

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор Белорусского  
государственного университета  
**А.Д.Король**

**1 января 2025 г.**  
Регистрационный № 13652/гэ.



**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**для специальности**

**1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)**

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:  
Советом факультета прикладной математики и информатики БГУ  
(протокол № 4 от 24.12.2024)  
Председатель Совета  
Ю.Л.Орлов  
Научно-методическим Советом  
(протокол № 6 от 16.01.2025)  
2025 г.

Программа государственного экзамена для специальности «1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)» разработана на основе образовательного стандарта высшего образования для специальности 1-31 03 03-2021; учебных программ по учебным дисциплинам: «Дифференциальное и интегральное исчисление» (от 02.07.2021 №УД-10201/уч.), «Числовые и функциональные ряды» (от 27.06.2022 № УД-10776/уч.), Несобственные интегралы (от 27.06.2022 № УД-10778/уч.), «Основы высшей алгебры» (от 02.07.2021 №УД-10158/уч.), «Аналитическая геометрия» (от 02.07.2021 №УД-10156/уч.), «Линейная алгебра» (от 08.10.2021 № УД-10157/уч.), «Дифференциальные уравнения» (от 08.07.2022 №УД-11477/уч.), «Функциональный анализ и интегральные уравнения» (от 05.07.2023 № УД-12900/уч.), «Дискретная математика и математическая логика» (от 09.08.2021 № УД-10231/уч.), «Теоретическая механика» (от 05.01.2023 № УД-11551/уч.), «Уравнения математической физики» (от 05.07.2023 №УД-12144/уч.), «Математическое моделирование в естествознании» (от 10.06.2024 № УД-13293/уч.), «Численные методы» (от 05.12.2023 № УД-12607/уч.), «Методы оптимизации» (от 12.06.2023 №УД-11863/уч.), «Основы и методологии программирования» (от 08.07.2022 № УД-11268/уч.), «Промышленное программирование» (от 08.07.2022 №УД-11587/уч.), «Технологии программирования» (от 01.12.2022 № УД-11756/уч.), «Операционные системы» (от 05.07.2023, № УД-12474/уч.), «Модели данных и СУБД» (от 01.12.2022, УД-11600/уч.), «Компьютерные сети» (от 01.12.2023 №УД-12586/уч.).

#### **СОСТАВИТЕЛИ:**

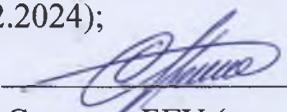
**Ю.Л. Орлович**, декан факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, доцент кафедры биомедицинской информатики факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Т.В. Соболева**, доцент кафедры многопроцессорных систем и сетей факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, заместитель декана по учебной работе и образовательным инновациям, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Н.М. Дмитрук**, заведующий кафедрой методов оптимального управления факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

#### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Советом факультета прикладной математики и информатики БГУ (протокол № 4 от 24.12.2024);

Председатель Совета  Ю.Л. Орлович

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 6 от 16.01.2025)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Государственный экзамен является одной из обязательных составляющих итоговой аттестации студентов. Программа государственного экзамена по специальности «1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)» разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта I ступени высшего образования и действующими Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования.

Программа государственного экзамена определяет и регламентирует структуру и содержание государственного экзамена по специальности «1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)».

В программу государственного экзамена включаются следующие учебные дисциплины, модули:

– «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Числовые и функциональные ряды», «Несобственные интегралы» модуля «Математический анализ»;

– «Основы высшей алгебры», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра» модуля «Геометрия и алгебра»;

– «Дискретная математика и математическая логика» модуля «Дискретная математика и алгоритмика»;

– «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения» модуля «Дифференциальные уравнения и функциональный анализ»;

– «Теоретическая механика», «Уравнения математической физики», «Математическое моделирование в естествознании» модуля «Математическое моделирование»

– «Численные методы» модуля «Методы численного анализа»;

– «Методы оптимизации» модуля «Математические методы принятия решений»;

– «Основы и методологии программирования», «Промышленное программирование», «Технологии программирования» модуля «Программирование»;

– «Операционные системы», «Модели данных и СУБД» модуля «Компьютерные системы»;

– «Компьютерные сети».

Государственный экзамен проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

Цель проведения государственного экзамена по специальности – выявление компетенций специалиста, т. е. теоретических знаний и практических

умений, необходимых для решения теоретических и практических задач специалиста с высшим образованием.

Программа государственного экзамена носит системный, междисциплинарный характер и ориентирована на выявление у выпускника общепрофессиональных и специальных знаний и умений. Выпускник должен:

**знать:**

- современный математический аппарат, применяемый при решении задач прикладной математики и информатики;
- основные задачи и области применения методов математического моделирования, численные характеристики и структурные особенности объектов моделирования, методики исследования моделей;
- методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования;
- технологии программирования, методологии разработки программного обеспечения, методы и средства проверки работоспособности программного обеспечения, основные принципы отладки программного кода.

**уметь:**

- применять полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики;
- применять методы математического моделирования к решению конкретных задач, строить и анализировать математические алгоритмы и реализовывать их с помощью языков программирования;
- применять информационные технологии в практической деятельности и анализировать полученные решения вычислительных задач.

**владеть:**

- навыками применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыками построения и реализации основных математических алгоритмов;
- методами математического моделирования при анализе актуальных задач на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук.

Освоение образовательной программы «1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)» должно обеспечить формирование следующих универсальных и базовых профессиональных компетенций:

*универсальные компетенции:*

- УК. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

УК. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;

*базовые профессиональные компетенции:*

БПК. Решать математические задачи и строить логические цепочки утверждений;

БПК. Применять основы дифференциального и интегрального исчисления, методы математического анализа к решению прикладных задач;

БПК. Использовать методы аналитической геометрии и линейной алгебры при решении задач в области прикладной математики;

БПК. Применять навыки построения, анализа и тестирования алгоритмов и программ для решения типовых задач прикладной математики;

БПК. Применять при проектировании приложений такие парадигмы программирования как структурное, объектно-ориентированное и функциональное программирование, а также иные парадигмы, разрабатывать программное обеспечение в интегрированных средах разработки;

БПК. Разрабатывать метод математического моделирования для решения задач в различных предметных областях, применять основные уравнения теоретической механики, математической физики для моделирования физических процессов, реализовывать на современных языках программирования построенные алгоритмы;

БПК. Составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить и обосновывать выбор оптимального метода решения, интерпретировать смысл полученного математического результата;

БПК. Использовать принципы численных методов и навыки прикладного численного моделирования для решения основных задач высшей математики и математической физики, выбирать оптимальный алгоритм для решения конкретных задач.

*специализированные компетенции:*

СК. Решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов дискретной математики и математической логики, применять методы решения задач комбинаторики, теории множеств, теории графов, математической логики, булевых функций, формальных языков и грамматик.

СК. Решать задачи дифференциального и интегрального исчисления, использовать методы дифференциального исчисления при построении и исследовании математических моделей естественнонаучных процессов.

СК. Использовать основные положения функционального анализа при решении прикладных задач, возникающих в различных областях естествознания, в частности, описываемыми интегральными уравнениями.

СК. Реализовывать принципы построения и функционирования современных операционных систем, создания многопроцессорных и многопоточных приложений, организации файловых систем; использовать основные алгоритмы управления временем и виртуальной памятью, механизмы обеспечения коммуникаций между выполняющимися процессами.

СК. Проектировать схемы баз данных, создавать запросы для взаимодействия с данными и объектами базы данных.

СК. Строить и анализировать математические модели для задач принятия оптимальных решений в прикладных областях экономики, обосновывать методы их теоретического исследования, включающие аппарат математического программирования, теории игр, вариационного исчисления, оптимального управления и упорядочения.

СК. Понимать принципы построения компьютерных систем и сетей, применять алгоритмы работы протоколов маршрутизации в IP-сетях, создавать сетевые приложения.

## **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

Экзамен (ответы студентов и беседа с экзаменуемым) проводится на русском или белорусском языке.

В ходе подготовки, экзаменуемые имеют право использовать учебные программы соответствующих дисциплин, научную и справочную литературу, методические материалы кафедр, размещенные в открытом доступе на сайте факультета и университета (учебные пособия, курсы лекций, мультимедийные презентации, электронные учебно-методические комплекты, методические указания, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.). Также в процессе подготовки может быть использован *эвристический подход*, который предполагает: осуществление студентами лично-значимых открытий окружающего мира; демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем; творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов; индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

На подготовку к ответу на государственном экзамене обучающемуся при освоении содержания образовательных программ высшего образования I ступени отводится не менее 30 минут не более одного астрономического часа, на сдачу государственного экзамена отводится до 30 минут.

## **СТРУКТУРА ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА**

Вопросы экзаменационного билета по учебным дисциплинам: «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Числовые и

функциональные ряды», «Несобственные интегралы» модуля «Математический анализ»; «Основы высшей алгебры», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра» модуля «Геометрия и алгебра»; «Дискретная математика и математическая логика» модуля «Дискретная математика и алгоритмика»; «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения» модуля «Дифференциальные уравнения и функциональный анализ»; «Теоретическая механика», «Уравнения математической физики», «Математическое моделирование в естествознании» модуля «Математическое моделирование» «Численные методы» модуля «Методы численного анализа»; «Методы оптимизации» модуля «Математические методы принятия решений»; «Основы и методологии программирования», «Промышленное программирование», «Технологии программирования» модуля «Программирование»; «Операционные системы», «Модели данных и СУБД» модуля «Компьютерные системы»; «Компьютерные сети», отражают содержание образовательной программы высшего образования по специальности «1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)».

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов по темам теоретического материала, позволяющие оценить полученные в процессе обучения знания и практические навыки.

Характеристика теоретической части:

Первый вопрос билета включает разделы фундаментальных математических знаний, необходимых для решения прикладных задач, второй – знания из области теории алгоритмов, моделирования, программно-компьютерных технологий, необходимые для построения соответствующего программного комплекса, автоматизирующего процесс решения задачи.

Каждый экзаменационный вопрос затрагивает большой раздел или несколько разделов ранее изученных дисциплин. Отвечая на вопросы государственного экзамена, студент должен продемонстрировать грамотное изложение соответствующего материала, видение того, какое место и значение занимает этот материал в комплексе полученных знаний, междисциплинарные знания.

Формулировка вопроса в экзаменационном билете является краткой (в виде постановки вопроса).

Для уточнения экзаменационной отметки члены ГЭК могут задавать обучающемуся дополнительные вопросы в соответствии с программой государственного экзамена. Количество дополнительных вопросов не должно превышать трех.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

### Раздел 1. Учебные дисциплины «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Числовые и функциональные ряды», «Несобственные интегралы», «Теория функций комплексного переменного» модуля «Математический анализ»

#### *Тема 1. Функции одной и нескольких переменных*

Функции, заданные явно. Критерий монотонности, критерий выпуклости, экстремумы. Функции, заданные неявно. Теорема о неявной функции. Функции, заданные, как сумма функционального ряда, как интегралы, зависящие от параметра, и их функциональные свойства.

#### *Тема 2. Интегралы*

Определения интеграла Римана, интеграла Лебега, несобственных интегралов, кратных, криволинейных и поверхностных интегралов. Аналитические методы вычисления интегралов и примеры их использования.

#### *Тема 3. Функциональные последовательности и ряды*

Поточечная и равномерная сходимости функциональных последовательностей и рядов. Теорема о непрерывности суммы функционального ряда, теоремы о почленном дифференцировании и о почленном интегрировании функциональных рядов. Радиус сходимости степенного ряда и его вычисление. Представление функций степенными рядами и тригонометрическими рядами Фурье. Использование рядов при решении функциональных уравнений.

#### *Примерный перечень вопросов по разделу 1. для подготовки к государственному экзамену.*

1. Функции одной и нескольких переменных
2. Интегралы
3. Функциональные последовательности и ряды

### Раздел 2. Учебные дисциплины «Основы высшей алгебры», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра» модуля «Геометрия и алгебра»

#### *Тема 1. Векторные пространства и линейные операторы в конечномерных векторных пространствах*

Векторное пространство его базис и размерность. Линейные операторы в конечномерных векторных пространствах и их матрицы. Подобие матриц. Критерий подобия. Нормальные формы матриц.

#### *Тема 2. Системы линейных алгебраических уравнений*

Неоднородные системы. Критерий совместности линейных систем (теорема Кронекера-Капелли). Структура общего решения однородных и неоднородных систем.

***Примерный перечень вопросов по разделу 2. для подготовки к государственному экзамену.***

4. Векторные пространства и линейные операторы в конечномерных векторных пространствах
5. Системы линейных алгебраических уравнений

**Раздел 3. Учебная дисциплина «Дискретная математика и математическая логика» модуля «Дискретная математика и алгоритмика»**

***Тема 1. Булевы функции и их представления***

Понятие булевой функции. Реализация булевых функций формулами. Совершенные дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы, полином Жегалкина. Замкнутые классы и полнота систем булевых функций. Важнейшие замкнутые классы булевых функций (классы функций, сохраняющих константы, классы самодвойственных, линейных и монотонных функций). Критерий полноты и примеры полных систем булевых функций.

***Тема 2. Графы. Основные классы графов***

Определение графа. Способы задания графов. Изоморфизм графов. Деревья и их свойства. Двудольные графы и критерий двудольности. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера. Гомеоморфные графы. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского. Эйлеровы графы и критерий эйлеровости. Гамильтоновы циклы и цепи. Достаточные условия гамильтоновости графов. Раскраска графа. Хроматическое число и хроматический многочлен.

***Тема 3. Алгоритмы и рекурсивные функции***

Классические модели алгоритмов: Машины Тьюринга. Детерминированные и недетерминированные машины Тьюринга (одноленточные и k-ленточные). Временная сложность машин Тьюринга. Представление о классах P и NP. Проблема  $P \stackrel{?}{=} NP$ . Полиномиальная сводимость и NP-полные проблемы.

***Примерный перечень вопросов по разделу 3. для подготовки к государственному экзамену.***

6. Булевы функции и их представления
7. Графы. Основные классы графов
8. Алгоритмы и рекурсивные функции

**Раздел 4. Учебные дисциплины «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения» модуля «Дифференциальные уравнения и функциональный анализ»**

***Тема 1. Линейные дифференциальные уравнения и системы***

Методы построения общих решений однородных и неоднородных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, формула Коши для нестационарных линейных систем.

***Тема 2. Общая теория дифференциальных уравнений***

Существование и единственность решения задачи Коши (теорема Пикара-Линделефа). Непрерывная зависимость решений дифференциальных уравнений от начальных условий и правых частей. Устойчивость стационарных и нестационарных систем дифференциальных уравнений.

***Тема 3. Принцип сжимающих отображений и его применение***

Банахово пространство. Сжимающее отображение. Теорема Банаха о неподвижной точке сжимающего отображения. Применение принципа сжимающих отображений к решению СЛАУ и интегральных уравнений второго рода. Метод резольвент.

***Тема 4. Компактные множества и компактные операторы***

Компактные множества в конечномерных и бесконечномерных пространствах. Компактные операторы в банаховых пространствах. Компактность интегрального оператора. Разрешимость уравнений второго рода с компактным оператором. Теоремы Фредгольма.

***Примерный перечень вопросов по разделу 4. для подготовки к государственному экзамену.***

9. Линейные дифференциальные уравнения и системы
10. Общая теория дифференциальных уравнений
11. Принцип сжимающих отображений и его применение
12. Компактные множества и компактные операторы

**Раздел 5. Учебные дисциплины «Уравнения математической физики», «Теоретическая механика», «Математическое моделирование в естествознании» модуля «Математическое моделирование»**

***Тема 1. Методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений с частными производными***

Корректная постановка задачи Коши. Метод характеристик для решения задачи Коши для волнового уравнения. Метод Римана. Метод интегральных преобразований для решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.

***Тема 2. Дифференциальные модели. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными***

Постановка краевых задач для волнового уравнения. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Уравнение Лапласа и Пуассона. Задача Дирихле, задача Неймана. Метод Фурье для решения смешанных задач.

***Тема 3. Задачи для уравнений эллиптического типа***

Гармонические функции, их свойства. Фундаментальное решение для уравнения Лапласа. Объемный и поверхностный потенциалы. Принцип максимума для гармонических функций, корректность краевых задач для уравнения Пуассона. Формулы Грина для гармонических функций. Функция Грина.

***Тема 4. Уравнения Лагранжа второго рода***

Обобщенные координаты. Число степеней свободы. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа. Консервативные силы. Силовая функция. Кинетический потенциал системы. Уравнения Лагранжа для консервативных сил.

***Тема 5. Модели и моделирование, их определение и роль***

Модели и моделирование. Определение и классификация моделей. Основные этапы метода математического моделирования. Основные цели моделирования. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Требования к математическим моделям.

***Тема 6. Постановка краевых задач в задачах моделирования (в физике и биологии)***

Постановка начально-краевых задач при моделировании физических процессов под воздействием электромагнитного поля и биологических процессов для популяций особей. Определение диссипативных структур. Общая схема применения клеточных автоматов. Понятие и схема построения абстрактных эволюционных моделей.

***Примерный перечень вопросов по разделу 5. для подготовки к государственному экзамену.***

13. Методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений с частными производными
14. Дифференциальные модели. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными
15. Задачи для уравнений эллиптического типа
16. Уравнения Лагранжа второго рода
17. Модели и моделирование, их определение и роль
18. Постановка краевых задач в задачах моделирования (в физике и биологии)

**Раздел 6. Учебная дисциплина «Численные методы»**

## **модуля «Методы численного анализа»**

### ***Тема 1. Численные методы решения нелинейных уравнений, систем и задач оптимизации***

Итерационные методы решения нелинейных уравнений и систем: метод простой итерации, Ньютона и его видоизменения. Градиентные методы и метод Ньютона для решения задач нелинейной оптимизации.

### ***Тема 2. Приближение функций. Основные способы приближения функций и соответствующие алгоритмы***

Существование и единственность элемента наилучшего приближения в линейных нормированных пространствах. Наилучшее среднеквадратичное приближение. Интерполирование: основные представления интерполяционного многочлена и остатка интерполирования. Сплайн-приближения.

### ***Тема 3. Приближенное вычисление интегралов***

Основные типы квадратурных формул (интерполяционные квадратуры, квадратуры наивысшей алгебраической степени точности); практическая оценка погрешности квадратур. Простейшие кубатурные формулы.

### ***Тема 4. Методы численного решения начальных и граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений***

Одношаговые (Рунге-Кутта) и многошаговые (Адамса) методы решения начальной задачи, их простейшие характеристики; правило Рунге практической оценки погрешности; методы решения граничных задач: основанные на сведении к начальной задаче, проекционные, сеточные.

### ***Примерный перечень вопросов по разделу 6. для подготовки к государственному экзамену.***

19. Численные методы решения нелинейных уравнений, систем и задач оптимизации
20. Приближение функций. Основные способы приближения функций и соответствующие алгоритмы
21. Приближенное вычисление интегралов
22. Методы численного решения начальных и граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

## **Раздел 7. Учебные дисциплины «Методы оптимизации» модуля «Математические методы принятия решений»**

### ***Тема 1. Симплекс-метод как основной метод решения задач линейного программирования***

Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения. Геометрическая интерпретация итерации симплекс-метода. Базисный

план. Потенциалы, оценки. Критерий оптимальности. Двойственная задача к канонической и нормальной формам. Физический смысл двойственных переменных.

### ***Тема 2. Метод множителей Лагранжа в нелинейном и выпуклом программировании***

Постановка задачи нелинейного программирования со смешанными ограничениями. Понятие регулярного плана. Функция Лагранжа (классическая). Классическое правило множителей Лагранжа. Выпуклые функции и множества. Задача выпуклого программирования. Седловая точка. Теорема Куна-Таккера. Условия Куна-Таккера в случае дифференцируемых функций.

### ***Тема 3. Метод ветвей и границ, динамическое программирование для решения конечномерных экстремальных задач***

Определение метода ветвей и границ. Схемы одностороннего и полного ветвлений. Примеры применения. Понятие динамического программирования. Три этапа решения. Задача распределения ресурсов (постановка, уравнение Беллмана, решение). Примеры применения метода динамического программирования.

### ***Тема 4. Бесконечномерные экстремальные задачи***

Постановка основной задачи вариационного исчисления. Сильная и слабая минимали. Условия Эйлера в дифференциальной форме. Условие Лежандра-Клебша. Условие Якоби. Достаточные условия слабой минимали.

### ***Примерный перечень вопросов по разделу 7. для подготовки к государственному экзамену.***

23. Симплекс-метод как основной метод решения задач линейного программирования
24. Метод множителей Лагранжа в нелинейном и выпуклом программировании
25. Метод ветвей и границ, динамическое программирование для решения конечномерных экстремальных задач
26. Бесконечномерные экстремальные задачи

## **Раздел 8. Учебные дисциплины «Основы и методологии программирования», «Промышленное программирование», «Технологии программирования» модуля «Программирование»**

### ***Тема 1. Основные типы данных в языках программирования и операции над ними***

Базовые типы данных и их характеристики. Простые и структурированные типы. Массивы. Записи. Строковые типы. Ссылочные типы. Классы и объекты. Пользовательские типы данных. Совместимость типов. Приведение типов.

Ввод-вывод данных. Операции над данными. Работа со статическими и динамическими данными. Хранение и обработка объектов. Коллекции. Интерфейсы коллекций.

### ***Тема 2. Парадигмы программирования. Объектно-ориентированное программирование***

Функциональное и параллельное программирование. Классы и объекты. Жизненный цикл объекта. Типы отношений между классами. Основные принципы объектно-ориентированного программирования: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Переопределение методов и полиморфизм. Перегрузка методов. Виртуальные методы и абстрактные классы. Раннее и позднее связывание. Организация доступа к элементам класса. Конструкторы, деструкторы. Библиотеки классов. Интерфейсы. Основные типы данных в языках программирования и операции над ними.

### ***Тема 3. Проектирование и разработка приложений Java***

Типы приложений. Консольное приложение. GUI-приложение. Платформа Java EE. WEB-приложения – сервлеты и JSP. Ресурсы и файлы конфигурации приложений. Класс Properties. Тестирование программного обеспечения.

### ***Тема 4. Унифицированный язык моделирования UML***

Унифицированный язык моделирования (Unified Modeling Language–UML), спецификации, история развития. Классификация диаграмм (структурные и поведенческие). Диаграммы вариантов использования, их элементы и связи между элементами. Диаграммы деятельности. Диаграммы классов, их элементы и связи между элементами. Шаблон класса (параметризованный класс). Активный класс. Область применения диаграмм классов.

### ***Тема 5. Анализ и проектирование программного обеспечения***

Классические методы анализа требований к программному обеспечению (структурный анализ, методы анализа, ориентированные на структуры данных). Классические методы проектирования (метод структурного проектирования и метод проектирования Майкла Джексона). Объектно-ориентированный анализ и проектирование. Базовые принципы. Архитектурное и детальное проектирование. Проектирование пользовательского интерфейса. Аспектно-ориентированное и предметно-ориентированное проектирование.

### ***Примерный перечень вопросов по разделу 8. для подготовки к государственному экзамену.***

27. Основные типы данных в языках программирования и операции над ними
28. Парадигмы программирования. Объектно-ориентированное программирование

29. Проектирование и разработка приложений Java
30. Унифицированный язык моделирования UML
31. Анализ и проектирование программного обеспечения

## **Раздел 9. Учебные дисциплины «Операционные системы», «Модели данных и СУБД» модуля «Компьютерные системы»**

### ***Тема 1. Процессы и потоки***

Определения. Состояния потока. Диаграмма состояний потока. Планирование процессов в операционных системах. Алгоритмы планирования процессов: FCFS, SPN, RR, SRT.

### ***Тема 2. Взаимодействие процессов***

Синхронизация потоков. Условная синхронизация, взаимное исключение. Каналы передачи данных. Передача сообщений между процессами, типы адресации процессов. Синхронный и асинхронный обмен данными.

### ***Тема 3. Определение понятий «базы данных» и «СУБД»***

Классификация СУБД по типам поддерживаемых моделей. Клиент-серверные и настольные СУБД. Фазы жизненного цикла системы обработки данных.

### ***Тема 4. Проектирование БД. Реляционная модель базы данных. Нормализация данных, типы нормальных форм***

Ключи, требования к ключам. Функциональные зависимости. Нормализация данных, типы нормальных форм.

### ***Тема 5. Язык SQL***

Составные части SQL: язык определения данных (DDL), язык манипуляции данными (DML). Понятие транзакции, операторы управления транзакциями.

### ***Примерный перечень вопросов по разделу 9. для подготовки к государственному экзамену.***

32. Процессы и потоки
33. Взаимодействие процессов
34. Определение понятий «базы данных» и «СУБД»
35. Проектирование БД. Реляционная модель базы данных. Нормализация данных, типы нормальных форм
36. Язык SQL

## **Раздел 10. Учебная дисциплина «Компьютерные сети»**

### ***Тема 1. Основные понятия компьютерных сетей. Принципы организации. Сетевые протоколы***

Цели создания компьютерных сетей. Интерфейсы. Проблемы связи нескольких компьютеров. (Выбор физической топологии. Адресация узлов. Коммутация (Определение потоков, определение маршрутов, коммутация в транзитном узле, мультиплексирование и демultipлексирование). Классификации компьютерных сетей. Протокол. Межуровневый интерфейс. Стек протоколов. Модель и стек протоколов OSI и TCP/IP. Протоколы, используемые в сети Интернет: HTTP, FTP, POP, IMAP, SMTP и др.

***Тема 2. Основные принципы построения и архитектура сети Интернет. Алгоритмы и протоколы внешней и внутренней маршрутизации***

Понятие Автономной системы. Цели и задачи маршрутизации. Дистанционно-векторные алгоритмы и алгоритмы состояния связей. Протоколы внутренней маршрутизации (RIP, OSPF, EIGRP), протокол внешней маршрутизации BGP.

***Примерный перечень вопросов по разделу 10. для подготовки к государственному экзамену.***

37. Основные понятия компьютерных сетей. Принципы организации. Сетевые протоколы
38. Основные принципы построения и архитектура сети Интернет. Алгоритмы и протоколы внешней и внутренней маршрутизации

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Размыслович, Г. П. Аналитическая геометрия: учебные материалы для студентов факультета прикладной математики и информатики. В 2 ч. Ч.1. Истемы координат. Векторы / Г. П. Размыслович, А. В. Филипцов. - Минск : БГУ, 2022.
2. Размыслович, Г. П. Аналитическая геометрия: учебные материалы для студентов факультета прикладной математики и информатики. В 2 ч. Ч.2. Линии и поверхности первого и второго порядков / Г. П. Размыслович, А. В. Филипцов. - Минск : БГУ, 2022. - 57с.
3. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: учебник для вузов / Курош А. Г. - 25-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 432 с.
4. Котов, В. М. Теория алгоритмов. Организация перебора и приближенные алгоритмы: учеб. -метод. пособие / В. М. Котов, Е. П. Соболевская, Г. П. Волчкова. – Минск: БГУ, 2022. – 151 с.
5. Лекции по теории графов : учебное пособие для студ., обуч. по спец. "Математика" и "Прикладная математика" / В. А. Емеличев [и др.]. – Изд. стер. – Москва : URSS : ЛЕНАНД, 2021. – 383 с.
6. Сборник задач по теории алгоритмов. Структуры данных: учеб. -метод. пособие / С. А. Соболев [и др.] – Минск: БГУ, 2020. – 159 с.
7. Калинин, А.И. Теоретическая механика. Учебное пособие. / А.И.Калинин, Н.М.Дмитрук. – Минск: БГУ, 2022. – 120 с.
8. Вярвьильская, О.Н. Краткий курс теоретической механики : учеб. пособие / О.Н. Вярвьильская, Д.Г. Медведев, В.П. Савчук; под ред. Д.Г. Медведева. – Минск : БГУ, 2020. – 207 с.
9. Волк, В. К. Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование : учебник для вузов / В. К. Волк. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 244 с.
10. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие для студентов вузов, / Б. А. Горлач, В.Г. Шахов. - Изд. 5-е, стер. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2023. - 291с.
11. Мазалов, В. В. Математическая теория игр и приложения: учебное пособие [для вузов] / В. В. Мазалов. - Изд. 6-е, стер. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2024. - 496 с.
12. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики: учебное пособие / Г.И. Марчук. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 608 с.

13. Таненбаум, Э. С. Современные операционные системы =ModernOperatingSystems / Э. Таненбаум, Х. Бос; [пер. с англ.: А.Леонтьева, М. алышева, Н. Вильчинский]. - 4-е изд. - Санкт-Петербург[и др.] : Питер, 2020. - 1119 с.
14. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Н. Фимстер, Д. Уэзеролл. - 6-е изд. - Санкт-Петербург ; Москва ; Минск : Питер, 2023. - 989 с
15. Лафоре, Р. Объектно-ориентированное программирование в C++ / Р. Лафоре ; [пер. с англ.: А. Кузнецов, М. Назаров, В. Шрага]. – 4-е изд – Санкт-Петербург ; Москва ; Минск : Питер, 2022. – 923 с.
16. Лафоре, Р. Структуры данных и алгоритмы Java / Роберт Лафоре ; [пер. с англ. Е. Матвеев]. - 2-е изд. - Санкт-Петербург; Москва; Минск: Питер, 2023. - 701с.
17. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / Виктор Олифер, Наталья Олифер - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2020.
18. Хуторецкий, А. Б. Математические модели и методы исследования операций: учебное пособие для вузов / А. Б. Хуторецкий, А. А. Горюшкин - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 204 с.
19. Чеб, Е. С. Интегральные преобразования : учеб. материалы для студ. фак. прикладной математики и информатики : в 2 ч. / Е. С. Чеб ; БГУ, Фак. Прикладной математики и информатики, Каф. компьютерных технологий и систем. – Минск : БГУ, - Ч. 2 : . - 2022. - 61 с.

### Дополнительная литература

1. Амосов, А. А. Вычислительные методы: Учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. –672 с.
2. Асанов, М. О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. Учебное пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. – Спб.: Лань, 2010. – 368 с.
3. Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы / А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман.– М.: Вильямс, 2016. – 400 с.
4. Богданов, Ю. С. Лекции по математическому анализу/ Ю. С. Богданов. – Мн.: изд-во БГУ, 1974, 1978.– Ч. 1-2.
5. Богданов, Ю. С. Математический анализ / Ю. С. Богданов, О. А. Кастрица, Ю. Б. Сыроид.– М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 351 с.
6. Богданов, Ю. С. Дифференциальные уравнения / Ю. С. Богданов, Ю. Б. Сыроид. –Мн.: Выш. школа, 1983. – 239 с.
7. Богданов, Ю. С. Курс дифференциальных уравнений / Ю. С. Богданов, С. А. Мазаник, Ю. Б. Сыроид. – Мн.: Университетское, 1996. – 287 с.

8. Вагнер, Г. Основы исследования операций: в 3-х томах / Г. Вагнер. – М.: Мир, 1972-73. – 335 с., – 487 с., – 501 с.
9. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : учебное пособие / Е. С. Вентцель. – М.: КНОРУС, 2013. – 192 с.
10. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
11. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е изд. / К. Дж. Дейт. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с.
12. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: Учебное пособие – 20-е изд., стер. / Б. П. Демидович. – СПб.: Издательство «Лань», 2018 – 624 с.
13. Зорич, В. А. Математический анализ. – М.: Наука, 1997, 1998. – Ч. 1-2.
14. Зуев, Ю. А. По океану дискретной математики: от перечислительной комбинаторики до современной криптографии. Т. 1: Основные структуры. Методы перечисления. Булевы функции / Ю. А. Зуев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 274 с.
15. Зуев, Ю. А. По океану дискретной математики: от перечислительной комбинаторики до современной криптографии. Т. 2: Графы. Алгоритмы. Коды, блок-схемы, шифры / Ю. А. Зуев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 368 с.
16. Игошин, В. И. Теория алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Игошин. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 318 с.
17. Игошин, В. И. Математическая логика. Учебное пособие / В. И. Игошин. – М.: Инфра-М, 2016. – 400 с.
18. Коберн, А. Быстрая разработка программного обеспечения / А. Коберн– М.: ЛОРИ, 2013. – 314 с.
19. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий / А. Ахо [и др.]. – М.: Вильямс, 2018. – 1184 с.
20. Котов, В. М. Алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие / В. М. Котов, Е. П. Соболевская, А. А. Толстикова – Минск: БГУ, 2011. – 267 с.
21. Корзюк, В. И. Уравнения математической физики / В. И. Корзюк. – Минск: «Издательский центр БГУ», 2011. – 460 с.
22. Краснопрошин, В. В. Исследование операций: уч. пособие / В. В. Краснопрошин, Н. А. Лепешинский – Мн.: БГУ, 2013. – 191 с.
23. Крылов, В. И. Вычислительные методы высшей математики / В. И. Крылов, В. В. Бобков, П. И. Монастырский. – Мн.: Выш. школа, 1972.– 594 с.
24. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа. – М.: Высш. шк., 1988, 1988, 1989. – Т. 1-3.
25. Куроуз, Д., Росс, К. Компьютерные сети: нисходящий подход / Д. Куроуз, К. Росс. – М.: Эксмо, 2016. – 912 с.

26. Лекции по теории графов: учебное пособие / В. А. Емеличев [и др.]. – М.: Либроком, 2015. – 390 с.
27. Макконнелл, С. Совершенный код. Мастер-класс / Пер. с англ. – М.: Издательство «Русская редакция», 2010. – 896 с.
28. Максимов, Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем /Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И Попов. – М.: ФОРУМ, 2012 – 512 с.
29. Методы оптимизации: Учебное пособие / Р. Габасов [и др.]. – Минск: Издательство «Четыре четверти», 2011. – 472 с.
30. Милованов, М. В. Алгебра и аналитическая геометрия, Часть 1 /М. В. Милованов, Р. И. Тышкевич, А. С. Феденко.– Мн.: Выш. шк., 1984. – 302 с.
31. Милованов, М. В. Алгебра и аналитическая геометрия, Часть 2 /М. В. Милованов, Р. И. Тышкевич, А. С. Феденко.– Мн.: Выш. шк., 1987. – 269 с.
32. Пападимитриу, Х. Комбинаторная оптимизация: Алгоритмы и сложность / Х. Пападимитриу, К. Стайглиц. – М.: Мир, 1971. – 512 с.
33. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования/ Э. Гамма [и др.]. –СПб.: Питер, 2015. – 368 с.
34. Размыслович, Г. П. Геометрия и алгебра / Г. П. Размыслович, М. М. Феденя, В. М. Ширяев. – Мн.: Университетское, 1987.– 350 с.
35. Размыслович, Г. П. Сборник задач по геометрии и алгебре / Г. П. Размыслович, М. М. Феденя, В. М. Ширяев. – Мн.: Университетское, 1999.– 384с.
36. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007.–1424 с.
37. Рейнгольд, Э. Комбинаторные алгоритмы теория и практика/ Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. –М.: Мир, 1980. – 476 с.
38. Ржевский, С. В. Исследование операций: Учебное пособие / С. В. Ржевский. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 480 с.
39. Сборник задач по теории алгоритмов : учеб.-метод. пособие / В.М. Котов, Ю.Л. Орлович, Е.П. Соболевская, С.А. Соболев – Минск : БГУ, 2017.- 183с
40. Сидоров, Ю. В. Лекции по теории функций комплексного переменного / Ю. В. Сидоров, М. В. Федорюк, М. И. Шабунин. – М.: Наука, 1989. – 408 с.
41. Скиена, С. Алгоритмы. Руководство по разработке / С. Скиена. – Издательство БХВ-Петербург, 2021. – 720 с.
42. Таха, Х. А. Введение в исследование операций / Х. А. Таха. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
43. Теория алгоритмов: учеб. пособие / П. А. Иржавский [и др.]. – Минск: БГУ, 2013. – 159 с.
44. Тер-Крикоров, А.М. Курс математического анализа / А. М. Тер-Крикоров, М. И. Шабунин. – М.: Наука, 1997. – 720 с.
45. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости / М. Л. Краснов [и др.]. – М.: Наука, 1981. – 303 с.

46. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М.: Ленанд, 2018. – 304 с.
47. Хопкрофт, Дж. Э. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Дж. Э. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман. – М.: Вильямс, 2008. – 528 с.
48. Шагин, В. Л. Теория игр: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Л. Шагин. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 223 с.
49. Ширяев, А. Н. Вероятность. В 2-х кн./ А. Н. Ширяев. – М.: МЦНМО, 2004. – 928 с.
50. Яблонский, С. В. Введение в дискретную математику / С. В. Яблонский. – М.: Высшая школа, 2003. – 384 с.

### ЭУМК

1. Алгоритмы и структуры данных : электронный учебно-методический комплекс для специальностей 6-05-0533-09 «Прикладная математика», 6-05-0533-10 «Информатика», 6-05-0533-11 «Прикладная информатика», 6-05-0533-12 «Кибербезопасность». В 3 ч. Ч. 2 / Е.П. Соболевская, В.М. Котов, А.А. Буславский ; БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. дискретной математики и алгоритмики. – Минск : БГУ, 2025. – 153 с. : ил. – Библиогр.: с. 147–148. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/324674>
2. Дифференциальные уравнения в частных производных и их приложения : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 03 04 «Информатика» / И. С. Козловская ; БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. компьютерных технологий и систем. – Минск: БГУ, 2023. – 149 с. : ил. – Библиогр.: с. 148–149. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/304443>
3. Сборник задач по теории алгоритмов. Организация перебора и приближенные алгоритмы : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 03 04 «Информатика» / В. М. Котов, Е. П. Соболевская, Г. П. Волчкова ; БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. дискретной математики и алгоритмики. – Минск : БГУ, 2021. – 144 с. : ил. – Библиогр.: с. 143–144. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/272717>
4. Математический анализ : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 03 04 «Информатика». В 3 ч. Ч. 3 / С. А. Мазаник, О. А. Кастрица ; БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. высшей математики. – Минск : БГУ, 2021. – 105 с. : ил. – Библиогр.: с. 94–97. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/257817>
5. Уравнения математической физики : электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 03 04 «Информатика», 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)», направление специальности: 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)» / И. С. Козловская ; БГУ, Фак. прикладной математики

и информатики, Каф. компьютерных технологий и систем. – Минск : БГУ, 2021. – 149 с. : ил. – Библиогр.: с. 148–149. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/257012>

6. Математический анализ : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 03 04 «Информатика». В 3 ч. Ч. 1 / С. А. Мазаник, О. А. Кастрица ; БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. высшей математики. – Минск : БГУ, 2020. – 75 с. – Библиогр.: с. 67–69. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/244693>

7. Методы оптимизации : электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)»; 1-31 03 04 «Информатика»; 1-31 03 05 «Актуарная математика»; 1-31 03 06-01 «Экономическая кибернетика (по направлениям)», 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)» / В. В. Альсевич [и др.] ; БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. методов оптимального управления. – Минск : БГУ, 2020. – 203 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 202–203 <https://elib.bsu.by/handle/123456789/243989>

8. Геометрия и алгебра : электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)», 1-31 03 04 «Информатика», 1-31 03 05 «Актуарная математика», 1-31 03 06-01 «Экономическая кибернетика (по направлениям)», 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)» / БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. высшей математики ; сост.: Г. П. Размыслович, А. В. Филипцов. – Минск : БГУ, 2020. – 2803 с. : ил. – Библиогр.: с. 2802–2803. <http://elib.bsu.by/handle/123456789/242860>