

**Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет)  
имени И.М. Губкина**

---

**Утверждена проректором по научной  
и международной работе проф. А.Ф.**

**Максименко**

**14 апреля 2022 года**

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания по научной специальности**

**2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,  
комплексов и компьютерных сетей»**

**для поступающих в аспирантуру РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
в 2022/2023 уч. году**

## Введение

Программа разработана в соответствии с паспортом специальности 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: дискретная математика, теория алгоритмов; теория формальных языков и грамматик; теория и практика программирования; программное обеспечение: модели, методы, алгоритмы, языки и инструментальные средства; архитектура вычислительных систем и сетей.

### Вопросы к вступительному экзамену

#### 1. Дискретная математика

*Основные понятия теории множеств.* Операции над множествами. Алгебра подмножеств. Диаграммы Эйлера-Венна. Представление множеств на компьютере. Упорядоченные пары. Отношения и их свойства. Отношения частичного и полного порядка. Отношение эквивалентности. Классы эквивалентности. Фактормножества. Представление отношений на компьютере. Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Представление функций на компьютере.

*Алгебраические структуры.* Алгебры. Свойства операций. Морфизмы. Полугруппы. Моноиды. Группы. Кольца. Поля. Векторные пространства. Линейные комбинации. Базис и размерность. Решетки.

*Булевы алгебры.* Булевы функции. Реализация функций алгебры логики. Равносильные формулы. Тавтология. Противоречие. Выполнимость. Опровержимость. Алгебра булевых функций. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Полином Жегалкина.

*Математическая Логика.* Логические связки. Выводимость. Формальные теории. Исчисление высказываний. Правила вывода. Естественная дедукция. Предикаты и кванторы. Исчисление предикатов. Интерпретация. Полнота чистого исчисления предикатов. Теории первого порядка. Исчисления с равенством. Интерпретация и модели. Общезначимость, непротиворечивость, полнота, независимость, разрешимость, аксиоматизируемость. Аксиоматическое доказательство теорем. Доказательство от противного. Правило резолюции для исчисления высказываний и исчисления предикатов. Доказательство поиском по Эрбановой базе. Унификация.

*Комбинаторика:* размещения, перестановки, сочетания с повторениями и без повторений. Подстановки. Биномиальные коэффициенты. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Треугольник Паскаля. Генерация перестановок. Упорядоченные и неупорядоченные разбиения. Числа Стирлинга первого и второго рода. Производящие функции. Кодирование. Алфавитное кодирование. Кодирование с минимальной избыточностью. Цена кодирования. Алгоритм Фано. Оптимальное кодирование. Алгоритм Хаффмена. Помехоустойчивое кодирование. Кодирование с исправлением ошибок. Код Хемминга с исправлением ошибок. Сжатие данных. Алгоритм Лемпела-Зива. Шифрование. Криптография и стеганография. Криптостойкость. Модулярная арифметика. Шифрование с открытым ключом. Цифровая подпись.

*Графы.* Подграфы. Маршруты, цепи, циклы. Расстояние между вершинами. Связность. Полные, двудольные, направленные орграфы и сети. Представление графов на компьютере. Ациклические графы. Топологическая сортировка. Обходы графов. Графы и отношения. Достижимость и частичное упорядочение. Вершинная и реберная связность. Мосты и блоки. Меры связности. Потoki в сетях. Разрезы. Формулировка теоремы Форда и Фалкерсона. Алгоритм нахождения максимального потока. Сильная и слабая связность. Компоненты сильной связности. Кратчайшие пути. Алгоритм Флойда. Алгоритм Дейкстры. Деревья ориентированные, упорядоченные, бинарные. Представление деревьев на компьютере. Минимальное остовное дерево. Фундаментальные (основные) циклы и разрезы. Циклы и коциклы. Циклический и коциклический ранг. Эйлеровы циклы. Алгоритм построения Эйлерова цикла. Гамильтоновы циклы. Задача коммивояжера. Раскраска графов. Хроматическое число.

## 2. Теория алгоритмов

Формальное определение алгоритма: МНР-машина, машина Тьюринга, система Поста, нормальные алгоритмы Маркова, рекурсивные функции. Примитивно-рекурсивные функции. Функция Аккермана. Общерекурсивные и частично-рекурсивные функции. Тезис Тьюринга. Тезис Черча. Эквивалентность алгоритмических систем.

Вычислимость и разрешимость. Нумерация алгоритмов. Универсальный алгоритм. Разрешимые и перечислимые множества. Алгоритмическая неразрешимость. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем. Вычислительная сложность алгоритмов. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы P и NP. Примеры NP-полных задач. Оценки сложности алгоритмов.

## 3. Теория формальных языков и грамматик

Основные понятия и определения формальных языков и грамматик. Классификация грамматик и языков по Хомскому. Порождающие и аналитические (распознающие) грамматики. Регулярные грамматики, конечные автоматы и регулярные выражения. Контекстно-свободные грамматики и деревья вывода. Нормальные формы контекстно-свободных грамматик. Алгоритмически разрешимые и неразрешимые задачи. Формальное описание языка программирования. Лексический анализ языка. Инфиксная, польская префиксная и постфиксная формы записи. Описание синтаксиса языка с помощью, нормальной и расширенной форм Бэкуса-Наура. Синтаксический и семантический анализ языка.

## 4. Теория и практика программирования

Парадигмы программирования: императивное, декларативное, структурное, функциональное, логическое, автоматное, процедурное, объектно-ориентированное, прототипное, аспектно-ориентированное, компонентно-ориентированное, предметно-ориентированное, субъектно-ориентированное, аппликативное, обобщенное, доказательное, порождающее, агентно-ориентированное программирование, событийно-ориентированное, грамотное, рефлексивное, распределенное, контрактное, параллельное, мультипарадигмальное.

Типы и структуры данных. Статическая, динамическая, явная и неявная типизация. Приведение типов. Параметрический полиморфизм.

Управление памятью. Сборка мусора. Рекурсия.

## 5. Программное обеспечение: модели, методы, алгоритмы, языки и инструментальные средства

Интерпретируемые и компилируемые программы. Платформозависимые и кроссплатформенные программы, способы обеспечения кроссплатформенности. Проприетарное, открытое и свободное программное обеспечение. Системное, прикладное и инструментальное программное обеспечение. Встроенное программное обеспечение и утилиты.

Средства и среды разработки программного обеспечения. Системы программирования: языки, трансляторы, редакторы связей, отладчики, текстовые редакторы. Типы модулей (исходный, загрузочный, объектный). Система контроля версий. Система отслеживания ошибок.

Классификация SDK. Интерфейсы программирования приложений API.

Структура и функции операционных систем (ОС). Основные средства аппаратной поддержки функций ОС: система прерываний, защита памяти, механизм преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами. Firmware — встроенные программы. Middleware — связующее (промежуточное) программное обеспечение. Классификация утилит операционных систем.

Управление доступом к данным. Файловые системы (основные типы, характеристика). Файловые системы вычислительных кластеров.

Распределение и использование ресурсов вычислительной системы. Основные подходы и алгоритмы планирования. Управление памятью. Методы организации виртуальной памяти в современных ОС.

Интерфейсы взаимодействия человека с вычислительной системой. Оболочки. Интерпретаторы команд.

Организация сетевого взаимодействия в современных ОС.

Виды процессов и управление ими в современных ОС. Средства взаимодействия процессов. Модель клиент-сервер и ее реализация в современных ОС.

Структура современных распределенных ОС. Объектно-ориентированный подход в организации ОС.

Программные средства машинной графики, визуализации, обработки изображений, систем виртуальной реальности, мультимедийного общения.

Программные системы символьных вычислений – компьютерная алгебра.

Системы управления базами данных и знаний. Модели данных. Иерархическая, сетевая, реляционная, алгебра отношений. Примеры СУБД. Базы данных. Основные понятия языков управления и манипулирования данными. Организация физического уровня баз данных. Методы индексирования и сжатия данных. Язык баз данных SQL. Средства управления и изменения схемы базы данных, определения ограничений целостности. Контроль доступа.

Информационно-поисковые системы. Классификация. Методы реализации и методы ускорения поиска.

Понятие о базах знаний, их использование в экспертных системах и системах логического вывода. Способы представления знаний.

Жизненный цикл программного обеспечения. Средства моделирования архитектуры программного обеспечения. Сети Петри. Оценка качества программного обеспечения. Измерение и метрики. Классификации видов и уровней тестирования.

#### 6. Архитектура вычислительных систем и сетей

Понятие архитектуры вычислительных систем (ВС). Основные подходы к классификациям ВС. Основные принципы организации CISC, RISC, URISC, MISC и VLIW архитектур. Способы организации обработки информации в них.

Основные методы организации многопроцессорных систем с распределенным управлением. Методы организации обработки информации в таких системах.

Системы с общей и распределенной памятью. Мультиядерные процессоры, нити (потoki). Открытый стандарт программирования OpenMP для систем с общей памятью. Распараллеливание последовательных программ. Библиотека MPI для программирования кластерных систем с. Таксономия Флинна. Программирование многоядерных процессоров с помощью открытого стандарта программирования OpenACC. Программирование гетерогенных систем.

Основные принципы функционирования сетей ЭВМ. Классификация сетей по масштабу и топологии. Понятие сетевого протокола. Семиуровневая модель OSI/ISO. Сетевая архитектура TCP/IP: основные принципы организации и функционирования. Способы маршрутизации сообщений в компьютерных сетях. Основные принципы и средства управления сетью.

#### **Список рекомендуемой литературы:**

1. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
2. Андерсон Дж. Дискретная математика и комбинаторика. — М.: Вильямс, 2006.
3. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т.1. Синтаксический анализ. — М.: Мир, 1978.
4. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т.2. Компиляция. — М.: Мир, 1978.
5. Басакер Р, Саати Т. Конечные графы и сети. — М.: Наука, 1974.
6. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. — М.: Мир, 1986.
7. Вендров А.М. Case-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. — М.: Финансы и статистика, 1998.
8. Волкова И.А., Руденко Т.В. Формальные грамматики и языки. Элементы теории трансляции. — М.: МГУ, 1999.
9. Гарсия-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. — Вильямс, 2003.

10. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2005.
11. Журавлёв Ю.И., Флёров Ю.А. Дискретный анализ. Ч. 1: Учебное пособие. — М.: Изд-во МФТИ, 1999.
12. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
13. Коннолли Х, Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2003.
14. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. — М.: Вильямс, 2007.
15. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. — М.: Мир, 1978.
16. Крупский В.Н. Введение в сложность вычислений. — М.: Факториал Пресс, 2006.
17. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. — СПб.: Издательство «Лань», 2005
18. Липский В. Комбинаторика для программиста.—М.: Мир, 1988
19. Морелос-Сарагоса Р Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. —М.: Техносфера, 2006.
20. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. —СПб.: Питер, 2009.
21. Пентус А.Е., Пентус Е.Р. Теория формальных языков. —М.: МГУ, 2004.
22. Роберт У. Себеста. Основные концепции языков программирования. —5-е изд.—М.: Вильямс, 2001.
23. Роганов Е.А. Основы информатики и программирования. —М.: МГЛУ, 2001.
24. Романовский И.В. Дискретный анализ. —СПб.: Невский Диалект, 2008.
25. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения. —6-е изд.—М.: Вильямс, 2002
26. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. —СПб.: Питер, 2007.
27. Таненбаум Э.С. Современные операционные системы. —2-е изд. —СПб.: Питер, 2005.
28. Таненбаум Э.С., Вудхалл А.С. Операционные системы. Разработка и реализация. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2007.
29. Фатрелл Р.Т., Шафер Д.Ф., Шафер Л.И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат. —М.: Вильямс, 2004.
30. Хаггарт Р. Дискретная математика для программистов. —Техносфера, 2012.
31. Харрингтон Дж. Проектирование объектно-ориентированных баз данных. —ДМКпресс, 2001.
32. Харрингтон Дж. Проектирование реляционных баз данных. — Лори, 2006.
33. Хопкрофт Дж., Мотвани Р, Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. 2-е издание. — М.: Вильямс, 2008.
34. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. —М.: Наука, 1979