

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ  
«ФПМИ КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА»  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

На вступительном испытании будут заданы вопросы по выпускной квалификационной работе и вопросы из раздела/разделов, соответствующие направлению будущей научно-исследовательской деятельности поступающего.

**Вопросы по выпускной квалификационной работе (магистратура или специалитет)**

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

**Разделы, соответствующие направлению будущей научно-исследовательской деятельности**

**Математический анализ**

1. Пределы последовательности. Критерий Коши. Существование предела у монотонно возрастающей ограниченной сверху последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрассе о существовании сходящейся подпоследовательности у ограниченной последовательности.
2. Числовые ряды. Критерий Коши. Признаки сходимости (признаки сравнения, признак Даламбера, признак Лейбница, признак Дирихле).
3. Предел функции. Непрерывные функции. Свойства непрерывных функций на отрезке (теоремы Вейерштрасса об ограниченности и достижимости верхней и нижней грани. Теорема Коши о промежуточных значениях). Обобщения на многомерный случай. Существование односторонних пределов у монотонных функций. Теорема о непрерывности обратной функции и непрерывной монотонной. Равномерная непрерывность.
4. Дифференцируемые функции одной и нескольких переменных. Производные и дифференциал. Формула Тейлора для функций (одной и нескольких переменных). Ряды Тейлора. Элементарные функции. Теорема о неявных функциях (без доказательства).
5. Вычисление пределов с помощью формулы Тейлора. Достаточные условия монотонности дифференцируемой функции. Выпуклые функции. Достаточные условия выпуклости функции два раза дифференцируемой на интервале. Асимптоты.
6. Экстремумы функций одной и нескольких переменных. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума для дифференцируемых функций.
7. Интеграл Римана. Необходимые и достаточные условия интегрируемости функции по Риману. Теорема о среднем. Первообразная формула Лейбница-Ньютона. Формула интегрирования по частям. Несобственные интегралы. Признаки сходимости несобственных интегралов. Признак Дирихле.
8. Понятие кратного интеграла по Риману. Сведение кратного интеграла к повторному. Замена переменных в кратных интегралах.
9. Понятие гладкой кривой, гладкой поверхности, их параметрическое задание. Определение длины кривой, площади куска поверхности. Криволинейные интегралы первого и второго рода. Поверхностные интегралы первого и второго рода.
10. Формула Грина на плоскости. Формула Гаусса-Остроградского. Формула Стокса. Дифференциальные операции. Градиент, дивергенция, ротор (вихрь). Криволинейные интегралы не зависящие от пути интегрирования. Потенциальные векторные поля. Полный дифференциал, необходимые условия, достаточные условия.
11. Функциональные последовательности и ряды. Равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости

непрерывных функций. Теоремы о почленном интегрировании и дифференцировании функциональных рядов.

12. Интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость несобственного интеграла, зависящего от параметра. Теоремы о непрерывности и дифференцируемости интегралов, зависящих от параметра.
13. Ряды Фурье по тригонометрической системе. Сходимость рядов Фурье для кусочно-гладких функций. Порядок убывания коэффициентов Фурье для  $l$ -раз непрерывно-дифференцируемой функции. Равномерная сходимость ряда Фурье для непрерывно-дифференцируемой функции. Равномерное приближение непрерывных функций на отрезке тригонометрическими полиномами и многочленами.
14. Минимальное свойство коэффициентов Фурье. Неравенство Бесселя и равенство Парсевала. Понятие гильбертова пространства и абстрактных рядов Фурье по полной ортонормированной системе. Теорема о сходимости и среднем рядов Фурье по тригонометрической системе для функции, интегрируемой с квадратом на отрезке.
15. Преобразования Фурье. Формула обращения. Преобразование Фурье производной и производная преобразования Фурье.

### **Линейная алгебра**

1. Понятие линейного пространства. Определение линейно зависимости и независимости векторов. Размерность линейного пространства. Базис, координаты вектора, формулы преобразования координат при переходе от одного базиса к другому.
2. Матрицы и действия над ними. Детерминант квадратной матрицы. Ранг матрицы. Эквивалентность его двух определений в терминах линейной независимости строк (или столбцов) матрицы и в терминах неравенства нулю миноров.
3. Системы линейных алгебраических уравнений. Решение однородной системы. Решение неоднородной системы линейных уравнений. Критерий совместности Кронекера-Капелли.
4. Линейные преобразования в  $n$ -мерном пространстве. Матрица линейного преобразования и её смысл. Изменение матрицы линейного преобразования при замене базиса. Область значений линейного преобразования и его матрица. Произведение линейных преобразований.
5. Собственные векторы и собственные числа линейного преобразования. Характеристический многочлен. Линейная независимость собственных векторов, отвечающих различным собственным значениям. Матрица линейного преобразования в базисе из собственных векторов. Жорданов базис линейного преобразования и Жорданова нормальная форма (без доказательства).
6. Скалярное произведение в Эвклидовом пространстве. Координатное представление скалярного произведения. Ортонормированный базис. Процесс ортогонализации.
7. Понятие самосопряженного линейного преобразования. Свойства его собственных значений и собственных векторов. Матрица самосопряженного преобразования.
8. Ортогональные преобразования. Матрица ортогонального преобразования. Ортогональные матрицы. Переход от одного ортогонального базиса к другому.
9. Билинейные и квадратичные формы. Их матрицы и формулы перехода от одного базиса к другому. Проведение квадратичной формы к каноническому виду в ортонормированном базисе. Закон инерции для квадратичных форм. Понятие положительно определенной квадратичной формы. Критерий Сильвестра (без доказательства).

### **Обыкновенные дифференциальные уравнения**

1. Элементарные методы интегрирования уравнений первого порядка (уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения, линейные уравнения, уравнения Бернулли, уравнения в полных дифференциалах).
2. Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения 1-го порядка и для системы  $n$  уравнений 1-го порядка с  $n$  неизвестными в нормальной форме (без доказательства). Специфика случая линейных

- дифференциальных уравнений.
3. Линейные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Решение однородного уравнения. Решение неоднородного уравнения со специальной правой частью в виде квазиполинома. Уравнение Эйлера.
  4. Решение однородной системы первого порядка с постоянными коэффициентами (случай простых корней).
  5. Линейные уравнения  $n$ -го порядка с переменными коэффициентами. Фундаментальная система решений однородного уравнения и её существование. Определитель Вронского. Формула Лиувилля. Возможность понижения порядка однородного уравнения. Решение однородного уравнения. Решение неоднородного уравнения. Метод вариаций произвольных постоянных.
  6. Системы линейных уравнений первого порядка с переменными коэффициентами. Фундаментальная система решений однородной системы и её существование. Формула Лиувилля. Метод вариаций произвольных постоянных отысканий частного решения неоднородной системы. Структура общего решения.
  7. Понятие об уравнениях, не разрешенных относительно старшей производной. Особое решение.
  8. Автономные системы. Положение равновесия. Фазовая плоскость и фазовые траектории. Классификация положений равновесия на плоскости. Понятие устойчивости положения равновесия по Ляпунову и асимптотической устойчивости. Теория об устойчивости по линейному приближению.
  9. Первые интегралы автономной системы. Линейные однородные уравнения в частных производных первого порядка. Общий вид решения. Задача Коши. Понятие характеристики.
  10. Элементы вариационного исчисления. Простейшая задача вариационного исчисления и её несложные обобщения. Вариационная задача при наличии ограничений, изопериметрическая задача.

### **Теория функций комплексного переменного**

1. Функция одной комплексной переменной. Дифференцируемые функции комплексной переменной. Условия Коши-Римана. Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексной переменной.
2. Равенство нулю интеграла от дифференцируемой функции по замкнутому контуру, стягиваемому в точку. Интегральная форма Коши.
3. Понятие функции регулярной в точке и в области. Степенные ряды. Первая теорема Абеля. Круг сходимости степенного ряда. Почленное дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Эквивалентность дифференцируемости и регулярности функции и области. Регулярность равномерно сходящегося ряда и регулярных функций.
4. Разложение в ряд Тейлора функции, дифференцируемой в окрестности точки. Ряд Лорана. Элементарные функции  $Z^n$ ,  $e^Z$ ,  $\sin Z$ ,  $\cos Z$ ,  $\operatorname{Sh} Z$ ,  $\operatorname{Ch} Z$  и т.д.
5. Изолированные особые точки однозначного характера. Классификация: устранимая особая точка, полюс, существенно особая точка. Характеризация особой точки функции в терминах коэффициентов ряда Лорана.

6. Понятие вычета в изолированной особой точке однозначного характера. Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов.
7. Разложение мероморфных функций на элементарные дроби. Бесконечные произведения. Примеры разложения некоторых целых функций в бесконечные произведения.
8. Теорема единственности регулярной функции, принимающей заданные значения на последовательности точек, предел которой содержится в области регулярности. Аналитическое продолжение. Понятие полной аналитической функции. Основные многозначные элементарные функции  $\sqrt[n]{z}$ ,  $\ln z$ . Понятие о римановой поверхности.
9. Конформные отображения, осуществляемые регулярными функциями. Понятие однолистного отображения. Дробно-линейные отображения и их свойства. Отображения, осуществляемые с помощью некоторых элементарных функций. Общая теорема Римана о существовании конформных отображений (без доказательства). Принцип соответствия границ при конформном отображении.

### Уравнения математической физики

1. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных 2-го порядка. Приведение к каноническому виду в точке. Классификация уравнений. Эллиптические, гиперболические и параболические уравнения.
2. Линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка на плоскости. Понятие характеристики. Приведение к каноническому виду в области. Задачи Коши. Теорема Коши-Ковалевской (без доказательства).
3. Понятие корректной краевой задачи для уравнения в частных производных. Примеры некоторых задач (задачи Коши для уравнения Лапласа). Постановка классических задач математической физики и их физический смысл (задача Коши и смешанная задача для уравнения колебания струны, для уравнения теплопроводности, задачи Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа).
4. Интегральные уравнения Фредгольма. Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Теорема Фредгольма для интегральных уравнений Фредгольма второго рода с непрерывным ядром (без доказательства). Обобщение на случай полярных ядер. Метод последовательных приближений и ряд Неймана.
5. Интегральные уравнения Фредгольма второго рода с симметричным ядром. Собственные значения и собственные функции, их свойства. Теорема Гильберта-Шмидта о разложении истокообразно представимой функции в ряд по собственным функциям ядра (без доказательства).
6. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.
7. Задача Коши для волнового уравнения. Формула Даламбера в случае уравнения колебания струны. Существование и единственность решения. Область зависимости решения от начальных данных.
8. Смешанные задачи для гиперболических уравнений. Метод Фурье (метод разделения переменных). Единственность решения.
9. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Теорема существования и единственности. Формула Пуассона. Фундаментальное решение и его смысл.
10. Смешанная задача для уравнения теплопроводности. Метод Фурье (метод разделения переменных). Единственность решения, принцип максимума.
11. Уравнение Лапласа и Пуассона. Гармонические функции и их свойства. Формулы Грина. Теорема о среднем для гармонических функций. Принцип максимума и минимума для гармонических функций.

12. Задача Дирихле для уравнения Лапласа. Фундаментальное решение. Понятие функции Грина для задачи Дирихле. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге методом Фурье. Существование и единственность решения задачи Дирихле в общем случае (без доказательства).
13. Задача Неймана для уравнения Лапласа и Пуассона. Необходимые и достаточные условия её разрешимости. Степень неопределённости решения.

## **Литература**

### **Математический анализ**

1. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 1 и т. 2.
2. Никольский С.М. Курс математического анализа, т. 1 и т. 2.
3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, т. 1, т. 2 и т. 3.
4. Смирнов В.И. Курс высшей математики, т. 1 и т. 2.

### **Линейная алгебра**

1. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры.
2. Гельфонд И.М. Лекции по линейной алгебре.
3. Курош Л.Г. Курс высшей алгебры.

### **Обыкновенные дифференциальные уравнения**

1. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
2. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.
3. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений.
4. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
5. Смирнов В.И. Курс высшей математики, т. 2.

### **Теория функций комплексного переменного**

1. Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И., Лекции по теории функций комплексного переменного.
2. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного.
3. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного.
4. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций т. 1. и т. 2.

### **Уравнения математической физики**

1. Тихонов В.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.
2. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными.
3. Владимиров В.С. Уравнения математической физики.
4. Смирнов В.И. Курс высшей математики т. 2 и т. 4.

### **Вычислительная математика**

1. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Теорема о квадратичной скорости сходимости. Методы простых итераций, анализ сходимости. Метод продолжения по параметру.
2. Численное дифференцирование. Основные разностные аппроксимации первых и вторых производных. Ошибка аппроксимации, ошибка округления. Оптимальный шаг численного дифференцирования.
3. Численное интегрирования задачи Коши для систем ОДУ. Метод сеток, простейшие разностные схемы (Явная и неявная схемы Эйлера, схема с центральной разностью). Реализация разностных схем. Ошибка аппроксимации, критерии малости шага сетки.
4. Методы типа Рунге-Кутты, основная конструкция, алгоритм реализации. Проблема сходимости метода. Устойчивость методов Рунге-Кутты. Теоремы о сходимости при

- разных предложениях о матрице  $f(x)$ .
5. Жесткие системы ОДУ (ЖС ОДУ). Численные методы решения.  $A$  – устойчивые,  $A(\alpha)$  – устойчивые методы. Асимптотическая устойчивость.
  6. краевые задачи для систем ОДУ. Постановка общей (многоточечной) краевой задачи. Линейные краевые задачи, их решения задачи к фундаментальной системы решения. Сведения линейной краевой задачи к задачам Коши.
  7. Нелинейные краевые задачи для систем ОДУ. Метод «стрельбы», метод квазилинеаризации (как метод Ньютона в функциональном пространстве).
  8. Линейные краевые задачи с большим параметром. Вычислительная неустойчивость простейшего сведения к задачам Коши. Метод прогонки. Уравнение для «прогоночных коэффициентов». Сведения к устойчивым задачам Коши.
  9. Прогонка в разностной задаче Штурма – Лиувилля. Алгоритм разностной прогонки, рекуррентная формула.
  10. Метод сеток для уравнения теплопроводности. Простейшие разностные схемы (явная, неявная). Аппроксимация уравнений, начальных и краевых условий. Реализация явной схемы. Счет по слоям. Реализация неявной схемы, уравнения на верхнем слое, его решение методом прогонки.
  11. Нелинейные уравнения, их разностная аппроксимация и реализация соответствующих схем. Схемы с нелинейностью на верхнем слое, их реализация (метод Ньютона и прогонки).
  12. Устойчивость разностных схем как непрерывная зависимость решения от входной информации. Спектральный признак устойчивости. Техника вычисления спектра. Практика применения спектрального признака устойчивости. Принцип замороженных коэффициентов. Спектральная устойчивость и устойчивость по начальным данным. Устойчивость краевых условий.
  13. Двумерное уравнение теплопроводности. «Явная и неявная» схемы. Проблема решения уравнений на верхнем слое. Метод переменных направлений. Его реализация, экономичность метода. Спектральная устойчивость. Метод переменных направлений в трехмерных задачах. Схемы с факторизованным регуляризатором. Спектральная устойчивость таких схем. Метод расщепления, схемы с исключенным промежуточным слоем.
  14. Решения уравнений Пуассона методом сеток. Разностная аппроксимация уравнений Пуассона. Метод простых итераций, ошибка, невязка. Спектр разностной задачи Пуассона, собственные значения и функции. Спектральный анализ сходимости простых итераций. Выбор оптимального итерационного параметра. Оценка числа итераций. Метод Чебышевского ускорения простых итераций. Анализ устойчивости. Устойчивые перенумерации итерационных параметров.
  15. Метод переменных направлений решения разностного уравнения Пуассона. Спектральный анализ сходимости. Выбор оптимального итерационного параметра. Оценка числа итераций. Метод переменных направлений с серией параметров.
  16. Численные методы решения задач механики сплошной среды. Идея построения разностных схем. Консервативные методы.
  17. Методы поиска экстремумов функций.
  18. Постановка некорректных задач. Примеры. Качественное описание подхода к их решению. Роль априорной информации. Примеры – интегральное уравнение 1-го рода. Обратная задача теплопроводности.
  19. Основная идея регуляции. Априорная информация. Математический формализм. Роль выбора норма в понятии некорректности. Естественные нормы. Множество корректности по Тихонову. Теорема о непрерывности обратного отображения на образе компакта. Компакт как математический эквивалент априорной информации. Метод квазирешения. Теорема о непрерывности квазирешения.

1. В.С. Рябенский. Введение в вычислительную математику. М.: Физматлит, 2009г., 294с.
2. Р.П. Федоренко. Введение в вычислительную физику. Долгопрудный. Издательский дом Интеллект, 2000г., 503с.
3. Н.Бахвалов, Н. Жидков, Г. Кобельков. Численные методы. М.-СПб: Физматлит, 2000г., 622с.
4. И.Б. Петров, А.И. Лобанов. Лекции по вычислительной математике. 2006г., 522с.

## **Алгоритмы**

1. Понятие алгоритма.
2. Понятие пространственной сложности алгоритма.
3. Понятие временной сложности алгоритма.
4. Машина Тьюринга.
5. Машина Поста.
6. Нормальные алгоритмы Маркова.
7. Проблема останова.
8. Алгоритмы сортировки.
9. Жадный алгоритм.
10. Бинарный поиск.
11. Динамическое программирование (2, 3-мерное)
12. Динамическое программирование на подотрезках.
13. Динамическое программирование по профилю.
14. Дискретная и непрерывная задача о рюкзаке.
15. Задача о наименьшем общем предке (Least Common Ancestor, LCA).
16. Классы сложности алгоритмов (P, NP).
17. Префикс-функция.
18. Z-функция. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта.
19. Алгоритм Ахо-Корасик.
20. Расширенный алгоритм Евклида.
21. Решето Эратосфена.
22. Алгоритмы сжатия информации без потерь.
23. Алгоритм Евклида.
24. Решето Эратосфена.
25. Вычислительная сложность алгоритмов сложения, умножения, возведения в целую степень.
26. Асимптотический закон распределения простых чисел. Алгоритмы проверки чисел на простоту.

## **Литература**

1. Мальцев А. «Алгоритмы и рекурсивные функции», М.: Наука, 1985 г.
2. Винокуров В. А., Ворожцов А. В. «Практика и теория программирования», М.: Физматкнига, 2008.

## **Процедурное программирование**

1. Базовые алгоритмические конструкции: условный оператор (if), оператор множественного выбора (case/switch/select), циклы с предусловием и постусловием (for/while/until), оператор перехода (go to).
2. Разбиение программ на процедуры и модули. Понятие стека и его использование. Глобальные и локальные переменные, понятие области видимости. Программирование «сверху вниз».
3. Базовые типы и структуры данных: числа, перечисления (enumeration), строки, множества, массивы, записи (record/struct). Принцип «программы = алгоритмы + структуры данных»
4. Понятие структурированного программирования, определение Дейкстры.

## **Литература**

1. Дейкстра Э. «Дисциплина программирования», пер. с англ., М.: Мир, 1978 г.
2. Вирт Н. «Алгоритмы + структуры данных = программы», пер. с англ., М.: Мир, 1985 г.
3. Холл П. «Вычислительные структуры», пер. с англ. М.: Мир, 1978 г.

### **Структуры данных**

1. Стек
2. Очередь
3. Очередь с приоритетами
4. Деки
5. Односвязные списки.
6. Двусвязные списки.
7. Куча.
8. Бинарное дерево.
9. Декартово дерево.
10. Хэш-таблицы.
11. Двоичный контейнер (Range Minimum Query, RMQ), описание и примеры применения.
12. Дерево отрезков.
13. Дерево Фенвика.
14. Красно-чёрное дерево.
15. Понятие отображения (map). Реализация отображений через бинарные деревья и хэш-таблицы.

### **Литература**

1. Кнут Д. Э. «Искусство программирования для ЭВМ», в 7-ми томах, тома 1,2,3, пер. с англ., М.: Мир, 1976 г.
2. Холл П. «Вычислительные структуры», пер. с англ., М.: Мир, 1978 г.

### **Язык программирования C++**

1. Препроцессор.
2. Ветвления
3. Циклы
4. Функции
5. Массивы
6. Арифметика указателей
7. Рекурсия.
8. Структуры.
9. Объединения (union).
10. Стандартная библиотека C.
11. Библиотека STL.
12. Библиотеки Boost.
13. Стандарты C++11, C++14.

### **Литература**

1. Керниган Б., Ритчи Д. «Язык программирования Си», 2-е издание, пер. с англ., М.: Финансы и статистика, 1992 г.
2. Страуструп Б. «Язык программирования C++», 3-е издание, пер. с англ., СПб.: Невский диалект, 1999 г.

### **Язык программирования Java**

1. Виртуальная машина Java.
2. Управление памятью.



3. Передача примитивных типов в функции.
4. Передача ссылочных типов в функции.
5. Проблема изменения ссылки внутри подпрограммы.
6. Статические инициализаторы.
7. Удаление неиспользуемых объектов и метод `finalize`.
8. Проблема деструкторов для сложно устроенных объектов.
9. Сборка мусора

### Литература

1. Программирование на Java Автор: Вязовик Н.А. М., «Интуит», 2003

### Архитектура ЭВМ

1. Архитектура ЭВМ (Гарвардская, фон Неймановская)
2. Набор команд процессора (CISC, RISC, VLIW)
3. Кэш и ускорение работы с его использованием.
4. Соглашения о вызове. Соглашения `cdecl`, `fastcall`, `stdcall`.
5. Представление целых чисел. Дополнительный код.
6. Представление чисел с плавающей точкой.
7. Язык ассемблера.
8. Выполнение команд на конвейере. Условное исполнение команд.
9. Средства отладки и инструментирования (`valgrind`, `AddressSanitizer`, `strace`, `gdb`)
10. Статические и динамические библиотеки.
11. Понятие о профилировании программы.
12. Статический метод изучения программ. Восстановление алгоритмов и структур данных.
13. Динамический метод изучения программ. Основные принципы функционирования отладчика. Метод маяков и метод трассировки.
10. Защита от дизассемблирования и отладки. Встраивание защитных средств в программное обеспечение.
11. Основные методы технической защиты от несанкционированного копирования программ и данных. Идентификация параметров компьютера. Электронные ключи.

### Литература

1. Брайант Р., О'Халларон Д. Компьютерные системы: архитектура и программирование. Взгляд программиста. "БХВ-Петербург", 2005, ISBN 5-94157-433-9

### Принципы построения современных операционных систем

1. Классификация операционных систем.
2. Операционные системы реального времени.
3. Понятие процесса, виды процессов.
4. Файлы. Структура файловой системы.
2. Управление памятью: одиночное распределение, страничное, сегментное, сегментно-страничное, свопинг.
3. Взаимодействие процессов, IPC: пайпы, сигналы, очереди сообщений, сокеты, семафоры, разделяемая память.
5. Виды виртуализации.
6. Способы разделения ресурсов. Предотвращение тупиков. Обмен данными между процессами через сообщения и общую область памяти.
7. Понятие очереди сообщений. Программирование, управляемое событиями. Модели асинхронного управления процессами, сети Петри.
8. Файловая система. Понятия файла и каталога. Синонимы и ссылки, их назначение. Сетевые файловые системы.

9. Системы безопасности. Понятия учётной записи пользователя. (user account), групп пользователей. Назначение журналов (log).
10. Понятие идентификации и аутентификации. Способы и схемы аутентификации. Информация, необходимая для аутентификации.
11. Классификация угроз безопасности. Типовая архитектура подсистемы защиты ОС. Разграничение доступа: основные понятия.
12. Модель управление доступом (УД). Основные функции системы УД. Схемы УД (списки доступа, мандатная схема, метки доступа, контекстно-зависимая схема). Информация, необходимая для УД. Реализация управления доступа на примере прав в UNIX-подобных операционных системах. SELinux, AppArmor.

### **Литература**

1. Немет Э., Снайдер Г., Сибасс С., Хейн Т. «UNIX: Руководство системного администратора», пер. с англ., К.: BHV, 1996 г.
2. Дженнигс Р. «Windows 95 в подлиннике», пер. с англ., СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 1995 г.
3. «Сетевые средства Microsoft Windows NT Server 4.0», пер. с англ., СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 1999 г.
4. Колин А. «Введение в операционные системы», пер. с англ., М.: Мир, 1975 г.
5. Цикритзис Д. и др. «Операционные системы», пер. с англ., М.: Мир, 1977 г.
6. Карпов В. Е., Коньков К. А. «Основы операционных систем», М.: Интернет-университет информационных технологий, 2005.

### **Объектно-ориентированное программирование.**

1. Объект = данные + методы работы с ними. Абстракция как средство моделирования реальности при помощи объектов.
2. Инкапсуляция. Модификация и оптимизация программ при помощи инкапсуляции.
3. Наследование. Повторное использование кода. Полиморфизм как средство обеспечения расширяемости программ.
4. Понятие свойств и событий (properties and events) в объектных технологиях. Сохраняемость объектов (persistence). Понятие интерфейса как альтернативного средства обеспечения полиморфизма.
5. Диаграммы классов. Понятие объектно-ориентированного проектирования.
6. Шаблоны и их использование.
7. Обработка внештатных ситуаций. Понятие исключения. Разворачивание стека при обработке исключения. Обработка исключений.

### **Литература**

1. Буч Г. «Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++», 2-е издание, пер. с англ., М.: Издательство Бинوم, СПб.: Невский диалект, 1999 г.
2. Роджерсон Д. «Основы СОМ», пер. с англ., М.: Русская редакция: Channel Trading Ltd, 1997 г.

### **Сетевые технологии**

1. Концепция клиент-сервер. Примеры ее применения.
2. Понятие архитектуры распределенных вычислительных систем. Компьютерные сети. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (OSI Seven – Layer Model).
3. Структура, топология и архитектура компьютерных сетей. Эталонная модель взаимодействия открытых систем. Интернет-архитектура. Архитектура ЛВС. Маршрутизация и управление потоками в компьютерных сетях.
4. Протокол IPv4. Понятие IP-адреса, маски подсети. Протокол IPv6.
5. Системные вызовы для поддержки сети в ОС (socket, bind, listen, access, connect, read,

- write, send, recv...).
6. Протоколы TCP и UDP.
  7. Сериализация/десериализация.
  8. Основы языка HTML. Основные теги.
  9. Система доменных имён.
  10. Понятие латентности сети, RTT.
  11. Удалённый вызов процедур.
  12. Принципы организации электронной почты и World Wide Web.
  13. Протоколы прикладного уровня.
  14. Архитектура «тонкого клиента», ее достоинства и недостатки.
  15. Определение, структура и функционирование межсетевых экранов. Блокирующие и разрешающие СЭ. От чего могут и не могут защитить межсетевые экраны? Понятие «демилитаризованной зоны». Несанкционированный обмен данными. Способы обхода межсетевых экранов. Законодательство Российской Федерации в области блокировки сайтов.
  16. Атаки и сбои. Точка отказа всей системы. Построение отказоустойчивых систем.
  17. Технологии COM/DCOM и CORBA как языконезависимое средство организации взаимодействия между приложениями и повторного использования кода.

### **Литература**

1. Роджерсон Д. «Основы COM», пер. с англ., М.: Русская редакция: Channel Trading Ltd, 1997 г.
2. Орфали Р., Харки Д., Эдвардс Д. «Основы Corba», пер. с англ., М.: Малип, 1999 г.

### **Компьютерная графика.**

1. Представление цвета в ЭВМ.
2. Графические форматы.
3. Векторные и растровые форматы.
4. Проекция
5. Метод марширующих кубиков.
6. Быстрое преобразование Фурье.
7. Сжатие данных с потерей качества.
8. Графические интерфейс пользователя

### **Искусственный интеллект**

1. Машинное обучение. Понятие обучающей и контрольной выборки.
2. Нейросети.
3. 3 закона робототехники.
4. Использование графических ускорителей в машинном обучении.

### **Методы анализа и распознавания данных**

1. Задача распознавания.
2. Задача классификации.
3. Понятие ошибок первого и второго рода.

### **Теория графов.**

1. Вершины и рёбра
2. Ориентированные и неориентированные графы
3. Матрица смежности.
4. Матрица инцидентности

5. Дерево.
6. Формула Кэли (число остовных деревьев в полном графе).
7. Обход в глубину.
8. Обход в ширину.
9. Поток в графе.
10. Маршруты, цепи, циклы
11. Эйлеров путь.
12. Гамильтонов путь.
13. Алгоритм Флойда
14. Алгоритм Дейкстры
15. Алгоритм Крускала
16. Алгоритм Диница.
17. Двудольные графы. Паросочетания.
18. Планарность графа.

### **Литература**

1. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. «Алгоритмы: построение и анализ». М.: МЦНМО, 2000.

### **Базы данных**

1. СУБД. Логическая и физическая структура данных. Средства обеспечения целостности данных. Транзакции.
2. Реляционная модель данных. Нормализация данных. ER – диаграммы. Язык SQL.
3. Клиент-серверные и трехуровневые архитектуры работы с базами данных. Назначение промежуточного слоя.
4. Хранилища данных. Сравнение с операционными БД. Денормализация. Многомерная модель данных. OLAP. Витрины данных. Их использование в качестве промежуточного слоя в трехуровневой архитектуре.
5. Понятие безопасности баз данных. Угрозы безопасности БД: общие и специфичные. Интерпретация аспектов безопасности для БД: конфиденциальность, целостность, доступность.
6. Управление доступом к БД. Основные понятия: субъекты и объекты, группы пользователей, привилегии, роли и представления. Виды привилегий: системные и объектные. Использование ролей и привилегий пользователей.
7. Использование транзакций и блокировок для обеспечения целостности данных в БД. Фиксация и откат транзакции. Типы блокировок.
8. Ссылочная целостность. Декларативная и процедурная ссылочные целостности. Внешний ключ. Способы поддержания ссылочной целостности.
9. SQL-инъекции.

### **Литература**

1. Мартин Дж. «Организация баз данных в вычислительных системах», пер. с англ., М.: Мир, 1978 г.
2. Шумаков П., Фаронов В., «Delphi 4. Руководство разработчика баз данных», М.: Нолидж, 1999
3. Уинкуп С. «Microsoft SQL Server 6.5 в подлиннике», пер. с англ., СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 1998 г.
4. Грей П. «Логика, алгебра и базы данных», пер. с англ., М.: Машиностроение, 1989 г.
5. Архипенков С. «Аналитические системы на базе Oracle Express. OLAP Проектирование, создание, сопровождение», М.: Диалог-МИФИ, 1999 г.

### **Технологический цикл разработки ПО.**

1. Итеративная (спиральная) модель разработки ПО. Понятие релиза.
2. Анализ и проектирование ПО. CASE – средства и их использование для автоматизации проектирования сложных систем.
3. Управление и планирование. Понятие управления риском. Контроль проекта при помощи вех (контрольных или функциональных точек).
4. Системы ведения версий – назначение и возможности.
5. Прогресс промышленного тестирования (контроля качества) и регистрации ошибок.
6. Автоматизация сборки программ. Утилита Make.
7. Понятие технического задания.
8. Принципы тестирования. Классификация дефектов. Разработка, ориентированная на тесты (Test-driven-development).
9. Системы контроля версий: cvs, svn, mercurial, git.
10. Системы управления качеством.
11. Методы структурного проектирования. Виды методов: сверху-вниз, снизу-вверх, итеративные. Модульность. Принципы разделения системы на модули. Метрики качества модульной структуры. Метод постепенного уточнения, структурные диаграммы (STD). Диаграммы потоков данных (DFD). Метод структурного программирования Джексона (JSP).

### **Литература**

1. Буч. Г. «Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++», 2-е издание, пер. с англ., М.: Издательство Бином, СПб.: Невский диалект, 1999 г.
2. Липаев В. «Системное проектирование сложных программных средств для информационных систем», М.: СИНТЕГ, 1999 г.

### **Информационная безопасность**

1. Понятие неотказуемости. Модель системы обеспечения неотказуемости. Информация, необходимая для обеспечения неотказуемости.
2. Архитектура информационной безопасности. Последствия реализации угроз информационной безопасности. Источники угроз информационной безопасности.

3. Цели, задачи, способы и средства обеспечения информационной безопасности. Доступность. Конфиденциальность. Идентифицируемость. Целостность. Гарантированность.
4. Понятие целостности. Модель обеспечения целостности. Основные способы обеспечения целостности. Информация, необходимая для обеспечения целостности.
5. Формальные модели. Основные технические модели обеспечения безопасности информационных систем. Политика безопасности и формы её представления. Атрибутная модель.
6. Критерии и классы защищенности средств вычислительной техники и автоматизированных информационных систем.
7. Идентификация и аутентификация в программах. Хранение образов паролей. Атаки на системы аутентификации по паролю. Методы защиты.
8. Понятие компьютерного вируса. Жизненный цикл компьютерных вирусов. Разновидности компьютерных вирусов: файловые, загрузочные, макровирусы.
9. Обнаружение программных закладок. Демаскирующие признаки программных закладок. Противодействие программным закладкам: межсетевые экраны, средства обнаружения вторжений, антивирусные средства, системы контроля целостности.
10. Атаки типа «маскарад» и их виды. Способы парирования атак типа «маскарад».
11. Понятия аудита безопасности и оповещения об опасности. Модель системы аудита безопасности. Сигналы и система оповещения об опасности. Системы обнаружения вторжений.

### **Криптография.**

1. Криптография и криптоанализ. Криптографические протоколы и основные требования к ним. Ключи шифрования. Допущения при криптоанализе. Криптостойкость системы защиты информации.
2. Подстановочные шифры. Многоалфавитная замена. Перестановочные шифры.
3. Стеганография. Методика разработки и создания автоматизированной системы в защищённом исполнении.
4. Защита информации гаммированием. Методы получения случайных и псевдослучайных последовательностей.
5. Генераторы псевдослучайных последовательностей на основе линейных и нелинейных регистров сдвига.
6. Проблемы распространения ключей. Односторонние функции.
7. Криптосистема RSA и её математическое обоснование.
8. Криптосистема Диффи-Хеллмана.
9. Каноническое разложение натуральных чисел.
10. Сравнения по модулю. Малая теорема Ферма. Функция Эйлера. Китайская теорема об остатках.
11. Квадратичные вычеты и невычеты, квадратичный закон взаимности Гаусса.
12. Протоколы разделения секретов.
13. Протоколы с нулевым разглашением.
14. Понятие и цель обеспечения криптоключами. Модель обеспечения криптоключами. Понятие жизненного цикла криптоключа. Модели распределения ключей. Защита криптоключей. Сертификация. Удостоверяющий центр и его основные функции.
15. Понятие конфиденциальности. Основные способы обеспечения конфиденциальности. Функции закрытия и раскрытия информации. Информация, необходимая для обеспечения конфиденциальности.

### **Алгебра логики**

1. Логические переменные.
2. Основные операции алгебры логики (отрицание, конъюнкция, дизъюнкция,

- исключающее или).
- 3. Таблица истинности.
- 4. Полнота системы функций.

### **Литература**

1. Журавлёв Ю. И., Флёров Ю. А., Федыко О.С. Дискретный анализ. Комбинаторика. Алгебра логики. Теория графов. М.: МФТИ, 2012

### **Теория формальных языков.**

1. Понятие языка.
2. Формальная грамматика.
3. Контекстно-свободная грамматика.
4. Контекстно-зависимая грамматика.
5. Конечные автоматы.
6. Магазинные автоматы.
7. Суффиксный массив.
8. Суффиксный автомат.

### **Литература**

1. Ахо А., Ульман Дж. «Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции», пер. с англ., М.: Мир, 1978 г.
2. Пратт Т. «Языки программирования», пер. с англ., М.: Мир, 1979 г.
3. Серебряков В. А., Галочкин М. П., Гончар Д. Р., Фуругян М. Г. «Теория и реализация языков программирования», М.: МЗ Пресс, 2006.

### **Классификация языков программирования.**

1. Процедурные языки.
2. Логические языки.
3. Функциональные языки.
4. Языки разметки (XML, TeX).

### **Литература**

1. Хабибулин И. Ш. «Самоучитель XML» СПб, БХВ-Петербург, 2003.

### **Вычислительная геометрия**

1. Понятие точки и вектора. Соответствующие структуры данных.
2. Скалярное произведение векторов.
3. Векторное произведение.
4. Ориентированная площадь треугольника. Площадь произвольного простого многоугольника.
5. Предикат "по часовой стрелке". Тест отрезков на пересечение без вычисления точки пересечения.
6. Расстояния от точки до прямой, от точки до отрезка.
7. Нахождение точки пересечения двух прямых. Нормальное уравнение прямой.
8. Пересечение окружности и прямой. Пересечение двух окружностей.
9. Выпуклая оболочка (со сложностью  $O(N \log N)$ )
10. Метод сканирующей прямой.

## Параллельное программирование

1. Разновидности параллельных архитектур. SISD - MIMD
2. Разновидности параллельных архитектур. Общая и разделяемая память
3. MPI - определение и основные принципы, группы и коммутаторы (MPI\_COMM\_WORLD, MPI\_Comm\_rank(),...)
4. MPI\_Init() и MPI\_Finalize()
5. MPI\_Send() и MPI\_Recv()
6. Блокирующие и неблокирующие послыки, MPI\_Isend() и MPI\_Irecv()
7. Блокирующий и неблокирующий приём, MPI\_Sendrecv() и MPI\_Rsend()
8. MPI\_Bcast()
9. MPI\_Reduce()
10. MPI\_Scatter() и MPI\_Gather(), MPI\_Barrier()
11. Сортировки и их распараллеливание, all2all и all2one
12. Схемы взаимодействия процессов при сортировках
13. Схема взаимодействия типа «гиперкуб» и её преимущества
14. Распараллеливание агрегации массивов, интегрирование с фиксированной дискретизацией
15. Закон Амдала (применение и ограничения)
16. Закон Густавсона-Барсиса (применение и ограничения)
17. Сортировка Бетчера. Схема распределения ресурсов
18. Декомпозиция по данным, MPI\_Status\_ignore
19. Топологии, MPI\_Cart\_create() и MPI\_Cart\_coords()
20. Топологии, MPI\_Cart\_sub(), MPI\_Cart\_rank()
21. Топологии, MPI\_Cart\_Cart\_get(), MPI\_Cartdim\_get()
22. MPI\_Cart\_shift() и векторные операции
23. Декомпозиции неравномерных сеток
24. Функции ожидания: MPI\_Wait(), MPI\_Test(), использование MPI\_Status()
25. Графические ускорители.
26. Технология CUDA
27. Язык OpenCL.
28. Программируемые логические интегральные схемы (FPGA).

## Литература

1. Андреев С.С., Дбар С.А., Лацис А. О., Плоткина Е. А. Некоторые проблемы реализации вычислений на FPGA- ускорителях // Научный сервис в сети Интернет: труды XVIII Всероссийской научной конференции (19-24 сентября 2016 г., г. Новороссийск). — М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2016. — С. 9-13. — URL: <http://keldysh.ru/abrau/2016/32.pdf>