

**ПРОГРАММА**  
**Федерального интернет-экзамена**  
**для выпускников бакалавриата и специалитета (ФИЭБ)**

**Направление подготовки**  
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

**Уровень высшего образования**

**БАКАЛАВРИАТ**

Федеральный интернет-экзамен для выпускников бакалавриата и специалитета (ФИЭБ) – внешняя независимая оценка качества подготовки бакалавров и специалистов.

Цель ФИЭБ – оценка индивидуальных результатов освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) на соответствие требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) по направлениям подготовки и специальностям.

ФИЭБ проводится в вузах – базовых площадках, в оборудованных компьютерами аудиториях в режиме online. Продолжительность экзамена составляет 180 минут.

В рамках ФИЭБ студент получает экзаменационный билет, состоящий из двух частей. Экзаменационный билет представлен педагогическими измерительными материалами (ПИМ) в тестовой форме.

**Первая часть ПИМ** представляет собой полидисциплинарное тестирование. В первой части студенту предлагается 20 тестовых заданий по определенному перечню дисциплин (предметных полей). Для определения конкретных дисциплин (предметных полей), которые войдут в этот перечень, студенту необходимо самостоятельно осуществить выбор дисциплин (предметных полей) из предложенного списка. Студент должен **выбрать не менее 4 дисциплин (предметных полей)** из предложенных. Комплект заданий первой части ПИМ формируется методом случайной выборки.

**Вторая часть ПИМ** включает междисциплинарные кейс-задания, которые соответствуют типам задач профессиональной деятельности, определенным в Федеральном государственном образовательном стандарте по данному направлению подготовки (уровень высшего образования – бакалавриат).

Кейс-задание представлено общим фрагментом, в котором обозначена практико-ориентированная ситуация, и заданиями в тестовой форме, выполняя которые студент демонстрирует готовность к решению профессиональных задач в соответствии с конкретным типом задач профессиональной деятельности. Общий фрагмент может содержать дополнительные материалы – документы в виде файлов для скачивания и последующей работы с ними. Студенту необходимо самостоятельно **выбрать 3 типа задач профессиональной деятельности ФГОС** в соответствии с программой экзамена по направлению подготовки, ориентируясь на конкретную ОПОП, по которой он завершает обучение.

Результаты ФИЭБ оцениваются следующим образом. Каждое правильно выполненное задание первой части позволяет набрать студенту 2 балла. Результаты выполнения первой части ПИМ оцениваются с учетом частично выполненных заданий. Максимальное количество баллов, которое может получить студент, правильно выполнивший задания первой части, составляет **40 баллов**. Максимальное количество баллов за правильное выполнение конкретной подзадачи междисциплинарного кейса устанавливается с учетом его сложности. Правильно выполненные кейс-задания второй части ПИМ позволяют набрать студенту **60 баллов**. За верное выполнение всех заданий экзаменационного билета (ПИМ) можно получить максимально **100 баллов**.

## Часть 1 ПИМ

Студенту предлагается 20 тестовых заданий по определенному перечню дисциплин (предметных полей). Студентом должно быть выбрано **не менее 4 дисциплин** (предметных полей) из предложенных.

### Базы данных

#### Реляционная модель данных

Основные понятия реляционной модели данных: отношение, целостность сущности и ссылочная целостность, первичный ключ, внешний ключ. Модель данных «Сущность – Связь»: правила построения модели, создание реляционной модели на ее основе. Теория нормализации: функциональные зависимости, аксиомы функциональных зависимостей, понятие декомпозиции без потерь, условия нормальных форм: 1НФ, 2НФ, 3НФ, Нормальная форма Бойса – Кодда, 4НФ, 5НФ.

#### Реляционные исчисления как средство получения данных

Основные виды реляционных исчислений: реляционная алгебра Кодда, реляционная алгебра Дейта – Дарвена, реляционное исчисление на кортежах, реляционное исчисление на доменах. Операции над отношениями реляционной алгебры Кодда и реляционной алгебры Дейта – Дарвена Связь оператора SELECT и операций реляционной алгебры Кодда.

#### Язык SQL

Структура языка SQL. Операторы языка определения данных DDL: CREATE, DROP, ALTER. Операторы языка манипулирования данными DML: INSERT, UPDATE, DELETE. Оператор SELECT языка запросов DQL. Хранимые процедуры, функции, триггеры.

#### Удаленный доступ к базам данных

Технологии организации доступа к базам данных: ODBC, OLE DB, ADO.NET, JDBC. Объектно-реляционное связывание. Обеспечение безопасности данных: SQL-инъекции и способы борьбы с ними, резервное копирование и протоколирование. Хранилища данных: цели создания, способы организации, OLAP-кубы как основной инструмент анализа данных.

#### Принципы работы систем управления базами данных

Организация эффективного поиска с помощью индексов: индексно-последовательные файлы, деревья, хэш-таблицы, многомерные индексы. Понятие транзакции: ACID-свойства транзакций, организация параллельной обработки транзакций.

#### Модели баз данных NoSQL

Причины появления NoSQL моделей баз данных. Графовая модель базы данных. Модель базы данных «Ключ-значение». Документоориентированная модель базы данных. Модель базы данных «Семейство столбцов».

### Список литературы

1. Голицына, О. Л. Основы проектирования баз данных : учеб. пособие / О. Л. Голицына, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. – 416 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=969197>
2. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – 8-е изд.; пер.с англ. – М : Вильямс, 2018. – 1328 с.
3. Конноли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Конноли, К. Бегг. – 3-е изд.; пер.с англ. – М : Вильямс, 2017. – 1440 с.

4. Прамодкумар, Дж. Садаладж. NoSQL : Новая методология разработки нереляционных баз данных / Дж. С. Прамодкумар, М. Фаулер.; пер.с англ. – М : Вильямс, 2017. – 192 с.
5. Ульман, Дж. Реляционные базы данных / Дж. Ульман, Дж. Уидом. – пер.с англ.– М. : Лори, 2014. – 384 с.
6. Храпченко, М. В. Базы данных. Практическое применение СУБД SQL и NoSQL-типа для проектирования информационных систем : учеб. пособие / С. А. Мартишин, В. Л. Симонов, М. В. Храпченко. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. – 368 с.
7. Храпченко, М. В. Проектирование и реализация баз данных в СУБД MySQL с использованием MySQL Workbench. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий. Инструментальные средства информационных систем : учеб. пособие / С. А. Мартишин, В. Л. Симонов, М. В. Храпченко. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. – 160 с.  
<http://znaniium.com/bookread2.php?book=967597>
8. Кузнецов, С. Введение в реляционные базы данных. Электронный курс.  
<https://www.intuit.ru/studies/courses/74/74/info>
9. Полякова, Л. Основы SQL URL: Электронный курс.  
<https://www.intuit.ru/studies/courses/5/5/info>

## **Дискретная математика**

### **Элементы теории множеств. Отношения**

Понятие о множестве. Принадлежность элемента множеству. Способы задания множеств. Основные операции над множествами. Мощность множества и число подмножеств любого множества.

### **Булева алгебра**

Булевы функции  $n$ -аргументов. СКНФ, СДНФ. Элементарные преобразования булевых выражений. Минимизация булевых функций с помощью карт Карно. Функционально полные наборы и базисные наборы. Комбинаторные схемы.

### **Логические исчисления**

Логические связки. Высказывания. Логическое следование и логическая эквивалентность. Формальные теории. Выводимость. Полнота, независимость и разрешимость. Исчисление высказываний. Исчисление предикатов. Теоремы Гёделя о неполноте.

### **Элементы комбинаторики**

Размещения с повторениями. Размещения без повторений. Перестановки без повторений. Перестановки с повторениями. Основные правила комбинаторики. Теорема о включениях и исключениях. Сочетания без повторений. Сочетания с повторениями. Свойства чисел сочетаний.

### **Теория графов**

Базовые понятия теории графов. Эквивалентные определения дерева. Формула Кэли. Планарные графы. Формула Эйлера. Унициклические графы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы циклы.

### **Основы теории кодирования**

Алфавитное кодирование. Таблицы кодов. Разделимые схемы. Префиксные схемы. Минимизация длины кода сообщения. Цена кодирования. Оптимальное кодирование. Криптография. Модулярная арифметика. Шифрование с открытым ключом.

## **Список литературы**

1. Андерсон, Дж. Дискретная математика и комбинаторика / Дж. Андерсон. – М. : Вильямс, 2016. – 960 с.

2. Белоусов, А. И. Дискретная математика : учеб. / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачев. – М. :Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 744 с.
3. Борзунов, С. В. Задачи по дискретной математике : учеб. пособие / С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин. – 2-е изд, испр. – СПб. : БХВ-Петербург, 2016. – 528 с.
4. Гаврилов, Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. – М. : Физматлит, 2009. – 416 с.
5. Гашков, С. Б. Дискретная математика : учеб. и практикум для академического бакалавриата / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 448 с.
6. Иванов, Б. Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы. Расширенный курс /Б. Н. Иванов. – М. : Известия, 2011. – 512 с.
7. Кольман, Э. Занимательная логика / Э. Кольман, О. Зих. – М. : Вузовская книга, 2014. – 94 с.
8. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов : учеб. / Ф. А. Новиков. – 2-е изд, испр. – СПб. : Питер, 2009. – 384 с.
9. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов / Р. Хаггарти. – 2-е изд. испр. – М. : Техносфера, 2018. – 400 с.
10. Яблонский, С. В. Введение в дискретную математику : учеб. пособие / С. В. Яблонский. – 6-е изд, стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 384 с.

## **Дифференциальные уравнения**

### **Дифференциальные уравнения первого порядка**

Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения и приводящиеся к ним. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

### **Общая теория дифференциальных уравнений**

Теоремы существования и единственности решения задачи Коши. Зависимость решения задачи Коши от исходных данных. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной.

### **Линейные уравнения и системы линейных уравнений**

Фундаментальные системы решений. Общие решения однородных и неоднородных уравнений. Метод Эйлера. Метод неопределенных коэффициентов. Метод вариации произвольных постоянных.

### **Задачи Коши и краевые задачи**

Задача Коши для линейного уравнения. Задача Коши для системы линейных уравнений первого порядка. Краевая задача для уравнения второго порядка. Задача на собственные значения.

### **Динамические системы и теория устойчивости**

Траектории линейных динамических систем на плоскости. Устойчивость, асимптотическая устойчивость и неустойчивость решений.

### **Уравнения с частными производными первого порядка**

Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Независимые первые интегралы. Задача Коши для уравнений с частными производными первого порядка.

## **Список литературы**

1. Петровский, И. Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений /И. Г. Петровский. – М. : ЛИБРОКОМ, 2017. – 237 с.
2. Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения : учеб. / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева,

- А. Г. Свешников. – 4-е изд. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 256 с.
3. Филиппов, А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А. Ф. Филиппов. – М. : ЛЕНАНД, 2015. – 237 с.
  4. Эльсгольц, Л. Э. Вариационное исчисление : учеб. / Л. Э. Эльсгольц. – М. : ЛКИ, 2019. – 205 с.
  5. Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения : учеб. / Л. Э. Эльсгольц. – М. : ЛКИ, 2019. – 312 с.

## **Линейная алгебра и аналитическая геометрия**

### **Элементы линейной алгебры**

Определители. Операции над матрицами. Ранг матрицы. Обратная матрица. Системы линейных уравнений. Квадратичные формы

### **Элементы векторной алгебры**

Линейные операции над векторами. Скалярное произведение векторов. Векторное произведение векторов. Смешанное произведение векторов

### **Аналитическая геометрия на плоскости**

Прямоугольные координаты на плоскости. Полярные координаты. Прямая на плоскости. Кривые второго порядка.

### **Аналитическая геометрия в пространстве**

Прямоугольные координаты в пространстве. Плоскость в пространстве. Прямая линия в пространстве. Поверхности второго порядка.

### **Линейные (векторные) пространства**

Определение линейного пространства. Базис и размерность линейного пространства. Линейные отображения. Линейные операторы.

### **Элементы комплексного анализа**

Комплексные числа и их представление. Операции над комплексными числами, заданными в алгебраической форме. Операции над комплексными числами, заданными в тригонометрической форме. Области на комплексной плоскости. Определение функции комплексного переменного. Дифференцирование функции комплексного переменного.

## **Список литературы**

1. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учеб. / Д. В. Беклемишев. – 13-е изд., исправ. – СПб : Лань, 2015. – 445 с.
2. Геворкян П. С. Высшая математика. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учеб. / П. С. Геворкян. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2014. – 208 с.
3. Ильин, В. А. Линейная алгебра : учеб. / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – 6-е изд. – М. : Физматлит, 2014. – 280 с.
4. Ильин, В. А. Аналитическая геометрия : учеб. / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – 8-е изд. – М. : Физматлит, 2017. – 224 с.
5. Карчевский, Е. М. Лекции по линейной алгебре и аналитической геометрии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. М. Карчевский, М. М. Карчевский. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2018. – 424 с.
6. Рудык, Б. М. Линейная алгебра : учеб. пособие / Б. М. Рудык. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 318 с.
7. Шершнев, В. Г. Основы линейной алгебры и аналитической геометрии : учеб. пособие / В. Г. Шершнев. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 168 с.

## **Математический анализ**

### **Теория пределов**

Множества и функции. Числовые последовательности. Предел функции. Непрерывность

функции, точки разрыва.

### **Дифференциальное исчисление функций одной переменной**

Производные первого порядка. Производные высших порядков. Приложения дифференциального исчисления функций одной переменной. Дифференциалы и теоремы дифференцируемых функций

### **Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных**

Частные производные первого порядка. Частные производные высших порядков. Полный дифференциал. Производная по направлению и градиент.

### **Интегральное исчисление**

Основные методы интегрирования. Свойства определенного интеграла. Методы вычисления определенного интеграла. Приложения определенного интеграла. Кратные интегралы. Криволинейные и поверхностные интегралы.

### **Ряды**

Числовые ряды. Степенные ряды. Ряд Тейлора (Маклорена). Тригонометрические ряды Фурье.

## **Список литературы**

1. Битюков, Ю. И. Математический анализ. Начальный курс с примерами и задачами. В 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие / Ю. И. Битюков, А. Н. Ильина, Я. Г. Мартюшова. – М. : Физматлит, 2015. – 308 с.
2. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Ч. 1. В 2 кн. Кн. 1 : учеб. для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. – 4-е изд., пер. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 324 с
3. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Ч. 1. В 2 кн. Кн. 2 : учеб. для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. – 4-е изд., пер. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 315 с.
4. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Ч. 2 : учеб. для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. – 3-е изд. – М. : Юрайт, 2018. – 357 с.
5. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа. В 2 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды : учеб. / Л. Д. Кудрявцев. – 4-е изд. М.: Физматлит, 2015. – 308 с.
6. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа. В 2 т. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисление функций многих переменных. Гармонический анализ : учеб. / Л. Д. Кудрявцев. – 3-е изд. – М. : Физматлит, 2010. – 424 с.
7. Фигтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. / Г. М. Фигтенгольц. – 11-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2019. – 444 с.

## **Методы оптимизации**

### **Экономико-математические модели**

Задачи на условный экстремум. Допустимая область. Критерий оптимальности. Целевая функция. Задача планирования производства. Задача о смесях (о диете). Транспортная задача.

### **Элементы выпуклого анализа**

Выпуклые комбинации. Выпуклые множества. Выпуклые многогранные множества. Выпуклые функции. Условный экстремум выпуклых функций на выпуклых множествах.

### **Линейное программирование**

Задача линейного программирования. Двойственность в линейном программировании. Базисные решения, опорные планы. Симплексный метод. Метод искусственного базиса.

Приемы решения неканонических задач линейного программирования.

### **Выпуклое программирование**

Задача выпуклого программирования. Функция Лагранжа. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна – Таккера.

### **Численные методы решения нелинейных экстремальных задач**

Методы безусловной минимизации. Покоординатные методы. Градиентные методы. Метод Ньютона. Методы решения задач нелинейного программирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента.

### **Список литературы**

1. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации : учеб. и практикум / Ф. П. Васильев [и др.]; подред. Ф. П. Васильева. – М. : Юрайт, 2017. – 375 с.
2. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации. В 2 кн. Кн. 1 : учеб. для вузов / Ф. П. Васильев. – М. : МЦНМО, 2011. – 620 с.
3. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации. В 2 кн. Кн. 2 : учеб. для вузов / Ф. П. Васильев. – М. : МЦНМО, 2011. – 433 с.
4. Карманов, В. Г. Математическое программирование : учеб. для вузов / В. Г. Карманов. – 6-е изд. – М. : Физматлит, 2008. – 264 с.
5. Коннов, И. В. Нелинейная оптимизация и вариационные неравенства / И. В. Коннов. – Казань : Издательство Казанского ун-та, 2013. – 508 с.
6. Мухачева, Э. А. Математическое программирование : учеб. для вузов / Э. А. Мухачева, Г. Ш. Рубинштейн. – 2-е изд. – Новосибирск : Наука СО, 1987. – 272 с.
7. Поляк, Б. Т. Введение в оптимизацию : учеб. для вузов / Б. Т. Поляк. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Ленанд, 2014. – 392 с.
8. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учеб. для вузов / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2016. – 367 с.

### **Операционные системы**

#### **Основные понятия операционных систем (ОС)**

Назначение и основные функции операционных систем. Операционная среда, пользовательский и программный интерфейсы ОС. Виды ресурсов. Понятие процесса, потока, задачи. Многозадачность. Понятие прерывания.

#### **Планирование работы процессора**

Определение процесса. Состояния процесса. Переходы процесса из состояния в состояние. Блоки управления процессами. Переключение контекста. Прерывания. Классы прерываний. Взаимодействие процессов сигналами. Взаимодействие процессов путем передачи сообщений. Определение потока. Асинхронное параллельное выполнение. Семафоры. Мониторы. Уровни планирования работы процессора. Планирование с приостановкой процессов. Планирование с приоритетным вытеснением. Цели планирования. Типы процессов. Базовые алгоритмы планирования: планирование по принципу FIFO и циклическое планирование (RR). Величина кванта времени. Многоуровневые очереди с обратной связью. Обслуживание процессов разных типов. Оптимальное число очередей и уровней приоритета. Планирование потоков Java.

#### **Управление памятью и данными**

Стратегии управления оперативной памятью. Выделение непрерывных блоков. Фиксированное распределение памяти. Изменяемое распределение памяти. Стратегии размещения в памяти. Определение виртуальной памяти. Размещение блоков. Страничные системы. Сегментация. Контроль доступа в сегментных системах. Сегментно-страничные системы. Управление виртуальной памятью. Подкачка по требованию. Предварительная подкачка. Стратегия замены страниц FIFO. Стратегия замены страниц LRU. Стратегия замены страниц NUR. Замена страниц в Linux. Размер страниц. Иерархия данных. Файлы.

Файловые системы. Директории. Метаданные. Монтирование. Непрерывное размещение файлов. Размещение файлов в виде связанных списков. Табличное фрагментированное размещение. Индексированное фрагментированное размещение. Управление свободным пространством. Контроль доступа к файлам. Резервное копирование и восстановление. Журнальные файловые системы. Системы баз данных.

### **Организация операционных систем**

Иерархический подход. Концепция абстрактных машин. Резидентная часть ОС – ядро. Функции ядра ОС. Системные процессы и процессы пользователей. Концепция виртуальных машин. Концепция открытых систем. Принципы организации ОС: модульность, иерархический подход, генерируемость, виртуализация, надежность и безопасность, независимость программ от внешних устройств, совместимость, мобильность.

### **Надежность и безопасность**

Сохранность и защита программных систем, защита от сбоев и несанкционированного доступа. Инсайдерские атаки. Внешние атаки. Вредоносные программы. Троянские кони, черви и вирусы. Средства защиты от вредоносных программ.

### **Список литературы**

1. Гордеев, А. В. Операционные системы : учеб. для вузов / А. В. Гордеев. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2009. – 416 с.
2. Дейтел, Х. М. Операционные системы. Основы и принципы / Х. М. Дейтел [и др.]. – 3-е изд. – М. : Бинوم-Пресс, 2011. – 1024 с.
3. Дейтел, Х. М. Операционные системы. Распределенные системы, сети, безопасность / Х. М. Дейтел [и др.]. – 3-е изд. – М. : Бинوم-Пресс, 2011. – 704 с.
4. Коньков, К. А. Основы операционных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К. А. Коньков, В. Е. Карпов. – М. : ИНТУИТ, 2016. – 346 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100311>.
5. Сафонов, В. О. Основы современных операционных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. О. Сафонов. – М. : ИНТУИТ, 2016. – 868 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100347>.
6. Столлингс, В. Операционные системы / В. Столлингс. – 9-е изд. – М. : Вильямс, 2018. – 800 с.
7. Таненбаум, Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е изд. – СПб. : Питер, 2015. – 1120 с.

## **Теория вероятностей и математическая статистика**

### **Основные понятия и теоремы теории вероятностей**

Определения вероятностей. Алгебра событий. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Полная вероятность и формулы Байеса.

### **Дискретные случайные величины**

Закон распределения вероятностей одномерной дискретной случайной величины. Функция распределения вероятностей дискретной случайной величины. Математическое ожидание дискретной случайной величины. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины. Биномиальный закон распределения вероятностей. Распределение Пуассона.

### **Непрерывные случайные величины**

Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины. Функция распределения вероятностей непрерывной случайной величины. Числовые характеристики непрерывной случайной величины. Равномерное распределение. Показательное распределение. Нормальное распределение.



### **Многомерные случайные величины**

Законы распределения вероятностей двумерных дискретных случайных величин. Условные законы распределения вероятностей двумерных дискретных случайных величин. Функции случайных аргументов. Ковариация и корреляция.

### **Закон больших чисел и центральная предельная теорема. Случайные процессы**

Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Локальная формула Лапласа. Интегральная формула Лапласа. Матрица переходных вероятностей состояний цепи Маркова. Вероятности состояний цепи Маркова.

### **Статистическое распределение выборки**

Вариационный ряд. Полигон и гистограмма. Характеристики вариационного ряда. Эмпирическая функция распределения.

### **Статистические оценки параметров распределения**

Точечная оценка математического ожидания. Точечная оценка дисперсии. Интервальная оценка математического ожидания. Интервальная оценка среднего квадратического отклонения. Точность интервальной оценки. Надежность интервальной оценки.

### **Корреляционный анализ и статистические гипотезы**

Выборочные коэффициенты корреляции и регрессии. Линейная регрессия. Статистические гипотезы. Критическая область, область принятия гипотезы. Проверка гипотез о дисперсиях. Проверка гипотез о математических ожиданиях. Критерий согласия Пирсона.

## **Список литературы**

1. Боровков, А. А. Математическая статистика : учеб. / А. А. Боровков. – 4-е изд., стер. – СПб., М., Краснодар : Лань, 2010. – 704 с.
2. Боровков, А. А. Теория вероятностей : учеб. пособие для вузов по направлениям 010100 «Математика» / А. А. Боровков. – 5-е изд., суц. перераб. и доп. – М. : Эдиториал УРСС, 2009. – 656 с.
3. Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. и практикум для академического бакалавриата / А. А. Васильев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 253 с.
4. Ватутин, В. А. Теория вероятностей и математическая статистика в задачах : учеб. пособие для вузов / В. А. Ватутин [и др.]. – М. : ЛЕНАНД, 2014. – 303 с.
5. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. для прикладного бакалавриата / В. Е. Гмурман. – 12-е изд. – М. : Юрайт, 2018. – 479 с.
6. Гнеденко, Б. В. Курс теории вероятностей : учеб. / Б. В. Гнеденко. – 10-е изд., доп. – М. : Либроком, 2011. – 488 с.
7. Ивашев-Мусатов, О. С. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. и практикум для академического бакалавриата / О. С. Ивашев-Мусатов. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 224 с.
8. Ивченко, Г. И. Математическая статистика : учеб. / Г. И. Ивченко, Ю. И. Медведев. – М. : ЛИБРОКОМ, 2014. – 352 с.
9. Кацман, Ю. Я. Теория вероятностей и математическая статистика. Примеры с решениями : учеб. для прикладного бакалавриата / Ю. Я. Кацман. – М. : Юрайт, 2018. – 130 с.
10. Теория вероятностей : учеб. / Р. Ш. Хуснутдинов. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 175 с.

## **Технологии программирования**

### **Технологии программирования. Основные понятия и подходы**

Технология программирования и основные этапы ее развития. Проблемы разработки сложных программных систем. Блочный-иерархический подход к созданию сложных

систем. Жизненный цикл и этапы разработки программного обеспечения. Эволюция моделей жизненного цикла программного обеспечения. Ускорение разработки программного обеспечения. Технология RAD. Оценка качества процессов создания программного обеспечения.

### **Приемы обеспечения технологичности программных продуктов**

Понятие технологичности программного обеспечения. Модули и их свойства. Нисходящая и восходящая разработка программного обеспечения. Структурное и «неструктурное» программирование. Средства описания структурных алгоритмов. Стиль оформления программы. Эффективность и технологичность. Программирование «с защитой от ошибок». Сквозной структурный контроль.

### **Определение требований к программному обеспечению и исходным данным для его проектирования**

Классификация программных продуктов по функциональному признаку. Основные эксплуатационные требования к программным продуктам. Предпроектные исследования предметной области. Разработка технического задания. Принципиальные решения начальных этапов проектирования.

### **Анализ требований, определение спецификаций и проектирование программного обеспечения при структурном подходе**

Спецификации программного обеспечения при структурном подходе. Диаграммы переходов состояний. Функциональные диаграммы. Диаграммы потоков данных. Структуры данных и диаграммы отношений компонентов данных. Математические модели задач, разработка или выбор методов решения. Разработка структурной и функциональной схем. Использование метода пошаговой детализации для проектирования структуры программного обеспечения. Структурные карты Константайна. Проектирование структур данных. Проектирование программного обеспечения, основанное на декомпозиции данных. Case-технологии, основанные на структурных методологиях анализа и проектирования.

### **Анализ требований, определение спецификаций и проектирование программного обеспечения при объектном подходе**

UML – стандартный язык описания разработки программных продуктов с использованием объектного подхода. Определение «вариантов использования». Построение концептуальной модели предметной области. Описание поведения. Системные события и операции. Разработка структуры программного обеспечения при объектном подходе. Определение отношений между объектами. Уточнение отношений классов. Проектирование классов. Компоновка программных компонентов. Проектирование размещения программных компонентов для распределенных программных систем. Особенность спиральной модели разработки. Реорганизация проекта.

### **Разработка пользовательских интерфейсов**

Типы пользовательских интерфейсов и этапы их разработки. Психологические особенности человека, связанные с восприятием, запоминанием и обработкой информации. Пользовательская и программная модели интерфейса. Классификации диалогов и общие принципы их разработки. Основные компоненты графических пользовательских интерфейсов. Реализация диалогов в графическом пользовательском интерфейсе. Пользовательские интерфейсы прямого манипулирования и их проектирование. Интеллектуальные элементы пользовательских интерфейсов.

### **Тестирование, отладка программ и составление программной документации**

Виды контроля качества разрабатываемого программного обеспечения. Ручной контроль программного обеспечения. Структурное тестирование. Функциональное тестирование. Тестирования модулей и комплексное тестирование. Оценочное тестирование. Классификация ошибок. Методы отладки программного обеспечения. Методы и средства

получения дополнительной информации. Общая методика отладки программного обеспечения. Виды программных документов. Пояснительная записка. Руководство пользователя. Руководство системного программиста. Основные правила оформления программной документации.

### Список литературы

1. Гагарина, Л. Г. Технология разработки программного обеспечения : учеб. пособие / Л. Г. Гагарина, Е. В. Кокорева, Б. Д. Виснадул. – М. : Инфра-М, 2012. – 400 с.
2. Ехлаков, Ю. П. Введение в программную инженерию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. П. Ехлаков. – Томск : Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 148 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/13923>.
3. Иванова, Г. С. Технология программирования : учеб. для вузов / Г. С. Иванова. – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2016. – 334 с.
4. Кознов, Д. В. Введение в программную инженерию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. В. Кознов. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 189 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/16697>.
5. Липаев, В. В. Программная инженерия сложных заказных программных продуктов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Липаев. – М. : МАКС Пресс, 2014. – 309 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27297>.
6. Мейер, Б. Объектно-ориентированное программирование и программная инженерия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б. Мейер. – М. : ИНТУИТ, 2016. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/39552>.
7. Терехов, А. Н. Технология программирования : учеб. пособие / А. Н. Терехов. – М. : Бинوم, 2007. – 152 с.
8. Мирошниченко, Е. А. Технология программирования : учеб. пособие / Е. А. Мирошниченко. – Томск : Изд. ТПУ, 2019. – 42 с.
9. Орлов, С. А. Технологии разработки программного обеспечения : учеб. / С. А. Орлов. – СПб. : Питер, 2012. – 464 с.
10. Черников, Б. В. Оценка качества программного. Практикум : учеб. пособие / Б. В. Черников, Б. Е. Поклонов. – М. : Форум : Инфра-М, 2012. – 400 с.
11. Вендров, А. М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем : учеб. / А. М. Вендров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 544 с.
12. Применение UML для проектирования программных систем : учеб. пособие / П. П. Мельников, И. И. Некрылов. – М. : Финансовый ун-т, 2012. – 195 с.
13. Коцюба, И. Ю. Основы проектирования информационных систем : учеб. пособие / И. Ю. Коцюба, А. В. Чунаев, А. Н. Шиков. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 206 с.
14. ГОСТ ИСО/МЭК 12207-2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств (Information technology. System and software engineering. Software life cycle processes).
15. Советов, Б. Я. Информационные технологии : учеб. для прикладного бакалавриата / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. – 6-е изд. перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2015. – 263 с.

### Численные методы

#### Интерполирование и приближение функций

Постановка задачи приближения функций. Интерполирование алгебраическими многочленами. Формулы Лагранжа и Ньютона для интерполяционного многочлена. Остаточный член интерполяционной формулы. Многочлены Чебышева. Минимизация остаточного члена интерполирования. Интерполяционный многочлен Эрмита. Интерполяционный кубический сплайн. Элемент наилучшего среднеквадратичного

приближения. Метод наименьших квадратов.

### **Численное интегрирование и дифференцирование**

Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, квадратурные формулы Симпсона. Ортогональные полиномы. Квадратурные формулы Гаусса и их основные свойства. Построение формул численного дифференцирования на основе интерполирования. Простейшие формулы численного дифференцирования. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.

### **Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений**

Метод Гаусса и условия его применимости. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Матрица отражения и ее свойства. Метод отражения. LU-разложение матрицы. Метод Холесского (квадратного корня). Вычисление обратной матрицы и определителя.

### **Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений**

Определение и примеры норм векторов и матриц. Каноническая форма двухслойного итерационного метода, необходимое и достаточные условия его сходимости. Методы Якоби и Зейделя. Метод релаксации. Итерационные методы вариационного типа. Метод наискорейшего спуска.

### **Задачи на собственные значения и решение нелинейных уравнений**

Степенной метод и метод обратных итераций со сдвигом определения группы собственных чисел и векторов матриц. Метод вращения (метод Якоби) определения всех собственных чисел и векторов симметричной матрицы. Метод простой итерации решения нелинейных уравнений и условия его сходимости. Понятие о методах высокого порядка точности. Метод деления отрезка пополам, метод Ньютона и секущих решений нелинейных уравнений.

### **Методы решения дифференциальных уравнений**

Формулировка методов Рунге – Кутты решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Семейство методов Рунге – Кутты второго порядка. Явные (экстраполяционные) и неявные (интерполяционные) методы Адамса решения задачи Коши для систем ОДУ. Интегро-интерполяционный метод (метод баланса) построения разностной схемы для краевой задачи для ОДУ второго порядка. Метод прогонки. Явная и неявная разностная схема решения одномерного уравнения теплопроводности. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольной области конечно-разностным методом.

### **Список литературы**

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учеб. пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – 8-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 639 с.
2. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики : учеб. пособие / Г. И. Марчук. – СПб. : Лань, 2009. – 608 с.
3. Самарский, А. А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2005. – 288 с.
4. Численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков; под ред. В. А. Садовниченко. – 4-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 243 с.
5. Численные методы : учеб. и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.]; под ред. У. Г. Пирумова. – 5-е изд., пер. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 421 с.

## Языки и методы программирования

### Основные понятия языков программирования

Эволюция языков программирования. Компиляция и интерпретация. Основные этапы разработки и выполнения программы на языке C++: редактирование, препроцессорная обработка, компиляция, компоновка, выполнение. Структура программы. Назначение и использование директив препроцессора. Понятие типа данных. Классификация типов данных в языках программирования. Простые типы данных языка C++, их формат, преобразования типов. Составные типы данных: одномерные и многомерные массивы, структуры, строки как символьные массивы. Понятие переменной. Внешняя и внутренняя память. Буферизация ввода-вывода.

### Базовые конструкции языков программирования

Базовые синтаксические конструкции языка программирования, реализующие последовательную структуру управления, условную структуру управления, циклическую структуру управления, их синтаксис и семантика. Принцип структурного программирования. Операторы безусловного перехода. Понятие функции. Различные способы передачи параметров в функцию. Механизм обращения к функции. Понятие локальной и глобальной переменной. Область видимости переменных. Перегрузка функций. Inline функции. Шаблоны функций. Понятие потока. Стандартный входной и выходной потоки в языке C++. Файловые потоки. Работа с файловыми входными и выходными потоками в текстовом и бинарном режиме. Программирование с использованием динамической памяти. Абстрактные структуры данных: линейные списки, стеки, очереди, деревья.

### Базовые приемы алгоритмизации

Понятие алгоритма, его свойства. Понятие временной и пространственной сложности алгоритма. Технология разработки алгоритма «сверху вниз». Алгоритмы, основанные на рекуррентных соотношениях: рекуррентные последовательности, вычисления рядов. Итерация, рекурсия. Рекурсивные функции. Нисходящая и восходящая ветви рекурсии. Простейшие алгоритмы целочисленной арифметики: алгоритм Евклида нахождения НОД, перевод числа из одной системы счисления в другую, проверка простоты числа, алгоритм «Решето Эратосфена» для нахождения простых чисел, меньших заданного. Простейшие алгоритмы обработки массивов: проверка массива на палиндром, циклический сдвиг массива, проверка вхождения подстроки в строку. Простейшие алгоритмы сортировки: пузырьковая сортировка, сортировка выбором, сортировка вставкой. Эффективные алгоритмы сортировки: сортировка слиянием, быстрая сортировка. Обработка упорядоченных последовательностей: пересечение, слияние упорядоченных последовательностей, бинарный поиск в упорядоченном массиве. Схема Горнера для вычисления полинома в точке. Алгоритмы на матрицах: сложение, умножение матриц, транспонирование матрицы. Операции на списках: добавление, удаление элемента. Операции на двоичных деревьях: обход в глубину, обход в ширину.

### Объектно-ориентированное программирование

Модульное программирование. Интерфейсная часть и часть реализации модуля. Объектно-ориентированное программирование и его основные принципы: инкапсуляция, полиморфизм, наследование. Доступные и закрытые элементы класса. Поля и методы класса. Особые методы класса: конструктор и деструктор. Конструктор по умолчанию, конструктор копирования. Работа с объектами. Указатель this в языке C++. Работа с объектами через указатели. Дружественные функции. Перегрузка операций. Наследование классов. Понятие полиморфизма в объектно-ориентированном программировании. Виртуальные методы. Абстрактные классы. Шаблоны классов. Обработка исключений.

## **Структуры данных. Стандартная библиотека C++**

Абстрактные типы данных и их структурная организация: списки, стеки, очереди, сбалансированные деревья поиска, приоритетные очереди, хеш-таблицы. Основные операции, их реализация и сложность. Стандартная библиотека C++. Работа со строками. Умные указатели. Принцип обобщенного программирования: создание кода, не зависящего от данных. Стандартная библиотека шаблонов STL. Контейнеры, итераторы, алгоритмы.

### **Список литературы**

1. Воронцова, Е. А. Программирование на C++ с погружением : практические задания и примеры кода /Е. А. Воронцова. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 80 с. (<http://znanium.com/bookread2.php?book=563294>)
2. Кузин, А. В. Программирование на языке Си / А. В. Кузин, Е. В. Чумакова. – М. : Форум : ИНФРА-М, 2015. – 144 с. (<http://znanium.com/bookread2.php?book=505194>)
3. Липпман, С. Язык программирования C++. Базовый курс / С. Липпман, Ж. Лажойе, Э. Му. Барбара; пер. с англ. – 5-е изд. – М. :ООО «И.Д.Вильямс», 2014. – 1120 с.
4. Павловская, Т. А. C/C++. Процедурное и объектно-ориентированное программирование : учеб. для вузов / Т. А. Павловская. – СПб. : Питер, 2018. – 496 с.
5. Прата, С. Язык программирования C++. Лекции и упражнения : учеб. / С. Прата; пер.с англ. – 6-е изд. – М. : Вильямс, 2017. – 1248 с.
6. Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке Object Pascal : учеб. пособие. / Т. И. Немцова [и др.]; под ред. Л. Г. Гагариной. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. – 496 с.
7. Программирование на языке Си [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Ю. Царев. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 108 с. (<http://znanium.com/bookread2.php?book=510946>)
8. Страуструп, Б. Язык программирования C++ / Б. Страуструп. – М. : Бином, 2017. – 1136 с.
9. Хабибуллин, И. Ш. Программирование на языке высокого уровня C/C++ учеб. пособие / И. Ш. Хабибуллин. – СПб : БХВ-Петербург, 2006. – 499 с.

## Часть 2 ПИМ

Студенту предлагаются междисциплинарные кейс-задания, которые соответствуют типам задач профессиональной деятельности, определенным в Федеральном государственном стандарте по данному направлению подготовки бакалавра, актуализированным в соответствии с профессиональными стандартами. При формировании заданий части 2 ПИМ *не учитывается перечень дисциплин (предметных полей)*, которые студент выбрал для полидисциплинарного тестирования в части 1 ПИМ.

Студент должен **выбрать 3 типа задач профессиональной деятельности ФГОС** в соответствии с программой экзамена по направлению подготовки, ориентируясь на конкретную ОПОП, по которой он завершает обучение.

Типы задач профессиональной деятельности, определенные Федеральным государственным образовательным стандартом по данному направлению подготовки бакалавриата<sup>1</sup>

«1.12. В рамках освоения программы бакалавриата выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- производственно-технологический;
- проектный;
- организационно-управленческий;
- педагогический».

---

<sup>1</sup> Приказ Минобрнауки России от 10 января 2018 г. № 9 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». С изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., 19 июля 2022 г. (Зарегистрировано в Минюсте России 8 февраля 2018 № 49937) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010302\\_B\\_3\\_15062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010302_B_3_15062021.pdf)