруг пересекающихся, параллельных и скрещивающихся осей. Пара вращений. Сложение поступательных и вращательных движений тела. Сложение винтовых движений.
- Геометрическая статика. Основные задачи статики. Система сходящихся сил. Равнодействующая. Параллельные силы. Центр параллельных сил. Пара сил. Момент пары сил. Произвольная система сил. Приведение произвольной системы сил к главному вектору и главному моменту. Инварианты приведения. Динамический винт.
- Аналитическая статика. Действительные, возможные и виртуальные перемещения точки. Работа силы на виртуальном перемещении точки. Идеальные связи. Работа силы на конечном перемещении точки. Поле сил. Потенциальные силы. Силовая функция. Принцип виртуальных перемещений для систем, стесненных идеальными связями. Уравнения равновесия механической системы в прямоугольных координатах. Метод множителей Лагранжа. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнения равновесия механической системы в обобщенных координатах. Равновесие механической системы в потенциальном силовом поле. Центр тяжести и центр масс механической системы.
- Динамика точки. Законы Ньютона. Уравнения движения материальной точки. Прямая и обратная задачи динамики. Основные динамические показатели движения материальной точки и механической системы: количество движения, момент количества движения, кинетический момент, кинетическая энергия. Общие теоремы динамики точки. Несвободное движение материальной точки. Уравнения движения точки по кривой и поверхности. Сферический маятник. Движение точки под действием центральной силы. Уравнения движения. Формула Бинэ. Движение планет. Закон всемирного тяготения Ньютона. Задача двух тел. Движение искусственных небесных тел.
- Относительное движение точки. Инерциальная и неинерциальная системы отсчета. Уравнения движения точки в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции. Отклонение падающих тел от вертикали. Маятник Фуко.
- Динамика точки переменной массы. Точка переменной массы. Уравнение Мещерского. Задача управления движением точки с помощью реактивных сил.
- Динамика механической системы. Моменты инерции твердого тела. Теорема Гюйгенса. Кинетическая энергия твердого тела. Эллипсоид инерции. Главные оси инерции. Общие теоремы динамики механической системы. Теоремы об изменении количества движения, о кинетическом моменте, о кинетической энергии механической системы. Первые интегралы.
- Динамика твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Физический маятник. Движение твердого тела около неподвижной точки. Классические случаи интегрируемости уравнений динамики тяжелого твердого тела с одной неподвижной точкой: случай Эйлера, случай Лагранжа, случай С.В. Ковалевской.
- Принципы механики. Принцип Даламбера. Принцип виртуальных перемещений Даламбера-Лагранжа. Принцип Журдена. Принцип Гаусса. Принцип стационарного действия Гамильтона. Принцип Остроградского. Принцип

- стационарного действия Лагранжа. Принцип Мопертюи. Принцип стационарного действия Якоби. Оптико-механическая аналогия.
- Уравнения движения механической системы. Уравнения движения механической системы в прямоугольных координатах. Множители Лагранжа. Интеграл энергии. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Функция Лагранжа. Циклические координаты. Уравнения движения механической системы в канонических переменных. Функция Гамильтона. Первые интегралы. Уравнения Аппеля.
- **Архитектура компьютеров и операционные системы**
 - Основные понятия и определения архитектуры ЭВМ. Принципы фон Неймана и классическая архитектура компьютера.
 - Уровень архитектуры команд ЭВМ. Структура и форматы машинных команд. Язык низкого уровня ассемблер. Инструкции. Операнды. Директивы. Трансляция и запуск программы.
 - Назначение и структура центрального процессора. Командный цикл процессора. Этапы исполнения команд процессором.
 - Производительность центрального процессора. Характеристики микропроцессора. Способы повышения производительности центрального процессора. Многоядерность. Организация конвейерного режима работы процессора.
 - Система и механизм прерываний микропроцессора. Виды прерываний. Аппаратные и программные прерывания. Управление прерываниями.
 - Устройства хранения информации. Классификация устройств хранения информации. Иерархическая структура памяти компьютера. Динамическая и статическая память.
 - Файловая система. Задачи файловой системы. Имена файлов и индексные дескрипторы. Типы файлов. Права доступа к файлам. Файлы устройств.
 - Система ввода-вывода. Шины, их характеристики. Порты. Контролеры
 - Монолитные операционные системы. Архитектура монолитной ОС, примеры таких систем. Микроядерные и наноядерные операционные системы.
 - Архитектура UNIX. Файлы и устройства. Процессы. Понятие драйверов файловой системы и их типы.
 - Основы информационной безопасности операционных систем. Концепции безопасности UNIX. Управление пользователями и правами доступа.
 - Понятие логической файловой системы. Монтирование и демонтирование. Физическая организация файловой системы.
 - Сеть в UNIX. Сетевая подсистема. Общие принципы работы. Понятие сокетов. Типы сокетов. Общие принципы взаимодействия ОС через сокет.
 - Управление службами операционной системы. Загрузка операционной системы. Системные службы.
- **Вычислительные системы, сети и телекоммуникации**
 - Архитектура и принципы построения сетей с коммутацией каналов и с коммутацией пакетов.
 - Эталонная модель взаимодействия открытых систем. понятие о протоколе и межуровневом интерфейсе. Сетевые протоколы: физический уровень, канальный уровень, сетевой уровень. Протоколы верхних уровней: прикладной, представительный, сеансовый и транспортный уровни.
 - Принципы построения основных типов сетей телекоммуникаций. Режим асинхронной передачи (АТМ) в широкополосных цифровых сетях, виртуальные пути и виртуальные каналы. Цифровая сеть с интеграцией служб, архитектура

сети, базовый метод доступа. Протокол SIP. Типы серверов, сообщения, адресация. Сети сотовой подвижной связи: архитектура сети GSM, принципы предоставления услуг пользователям.

- Эволюция сетей телекоммуникаций. Общие понятия о сетях 3G, 4G, 5G и 6G. Методы повышения энергоэффективности в беспроводных сетях подвижной связи. Программно-конфигурируемые сети. Технология виртуализации сетевых функций. Технология узкополосного интернета вещей. ехнология нарезки сетевых ресурсов.
- Основы построения моделей функционирования систем и сетей телекоммуникаций. Понятие о показателях качества обслуживания и вероятностно-временных характеристиках. Построение простейшей модели обслуживания вызовов в соте сети подвижной связи, описание модели в виде системы массового обслуживания M/M/C/0. Построение простейшей модели функционирования канала передачи данных, описание модели в виде системы массового обслуживания M/M/1/~.
- Основы информационной безопасности
 - Основы безопасности сетевых информационных технологий. Основы безопасности сетевых информационных технологий. Применение межсетевых экранов для защиты корпоративных сетей
 - Защита информации в современных операционных системах. Практические вопросы защиты операционных систем
 - Криптография. Криптографические примитивы и механизмы. Основы инфраструктуры открытых ключей. Протоколы аутентификации
- Реляционные базы данных
 - Основные понятия о базах данных и СУБД. Краткий исторический очерк развития СУБД. Модели данных. Реляционная модель данных. Концептуальное моделирование БД. ER- и EER-диаграммы. Реляционное моделирование БД. Перевод ER- и EER-модели в реляционную модель. Нормализация реляционных таблиц. 1-я, 2-я, 3-я нормальные формы. Нормальная форма Бойса-Кодда.
 - Реляционная алгебра как математический язык работы с таблицами БД. Основные операции реляционной алгебры. Написание запросов средствами реляционной алгебры.
 - Понятие о языке SQL как о языке запросов к реляционным базам данных. Основные возможности языка SQL. Основные операции группы DML по выборке данных. Операции, связанные с группировкой и вычислением агрегативных функций.
- Системы управления базами данных
 - Основные модели данных СУБД. Различия коммерческих и открытых лицензий. Основные способы доступа к БД. Реляционная модель. Документная модель. Модель ключ-значение. Графовая модель. Индексная модель. Wide-column модель.
 - Общие концепции, понятия и проблемы различных видов СУБД. Основные типы данных. Транзакции. Уровни изоляции транзакций. Древовидные индексы. Полнотекстовые индексы. Гео индексы. Журналы. Языки запросов. Планы выполнения запросов. Курсоры. Вертикальное масштабирование. Горизонтальное масштабирование. Шардинг. Высокая доступность. CAP-теорема. Доступ к СУБД из внешних сред.
 - Реляционные СУБД. Преимущества и недостатки SQL. Структура SQL запроса. Основные типы данных в реляционных БД. Первичный ключ. Автоматическая генерация значение первичного ключа. Признак уникальности значения поля. Создание, изменение, удаление отношений. Добавление, изменение, удаление

записей. Выборка данных из БД с использованием условий. Вложенные запросы, агрегация, соединения, сортировки, ограничения на количество записей в результате. Объединение и пересечения результатов. Exists, all, any, in. Создание, изменение, удаление и использование внешних ключей, основные принципы их работы. Использование индексов. Общая информация о процедурных расширениях. Триггеры. Представления. Курсоры.

- Нереляционные СУБД. Базовые принципы работы с данными в документных СУБД, ключ-значение СУБД, графовых СУБД, поисковых СУБД, wide-column СУБД.
- Кибербезопасность предприятия
 - Обеспечение кибербезопасности предприятия. Основные методы защиты сетей связи предприятия. Методы предотвращения кибератак на базе веб-сети в предприятии. Процедура реагирования на инциденты кибербезопасности. Применение оперативной информации об угрозах.
 - Оценка рисков кибербезопасности предприятия. Использование структурированного представления информации об угрозах STIX. Показатели риска в области кибербезопасности предприятия. Оценка безопасности в сетях связи предприятия. Улучшение восприятия клиентами показателей благонадежности веб-сайта предприятия.
- Основы программирования
 - Программирование типовых алгоритмов. Определение и свойства алгоритма.. Базовые типы данных. Операторы: ввод/вывод, присваивание, условный, выбора. Операторы: циклы, итерация.
 - Основы структурного программирования. Составные типы данных. Массивы. Работа с массивом: поиск, сортировка. Матрицы данных. Работа со строками. Рекурсия. Указатели и функции.
- Обработка данных и визуализация
 - Python. Функции. Строки. Регулярные выражения. Списки. Кортежи. Словари. Счетчики. Множества. Случайность. Поток управления. Истинность. Сортировка. Классы. Тестирование и инструкция assert. Функция zip и распаковка аргументов. Переменные args и kwargs. Аннотация типов.
 - Matplotlib. Графики и диаграммы.
 - Работа с данными. Разведывательный анализ данных. Применение типизированных именованных кортежей. Классы данных dataclasses. Очистка и конвертирование. Оперирование данными. Шкалирование. Снижение размерности
- Технология программирования
 - Динамические структуры данных: списки, очереди, стеки, деревья. Общие свойства динамических структур данных. Списки: односвязные, двусвязные. Стеки: операции в стеках. Очереди: циклическая очередь. Деревья.
 - Принципы объектно-ориентированного программирования. Использование классов в языке C++. Определение класса. Объекты класса. Создание и уничтожение объектов класса. Конструкторы и деструкторы. Правила преобразования указателей. Инициализация объектов. Отличия инициализации от присваивания. Способы реализации инкапсуляции. Функции-элементы и функции-друзья. Статические члены объектов класса. Вложенные и локальные классы.
 - Наследование в объектно-ориентированном программировании. Базовый и производный классы. Правила доступа к элементам производного класса. Иерархия классов. Одиночное и множественное наследование. Особенности доступа при

- множественном наследовании. Полный объект конечного производного класса. Виртуальные базовые классы. Виртуальные функции.
- Шаблоны классов и функций. Наследование шаблонных классов. Правила отождествления параметров шаблона. Применение шаблонных классов для создания контейнерных классов.
 - Основы анализа больших данных
 - Большие данные – основные понятия и задачи. Методы и инструменты анализа больших данных.
 - Пакет R. Операции над различными переменными, простейшая математика в R. Операторы цикла и условия, создание функций в R. Классы данных в R. Ввод и вывод данных в R. Графика в R.
 - Пакеты и функции в R, используемые в анализе больших данных. Пакет bigmemory – создание, хранение, доступ и обработка сверхбольших матриц. Создание объекта класса big.matrix. Операции над объектом. Пакет VGData – анализ данных, связанных с геномными исследованиями. Пакеты bigSurvSGD и bigstatsr.
 - Основы машинного обучения и нейронные сети
 - Базовые методы классификации и регрессии. Логические методы классификации. Метрические методы классификации. Линейные методы классификации. Метод опорных векторов и логистическая регрессия. Метрики качества классификации. Линейная регрессия. Понижение размерности и метод главных компонент.
 - Расширение представления о методах машинного обучения. Композиции алгоритмов. Нейронные сети. Кластеризация и визуализация. Частичное обучение.
 - Интеллектуальные системы
 - Понятие интеллектуальной системы (ИС). История развития ИС. Архитектура, основные проблемы ИС. Логика первого порядка как формальная модель рассуждений. Клеточные автоматы, модели жизни и смерти. Тьюринг. Автоматы Кауффмана.
 - Модели и методы интеллектуальных систем. Модели представления знаний. Семантические сети, назначение, примеры. Фреймы, назначение, примеры.. Продукционная система, структура и схема работы. Эвристические алгоритмы (критерии поиска решения). Правила для решения игры в восемь. Экспертная система, структура и назначение ее модулей. Методы сравнения знаний экспертов. Метод резолюций. ДСМ – метод автоматического порождения гипотез.
 - Методы распознавания образов. Постановка задач классификации (расознавания) и кластеризации объектов. Методы кластеризации и классификации, основные виды, область применения, ограничения и недостатки. Пространство признаков. Меры близости и расстояния. Метрики Евклида, Махаланобиса, Журавлева, Хемминга. Обобщенная метрика Евклида - Махаланобиса и ее свойства.
 - Искусственные нейронные сети. Понятие искусственной нейронной сети (ИНС). Область применения ИНС. Модель искусственного нейрона. Виды активационных функций. Проблема XOR. Перцептрон Розенблатта. Структура ИНС Хемминга, Хопфилда, Кохонена. Сети прямого распространения. Настройка по методу обратного распространения ошибки. Практические примеры использования ИНС (расознавание лиц по фотографиям, классификация степени тяжести заболевания).
 - Интеллектуальные системы управления. Понятие и архитектура интеллектуальной системы управления (ИСУ). ИСУ беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Стабилизация траекторного движения БПЛА. Решение задачи динамического

планирования движения БПЛА по заданному маршруту на основе правил. Решение задачи выбора маршрута БПЛА венгерским методом. Решение задачи коммивояжера. Антагонистические игры преследования-убегания, стратегии поведения игроков. Решение задачи преследования цели.

- Компьютерная алгебра
 - Общая алгебра. Алгебраические структуры, моноиды, группы, подгруппы. автоморфизмы, кольца, идеалы, поля, примеры конечных полей, линейные пространства, модули, алгебры. Алгебры многочленов, полиномиальные кольца. делимость, евклидовы области, полиномиальные кольца над полями. Неприводимые многочлены, теорема об однозначном разложении для многочленов, комплексные корни из единицы, примитивные корни, круговые многочлены, вычисление функции Эйлера.
 - Основы использования системы компьютерной алгебры Maxima. Синтаксис входного языка системы, задачи элементарной и высшей математики в системе Maxima. Аналитическое и численное интегрирование в системе, преобразование степенных рядов, интерполяция в системе Maxima. Решение дифференциальных уравнений в системе Maxima, построение графиков в системе КА Maxima.
 - Алгоритмы компьютерной алгебры. Общие сведения о системах компьютерной алгебры. Проблема представления данных, представления рациональных функций, представления матриц, представления рядов. Полиномиальное упрощение, модулярные методы. p -адические методы, обзор свободно распространяемых и коммерческих систем компьютерной алгебры.
- Компьютерная геометрия
 - Основные библиотеки: NumPy, Matplotlib, SciPy
 - Движения на плоскости. Трансляции. Вращения. Отражения.
 - Конические сечения и циклоидальные кривые. Оптимизированные алгоритмы вычисления точек конических сечений. Вычисление точек циклоидальной кривой на основе вращений окружностей. Создание анимации с помощью FFmpeg.
 - Кубические сплайны. Сплайны Эрмита. Интерполяции полиномами высокого порядка и эффект Рунге. Разновидности кубических сплайнов. Кардинальный сплайн. TCB-сплайн. Кубический сплайн с дополнительными граничными условиями.
 - Кривые Безье. Полиномы Бернштейна. Матричные формулы для кривых Безье. Алгоритм де Кастельжо. Анимация движения опорных ломанных.
 - Подгонка кривых Безье. Рациональные кривые Безье. Подгонка кривых Безье. Рациональные кривые Безье.
 - B-сплайны. Базисы B-сплайнов. Виды узловых векторов. Подгонка B-сплайнов. NURBS-кривые.
- Алгоритмы машинной графики и обработки изображений
 - Средства визуального отображения, характеристики изображений и цветовые системы. Виды данных, представленные в форме изображения. Классификация задач машинной графики. Технические средства визуального отображения. Цветовые системы. Гистограмма тонового изображения. Матрица совместной встречаемости. Форматы графических файлов. Способы хранения и сжатия графической информации.
 - Алгоритмы обработки изображений. Выравнивание гистограммы изображения.. Линейная и нелинейная фильтрация изображений. Методы восстановления изображения по проекциям.

- Алгоритмы построения изображений двумерных и трехмерных объектов. Использование примитивов для построения графических образов. Каркасная модель поверхности трехмерного тела. Алгоритмы удаления невидимых линий.. Построение реалистических изображений методом трассировки лучей. Построение тоновых изображений методами закраски.
- Алгоритмы анализа изображений. Сегментация тоновых изображений. Использование тетрадного дерева для анализа изображений. Алгоритмы построения контура. Алгоритмы прореживания. Алгоритмы заполнения контура.
- Вычислительные методы
 - Интерполяция. Постановка задачи интерполяции, интерполяция полиномами. Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Оценка погрешности интерполяции. Интерполяционный полином в форме Ньютона.
 - Численное интегрирование. Квадратурные формулы численного интегрирования: формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона. Квадратурные формулы интерполяционного типа, оценки погрешностей, составные формулы.
 - Численное решение ОДУ. Аппроксимация конечно-разностных производных.. Метод Эйлера, метод Рунге-Кутты второго порядка, оценка точности. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка, метод Адамса. Решение граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
 - Методы решения основных задач линейной алгебры. Метод Гаусса. LU – разложение. Метод прогонки для системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей. Разложение Холецкого для самосопряженной и положительно определенной матрицы. Нормы векторов, нормы матриц и операторов, эквивалентность норм, согласованность норм, обусловленность матриц. Метод простой итерации. Неявные итерационные методы, метод Зейделя, метод верхней релаксации.
- Математическое моделирование
 - Колебательные системы.
 - Устойчивость.
 - Примеры осцилляторов в физике, химии, биологии.
 - Неавтономные системы.
 - Динамический хаос.
 - Модель прыгающего шарика.
 - Модель Чернавского.
- Имитационное моделирование
 - Имитационное моделирование в NS-2. Основы работы в NS-2: общее описание, список некоторых команд. Файл трассировки. NAM. Xgraph. Gnuplot. AWK.
 - Компонентное моделирование. Scilab, подсистема xcos. OpenModelica. Понятие динамической и событийно-управляемой системы, гибридные системы. Принципы компонентного компьютерного моделирования. Иерархические системы. Блоки и связи между ними. Ориентированные и неориентированные блоки и связи. Неявные взаимодействия компонентов.
 - Сетевые модели и синхронизация событий. Сети Петри. основные понятия и определения. Применение сетей Петри к моделированию программного обеспечения. Задачи синхронизации. Задачи анализа сетей Петри. Методы анализа сетей Петри. Основы работы в CPN Tools.
 - Моделирование систем массового обслуживания и функциональных процессов. Дискретно-событийный подход к моделированию. Проблемно-ориентированный язык и программная среда GPSS/PC. Общие принципы моделирования

информационных и вычислительных процессов в GPSS/PC. Базовые сведения о системе: объекты, переменные и выражения, функции. Модель системы: модельное время и статистика. Внутренняя организация: списки и общая внутренняя последовательность событий. Элементы языка моделирования GPSS/PC. Среда моделирования GPSS/PC: операторы, команды управления, интерактивное взаимодействие.

- Эконометрика
 - Предметная область эконометрики. Модели. Типы моделей. Типы данных.
 - Модель парной регрессии. Различные аспекты множественной регрессии. Подгонка кривой. Метод наименьших квадратов (МНК). Линейная регрессионная модель с двумя переменными. Теорема Гаусса-Маркова. Доверительные интервалы для коэффициентов регрессии.
 - Модель множественной регрессии. Основные гипотезы. МНК. Теорема Гаусса-Маркова. Статистические свойства МНК-оценок. Анализ вариации зависимой переменной. Проверка гипотез. Доверительные интервалы.
 - Различные аспекты множественной регрессии. Мультиколлинеарность. Частная корреляция. VIF коэффициенты. Фиктивные переменные. Спецификация моделей.
 - Некоторые обобщения множественной регрессии. Обобщенный метод наименьших квадратов. Нелинейные модели. Ланеаризации. Процедура Бокса-Кокса
 - Гетероскедастичность и корреляция в времени. Взвешенный МНК.
 - Прогнозирование в регрессионных моделях. Безусловное прогнозирование. Условное прогнозирование. Прогнозирование при наличии авторегрессии ошибок
 - Инструментальные переменные. Двухшаговый метод наименьших квадратов.. Тест Хаусмана. Методология выбора инструментальных переменных.
 - Системы регрессионных уравнений. Внешне не связанные уравнения. Системы одновременных уравнений.
 - Временные ряды. Модели распределённых лагов. Динамические модели. Единичные корни и коинтеграция. Модели Бокса-Дженкинса (ARIMA). GARCH модели
 - Эконометрические пакеты. Gretl. Eviews, PSPP.

Для подготовки обучающихся к сдаче ГЭ руководитель ОП ВО (не позднее чем за один календарный месяц до начала ГИА) знакомит обучающихся выпускного курса с настоящей программой ГИА, исчерпывающим перечнем теоретических вопросов, включаемых в ГЭ, примерами производственных ситуационных задач (кейсов), которые необходимо будет решить в процессе прохождения аттестационного испытания, а также с порядком проведения каждого из этапов ГЭ и методикой оценивания его результатов (с оценочными материалами).

Перед ГЭ проводится обязательное консультирование обучающихся по вопросам и задачам, включенным в программу ГЭ (предэкзаменационная консультация).

Оценивание результатов сдачи ГЭ проводится в соответствии с методикой, изложенной в оценочных материалах, представленных в Приложении к настоящей программе ГИА.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ВКР И ПОРЯДОК ЕЁ ЗАЩИТЫ

ВКР представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся к выполнению, утверждается распоряжением руководителя ОУП, реализующего ОП ВО, и доводится руководителем программы до сведения обучающихся выпускного курса не позднее чем за 6 месяцев до даты начала ГИА.

Допускается подготовка и защита ВКР по теме, предложенной обучающимся (обучающимися), в установленном порядке.

К защите ВКР допускается обучающийся, сдавший ГЭ.

К защите допускается только полностью законченная ВКР, подписанная выпускником (выпускниками), её выполнившим, руководителем, консультантом (при наличии), руководителем выпускающего БУП и ОУП, прошедшая процедуру внешнего рецензирования (для магистратуры и специалитета обязательно) и проверку на объём заимствований (в системе «Антиплагиат»). К ВКР, допущенной до защиты, в обязательном порядке прикладывается отзыв руководителя о работе выпускника при подготовке ВКР.

С целью выявления и своевременного устранения недостатков в структуре, содержании и оформлении ВКР, не позднее чем за 14 дней до даты её защиты, проводится репетиция защиты обучающимися своей работы (предзащита) в присутствии руководителя ВКР и других преподавателей выпускающего БУП.

Защита ВКР проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Аттестационное испытание проводится в виде устного доклада обучающихся с обязательной мультимедийной (графической) презентацией, отражающей основное содержание ВКР.

По завершению доклада защищающиеся дают устные ответы на вопросы, возникшие у членов ГЭК по тематике, структуре, содержанию или оформлению ВКР и профилю ОП ВО. Доклад и/или ответы на вопросы членов ГЭК могут быть на иностранном языке.

Этапы выполнения ВКР, требования к структуре, объёму, содержанию и оформлению, а также перечень обязательных и рекомендуемых документов, представляемых к защите указаны в соответствующих методических указаниях.

Оценивание результатов защиты ВКР проводится в соответствии с методикой, изложенной в оценочных материалах, представленных в Приложении к настоящей программе ГИА.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГИА

Для проведения компьютерного тестирования в рамках ГЭ: компьютерные классы, оснащенные персональными компьютерами с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, MS Teams.

Для защиты ВКР и проведения основной части ГЭ: аудитория, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций, меловой или маркерной доской. Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, MS Teams.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИА

Основная литература для подготовки к ГЭ и/или выполнению и защите ВКР:

1. Введение в коммутативную алгебру / М.Ф. Атья, И. Макдональд; Пер. с англ. Ю.И.Манина. - М. : Факториал Пресс, 2003. - 144 с. : ил. - (20 век. Математика и механика ; Вып.4). - ISBN 5-88688-067-4
2. Гантмахер, Ф.Р. Теория матриц : учебное пособие / Ф.Р. Гантмахер. – 5-е изд. – Москва : Физматлит, 2010. – 560 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83224> (дата обращения: 12.05.2021). – ISBN 978-5-9221-0524-8
3. Александров, П. С. Лекции по аналитической геометрии, дополненные необходимыми сведениями из алгебры с приложением собрания задач, снабженных решениями, составленного А. С. Пархоменко : учебник для вузов / П. С. Александров. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 912 с. — ISBN 978-5-8114-9009-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183619>
4. Постников, М. М. Аналитическая геометрия : учебное пособие / М. М. Постников. — 3-е изд.,испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-0889-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210347>
5. Лекции и практикум по математической логике: учебное пособие / Э.Р. Зарипова, Е.В. Маркова. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2016. - 98 с. - ISBN 978-5-209-07164-8. http://lib.rudn.ru/MegaPro2/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=457497&idb=0
6. Дискретная математика: учебник / В.А. Горбатов, А.В. Горбатов, М.В. Горбатова; В.А. Горбатов и др. - М.: АСТ: Астрель, 2006. - 447 с. - (Высшая школа). - ISBN 5-17-019257-6. - ISBN 5-271-06991-5
7. Дискретная математика: теория конечных графов : учебное пособие / Э.Р. Зарипова, Е.В. Маркова. - Москва : РУДН, 2020. - 170 с. - ISBN 978-5-209-09998-7. ЕТ 67
8. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1, 2, 3, любой год издания.
9. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. Т. 1, 2,3. М., любой год издания.
10. Филиппов А.Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений. — М.: Ленланд, 2013.
11. Бочаров П.П. Теория вероятностей и математическая статистика [текст]: Учебное пособие / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин. - М.: Физматлит, 2005. - 295 с. : ил. - ISBN 5-9221-0633-3
12. Дерр В. Я. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов [электронное издание]: Учебное пособие / Дерр В. Я. - М.: Лань, 2021. - 696 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-6515-6

13. Рыков В.В., Козырев Д.В. Основы теории массового обслуживания (Основной курс: марковские модели, методы марковизации) [электронное издание]: Учебное пособие / Рыков В.В., Козырев Д.В. - М.: ИНФРА-М, 2016. - 223 с. ил. - ISBN 978-5-16-010945-9
14. Рыков В.В. Теория случайных процессов [текст]: Учебное пособие / Рыков В.В. - М.: РУДН, 2009. - 233 с.: ил. - ISBN 978-5-209-03067-6
15. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т. 2 : Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения [электронное издание] / М.Я. Кельберт, Ю.М. Сухов; Пер. с англ. Л. Сахно; Под ред. Ю.Мишуры. - М. : МЦНМО, 2010. - 560 с. : ил. - ISBN 978-5-94057-557-3
16. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа. – М.: Высшая школа, 1982. 2009 (Издательство: Лань). – 271 с.
17. Треногин, В.А. Функциональный анализ : учебник / В.А. Треногин. - 3-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2002. - 488 с. - ISBN 5-9221-0272-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613>
18. Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Мищенко, А.С. Краткий курс дифференциальной геометрии и топологии : учебник / А.С. Мищенко, А.Т. Фоменко. - Москва : Физматлит, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9221-0442-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69322>
19. Шаров, Г.С. Сборник задач по дифференциальной геометрии / Г.С. Шаров, А.М. Шелехов, М.А. Шестакова. - Москва : МЦНМО, 2015. - 112 с. - ISBN 5-94057-207-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63244>
20. Тихомиров В.М., Алексеев В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М.: Физматлит, 2007. 192 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67593>
21. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 2005. 544 с.
22. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2013.
23. Детлаф А.А., Яворский В.М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2014.
24. Савельев И.В. Курс физики, т.1-3. – М.: Наука, 2013.
25. Мухарлямов Р.Г. Принципы и уравнения динамики механических систем. Учебное пособие // Р.Г. Мухарлямов. – Ижевск. Изд-во «Принт-2». 2017 – 99 с.
26. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. В 2-х чч. Ч. 1. Кинематика, статика. Динамика материальной точки. Санкт-Петербург. Изд. «Лань». 2021. 468 с.
27. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. В 2-х чч. Ч. 2. Динамика системы материальных точек. Санкт-Петербург. Изд. «Лань». 2021. 336 с.
28. Таненбаум Э. Архитектура компьютера [Текст] / Э. Таненбаум. — 6-е изд. — СПб. : Питер, 2013. — 874 с. : ил. — (Классика Computer Science). — ISBN 978-5-496-00337-7 : 1011.00. (ЕТ 58)
29. Робачевский А.М. Операционная система UNIX [текст] : Учебное пособие / А.М. Робачевский, С.А. Немнюгин, О.Л. Стесик. — 2-е изд., перераб. и доп. —

- СПб. : БХВ-Петербург, 2005, 2010. — 656 с. : ил. — ISBN 5-94157-538-6 : 164.56. (ЕТ 60)
30. Таненбаум Эндрю. Современные операционные системы [Текст] / Э. Таненбаум. — 2-е изд. — СПб. : Питер, 2006. — 1038 с. : ил. — (Классика Computer Science). — ISBN 5-318-00299-4 : 446.05. (ЕТ 50)
 31. Самуйлов К.Е., Шалимов И.А., Кулябов Д.С., Василевский В.В., Васин Н.Н., Королькова А.В. Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети [Текст/электронный ресурс]: учебник. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 363 с.
 32. Таненбаум Э. Компьютерные сети [Текст] / Э. Таненбаум. — 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 960 с.
 33. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание [Текст/электронный ресурс] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер; Учебник для вузов. — СПб: Питер, 2020. — 1008 с.
 34. Зегжда Д. П., Ивашко А. М. Основы безопасности информационных систем. — М.: Горячая линия — Телеком, 2016. — 452 с.
 35. Мэйволд Э. Безопасность сетей. Эком, 2016 г., 528 с. — <http://www.intuit.ru/department/security/netsec/>
 36. Коннолли Т. и др. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика: пер. с англ. / Т. Коннолли, К.Бегг. - М. и др.: Вильямс, 2017. - 1439 с.
 37. Гарсиа-Молина Г. и др. Системы баз данных. Полный курс: пер. с англ. / Г. Гарсиа-Молина, Дж. Ульман, Дж. Уидом — М., 2017 — 1088 с.
 38. Толмачев Игорь Леонидович. Реляционные базы данных. Базовые понятия и решение задач [Электронный ресурс] : Учебно-методическое пособие / И.Л. Толмачев. - М. : Изд-во РУДН, 2009. - 70 с. - 0.00. <http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2022>.
 39. Черпаков, И. В. Основы программирования : учебник и практикум для вузов / И. В. Черпаков. —Москва : Издательство Юрайт, 2022. —219 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9983-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489747>.
 40. Технология программирования на языке C++: динамические структуры, объекты, классы: учебное пособие / А.С. Панкратов, С.И. Салпагаров. - Электронные текстовые данные. - Москва : РУДН, 2021. - 73 с.
 41. Грас Д. Data Science. Наука о данных с нуля. — Пер. с англ. — 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2021. - 416 с.: ил. ISBN 978-5-9775-6731-2
 42. Devpractice Team. Линейная алгебра на Python. - devpractice.ru. 2019. - 114 с.: ил.
 43. Язык СИ++ : учебное пособие для вузов / В.В. Подбельский. - 5-е изд. - М. : Финансы и статистика, 2002, 2006. - 560 с. : ил. - ISBN 5-279-02204-7
 44. Роберт Кабаков. R в действии = R in Action. — ДМК-Пресс, 2014. — 588 с. — ISBN 978-5-947060-077-1
 45. Хэдли Уикем, Гарретт Гроулмунд. Язык R в задачах науки о данных: импорт, подготовка, обработка, визуализация и моделирование данных = R for Data

- Science: Visualize, Model, Transform, Tidy, and Import Data. — Вильямс, 2017. — 592 с. — ISBN 978-5-9909446-8-8, 978-1-491-91039-9.
46. Норман Мэтлофф[en]. Искусство программирования на R. Погружение в большие данные. = The Art of R Programming: A Tour of Statistical Software Design.. — Питер, 2019. — 416 с. — ISBN 978-5-4461-1101-5.
 47. Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам. Курс лекций. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/voron-ml-1.pdf>, свободный
 48. Осипов, Г.С. Методы искусственного интеллекта / Г.С. Осипов. - Москва :Физматлит, 2011. - 296 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1323-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457464>
 49. Хачумов М. В. Интеллектуальные технологии и системы: учебное пособие / М.В. Хачумов. - Электронные текстовые данные. - Москва : РУДН, 2021. - 291 с. : ил. - ISBN 978-5-209-10900-6 : 373.61. - URL: <https://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/9218>
 50. Фомин М. Б. Основы компьютерной графики и обработки изображений: учебное пособие / М.Б. Фомин, М.В. Хачумов. - Электронные текстовые данные. - М. : РУДН, 2019. - 138 с. : ил. - ISBN 978-5-209-08588-1 : 250.09. - URL: <https://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/8523>
 51. Хачумов, В. М. Введение в методы распознавания образов: учебное пособие / В.М. Хачумов. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2015. - 150 с. : ил. - ISBN 978-5-209-06358-2; [Электронный ресурс]. - URL: http://lib.rudn.ru/MegaPro2/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=445229&idb=0
 52. Чичкарёв Е.А. Компьютерная математика с Maxima. Руководство для школьников и студентов. -М., ALT Linux: 2009. -384 с. Электронная версия - <https://www.altlinux.org/Books:Maxima>.
 53. Стахин Н.А. Основы работы с системой аналитических (символьных) вычислений Maxima (ПО для решения задач аналитических (символьных) вычислений): Учебное пособие. - М.: 2008. - 86 с. URL: <ftp://ftp.altlinux.ru/pub/people/black/MethodBooks/Maxima.pdf>
 54. Дэвенпорт Джеймс. Компьютерная алгебра. Системы, алгоритмы, алгебраические вычисления [Текст] : Пер. с франц. / Д. Дэвенпорт, И. Сирэ, Э. Турнье; Дж. Дэвенпорт и др. - М. : Мир, 1991. - 352 с. : ил. - ISBN 5-03-001658-9 : 4.90. (ФБ 2)
 55. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение. — Москва : Питер, 2018.—ISBN: 978-5-496-03068-7.
 56. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование. — Москва: издательский центр «Академия», 2011. — 272 с.— ISBN 978-5-7695-7168-8.
 57. Численные методы [Текст]: Учебное пособие для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков. - 7-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-9963-0449-3
 58. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин ; под ред. А.А. Самарского. - Москва : Наука, 1978. - 512 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957> (ЕТ 39)

59. Родионов, Ю.В. Основы математического моделирования: учебное электронное издание / Ю.В. Родионов, А.Д. Нахман ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. – 111 с. : табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570456>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1886-1. – Текст : электронный.
60. Самарский Александр Андреевич. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2002. - 320 с. : ил. - ISBN 5-92221-0120-X : 115.94. (ЕТ 20)
61. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер [и др.]; Под ред. П.В. Трусова. - Электронные текстовые данные. - М. : Логос, 2015. - 440 с. : ил. - (Новая Университетская Библиотека). - ISBN 978-5-98704-637-1. URL: <http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/5847>
62. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Моделирование информационных процессов: учебное пособие. - М. : РУДН, 2014. - 192 с. : ил.
63. Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS WORLD : учебно-методическое пособие / С. И. Матюшенко, Д. А. Пяткина, Р. В. Разумчик. – Москва : РУДН, 2020. – 112 с. : ил.
64. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Рудченко Е.А. Scilab: Решение инженерных и математических задач, 2008. - <http://books.altlinux.ru/altlibrary/scilab>
65. Модели с фиктивными переменными и бинарным откликом в пакете Gretl : учебно- методическое пособие для студентов факультета физико-математических и естественных наук / Д.А. Пяткина, С.И. Матюшенко. - Электронные текстовые данные. - Москва : РУДН, 2020. - 40 с. : ил. - ISBN 978-5-209-10433-9 : 194.86. http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=495562&idb=0
66. Математическое моделирование в экономике и финансах : учебно- методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности "Бизнес-информатика" / Д.А. Пяткина, С.И. Матюшенко. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2018. - 40 с. : ил. - ISBN 978-5-209-08322-1 : 71.04. http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=468107&idb=0
67. Елисеева, И. И. Эконометрика : учебник для магистров / И. И. Елисеева ; под ред. И. И. Елисеевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2014. — 449 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3202-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/376042>
68. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие : [16+] / М. Ф. Шкляр. – 9-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 208 с. : табл. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684505>
69. Дрещинский, В. А. Методология научных исследований : учебник для вузов / В. А. Дрещинский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 274 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07187-0. — Текст :

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492409>

Дополнительная литература для подготовки к ГЭ и/или выполнению и защите ВКР:

1. Панкратьев, Е.В. Элементы компьютерной алгебры : учебник / Е.В. Панкратьев ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 247 с. – (Основы информатики и математики). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233322>
2. Курош, А. Г. Курс высшей алгебры : учебник для вузов / А. Г. Курош. — 22-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-6851-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152647>
3. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебно-методическое пособие для студентов компьютерных специальностей РУДН / В.А. Краснов. - Москва : РУДН, 2020. - 116 с. : ил. - ISBN 978-5-209-10568-8 : 116.79.
4. Лекции по аналитической геометрии, пополненные необходимыми сведениями из алгебры с приложением собрания задач, снабженных решениями, составленного А.С.Пархоменко = Учебники для вузов. Специальная литература : учебник для вузов / П.С. Александров. СПб. : Лань, все годы издания. http://lib.rudn.ru/MegaPro2/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=448803&idb=0;
5. Зюзьков, В. М. Введение в математическую логику: учебное пособие / В. М. Зюзьков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-3053-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107935>
6. Зорич В.А. Математический анализ. Ч.1, 2, любой год издания.
7. Никольский С.М. Курс математического анализа. М.: Физматлит, 2000.
8. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. — М.: Либроком, 2012.
9. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения. — М.: Изд-во ЛКИ, 2013.
10. Эльсгольц, Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление / Л.Э. Эльсгольц. - б.м. : б.и., б.г. - 425 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455165>
11. Пяткина Д.А. Теория вероятностей и математическая статистика [электронная книга]: Учебное пособие / Пяткина Д.А. – М.: РУДН, 2016. – 144 с.: ил. - ISBN: 978-5-209-06844-0
12. Курс теории случайных процессов : Учебное пособие для вузов / А.Д. Вентцель. - 2-е изд., доп. - М. : Наука, 1996. - 400 с. : ил. - ISBN 5-02-013948-3
13. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. - М. : Наука, 1991. - 384 с. : ил. - (Физико-математическая библиотека инженера). - ISBN 5-02-014125-9

14. Графы и цепи Маркова : Учебное пособие / Г.П. Башарин. - М. : Изд-во УДН, 1989. - 33 с. : ил.
15. Фиников С. — Курс дифференциальной геометрии. — Москва : URSS, 2017. — 343 с.
16. Дубровин Б. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т. Современная геометрия: Методы и приложения. В 3 т. Т. 1. — Геометрия поверхностей, групп преобразований и полей. — 6-е изд. — Москва : УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 336 с. — ISBN 9785453000470.
17. Дубровин Б. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т. Современная геометрия: Методы и приложения. В 3 т. Т. 2. — Геометрия и топология многообразий. — 6-е изд. — Москва : УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 304 с. — ISBN 9785453000487.
18. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации. Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. М.: МЦНМО, 2011. 620 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313>
19. Гладких, Б.А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики. Ч. 2. Нелинейное и динамическое программирование. Томск: Издательство "НТЛ", 2011. 264 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200917>
20. Маркеев Анатолий Павлович. Теоретическая механика [Текст]: Учебное пособие для университетов / А.П. Маркеев. - М.: Наука, 1990. - 416 с. - ISBN 5-02-014016-3: 1.20. Режим доступа: <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
21. Кирсанов Михаил Николаевич. Maple и MapleT. Решения задач механики [Текст/электронный ресурс]: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - Электронные текстовые данные. - СПб.: Лань, 2016. - 512 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1271-6: 1171.50. Режим доступа: <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
22. Столяров А. В. Программирование: введение в профессию. II: Низкоуровневое программирование. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 496 с. — Режим доступа: http://www.stolyarov.info/books/pdf/progintro_vol2.pdf
23. Столяров А.В. Программирование на языке ассемблера NASM для ОС UNIX. — М.: МАКС Пресс, 2011. — 188 с. — Режим доступа: http://www.stolyarov.info/books/pdf/nasm_unix.pdf
24. Гуров, В.В. Архитектура и организация ЭВМ / В.В. Гуров, В.О. Чуканов. — 2-е изд., испр. — Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. — 184 с. : ил., схем. . — (Основы информационных технологий). - Библиогр. в кн. — ISBN 5-9556-0040-X; То же [Электронный ресурс]. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429021>
25. Сафонов, В.О. Основы современных операционных систем : учебное пособие / В.О. Сафонов. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. — 584 с. — (Основы информационных технологий). — ISBN

- 978-5-9963-0495-0 ; То же [Электронный ресурс]. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233210>.
26. Немет Эви. UNIX — руководство системного администратора [Текст] / Э. Немет, Г. Снайдер, С. Сибасс; Э.Немет, Г.Снайдер, С.Сибасс, Х.Р.Трент. — 3-е изд. — СПб. : Питер, 2004. — 925 с. : ил. — (Для профессионалов). — ISBN 0-13-020601-6. — ISBN 5-318-00754-6 : 280.00. (ЕТ 30)
 27. Башарин Г.П., Гайдамака Ю.В., Самуйлов К.Е., Яркина Н.В. Модели для анализа качества обслуживания в сетях связи следующего поколения [Текст/электронный ресурс]: Уч. пособие. Москва, ИПК РУДН, 2008, 111 с.
 28. Шумский А. А. Системный анализ в защите информации. — Учебное пособие для вузов. — М.: Гелиос АРВ, 2005. — 224 с.
 29. Полянская О.Ю., Горбатов В.С. Инфраструктуры открытых ключей. БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий — ИНТУИТ.ру, 2007. — <http://www.intuit.ru/department/security/pki/>
 30. Галатенко В. А. Основы информационной безопасности. Интернет-университет информационных технологий — ИНТУИТ.ру, 2008 г., 208 с. — <http://www.intuit.ru/department/security/secbasics/>
 31. Галатенко В.А. Стандарты информационной безопасности. Интернет-университет информационных технологий — ИНТУИТ.ру, 2005. — <http://www.intuit.ru/department/security/secst/>
 32. Дейт Крис Дж. Введение в системы баз данных / К.Д. Дейт; Пер. с англ. и ред. К.А.Птицына. - 8-е изд. - М. : Вильямс, 2008. - 1328 с. : ил. - ISBN 978-5-8459-0788-2
 33. Советов Борис Яковлевич. Базы данных: теория и практика [Текст] : Учебник для бакалавров / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 463 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-2913-3 : 369.00.
 34. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Обзор кибербезопасности, Рек. МСЭ-Т X.1205, Международный Союз Электросвязи. 2008. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1205-200804-I>
 35. _Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Руководящие принципы решения проблемы риска проникновения шпионского ПО и потенциально нежелательного ПО, предназначенные для поставщиков услуг электросвязи, Рек. МСЭ-Т X.1207, Международный Союз Электросвязи. 2008. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1207-200804-I/en>
 36. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Методы предотвращения атак на базе веб-сети, Рек. МСЭ-Т X.1211, Международный Союз Электросвязи. 2014. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1211-201409-I/en>
 37. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Требования к сбору и сохранению доказательств инцидентов кибербезопасности, Рек. МСЭ-Т X.1216, Международный Союз Электросвязи. 2020. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1216->

202009-I/en

38. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Руководящие указания по применению оперативной информации об угрозах при эксплуатации сетей электросвязи, Рек. МСЭ-Т X.1217, Международный Союз Электросвязи. 2021. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1217-202101-I/en>
39. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Сценарии использования структурированного представления информации об угрозах, Рек. МСЭ-Т X.1215, Международный Союз Электросвязи. 2019. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1215-201901-I/en>
40. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Показатель риска в области кибербезопасности для укрепления доверия и безопасности при использовании электросвязи/информационно-коммуникационных технологий, Рек. МСЭ-Т X.1208, Международный Союз Электросвязи. 2014. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1208-201401-I/en>
41. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Методы оценки безопасности в сетях электросвязи/информационно-коммуникационных технологий, Рек. МСЭ-Т X.1214, Международный Союз Электросвязи. 2018. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1214-201803-I/en>
42. Серия х: сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность / Проектные решения для улучшенного восприятия конечным пользователем показателей благонадежности, Рек. МСЭ-Т X.1212, Международный Союз Электросвязи. 2017. То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1212-201703-I/en>
43. Python 3 для начинающих. URL: <https://pythonworld.ru/samouchitel-python>
44. Прохоренок Н. А. Python. Самое необходимое. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 416 с.: ил. ISBN 978-5-9775-0614-4
45. Гасников А. В. Современные численные методы оптимизации. Метод универсального градиентного спуска: учебное пособие / А. В. Гасников. – М. : МФТИ, 2018. – 291 с. – Изд. 2-е, доп. ISBN 978-5-7417-0667-1
46. Грас Д. Data Science. Наука о данных с нуля: Пер. с англ.- 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 416с.: ил.
47. Траск Э. Грокаем глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2019. – 352 с.: ил. ISBN 978-5-4461-1334-7
48. Сергеев, Н.Е. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / Н.Е. Сергеев; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. - Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2016. - Ч. 1. - 123 с. - ISBN 978-5-9275-2113-5; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493307>
49. Бахвалов, Н.С. Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н.С. Бахвалов ; ред. И.М. Овчинникова, Е.В.

- Шикин. - Москва : Наука, 1975. - 632 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456941>
50. Самарский Александр Андреевич. Введение в численные методы [Текст] : Учебное пособие для вузов / А.А. Самарский. - 5-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 800 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература. Классическая учебная литература по математике). - ISBN 978-58114-0602-9 : 361.68. (ЕТ 23)
51. Костомаров, Д.П. Вводные лекции по численным методам : учебное пособие / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский. - Москва : Логос, 2006. - 184 с. - (Классический Университетский Учебник). - ISBN 5-98704-160-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89794> (ЕТ 35)
52. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии (изд. 2-е, испр. и дополн.) Издательство РХД, 2011 г. 560 стр. ISBN 978-5-93972-847-8. Режим доступа <http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/>
53. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии : научное издание / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - Москва : Физматлит, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67304>
54. Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение [Текст] : Учебное пособие / Ю.А. Данилов; Предисл. Г.Г.Малинецкого. - 2-е изд., испр. - М. : КомКнига, 2006. - 208 с. - (Синергетика: от прошлого к будущему). - ISBN 5-484-00183-8 : 143.99. (ЕТ 10)
55. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики [Текст] / А.И. Чуличков. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2003. - 296 с. - ISBN 5-9221-0366-0 : 201.19. (ЕТ 10)
56. Грекул В.И., Денищенко Г.Н. Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем. - Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2008. - 308 с.- <http://www.intuit.ru/department/se/devis/>
57. Губарь Ю.В. Введение в математическое моделирование. - Интернет-университет информационных технологий — ИНТУИТ.ру. - 2007. - <http://www.intuit.ru/department/calculate/intromathmodel/>
58. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984. 264 с.
59. Носко В.П. Эконометрика. Элементарные методы и введение в регрессионный анализ временных рядов / В. П. Носко. - М. : ИЭПП, 2004. - 501 с. - ISBN 5-93255-141-0 : 70.00.
60. Эконометрика [Текст] : Учебное пособие для вузов / С.А. Бородич. - 3-е изд., стереотип. - Минск : Новое знание, 2006. - 408 с. : ил. - (Экономическое образование). - ISBN 985-475-206-2 : 215.05.
61. Зехин, В.А. Практикум по многомерным статистическим методам : учебное пособие / В.А. Зехин, В.С. Мхитарян, С.А. Айвазян. - 1-е изд. - Москва : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. - 76 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90409>

62. Салихов, В. А. Основы научных исследований : учебное пособие : [16+] / В. А. Салихов. – 2-е изд., стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 152 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455511>
63. Английский язык для академических целей. English for Academic Purposes : учебное пособие для вузов / Т. А. Барановская, А. В. Захарова, Т. Б. Пospelова, Ю. А. Суворова ; под редакцией Т. А. Барановской. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 220 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13839-9.
64. Краснова, Т. И. Английский язык для специалистов в области интернет-технологий. English for Internet Technologies : учебное пособие для вузов / Т. И. Краснова, В. Н. Вичугов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 205 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8573-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490272>
65. Чикилева, Л. С. Английский язык для публичных выступлений (B1-B2). English for Public Speaking : учебное пособие для вузов / Л. С. Чикилева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08043-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490415>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>


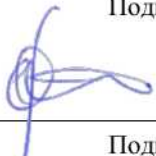
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к сдаче ГЭ и/или выполнению ВКР и подготовке работы к защите¹:

1. Методические указания по выполнению и оформлению ВКР по ОП ВО «Математика и компьютерные науки».
2. Порядок проверки ВКР на объём заимствований в системе «Антиплагиат».
3. Порядок проведения ГИА по ОП ВО «Математика и компьютерные науки» с использованием ДОТ, в т.ч. процедура идентификации личности выпускника.


8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ У ВЫПУСКНИКОВ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система² оценивания уровня сформированности компетенций по итогам освоения дисциплины ОП ВО «Математика и компьютерные науки» представлены в Приложении к настоящей программе ГИА.

РУКОВОДИТЕЛЬ ВЫПУСКАЮЩЕГО БУП:

Зав. кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей		К.Е. Самуйлов
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.
Зав. кафедрой информационных технологий		Ю.Н. Орлов
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Зав. кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей		К.Е. Самуйлов
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.

1 - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице ГИА в ТУИС

2 - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка)