

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение**

**Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук**

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

**УТВЕРЖДАЮ**



И.о. заместителя руководителя УФИЦ  
РАН по научно-организационной работе  
И.Ф. Шаяхметов  
« 6 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## **ПРОГРАММА**

вступительных испытаний по специальной дисциплине при приеме  
на обучение по программам аспирантуры – программам подготовки  
научных кадров в аспирантуре по научной специальности

### **2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика**

Программа вступительных испытаний  
одобрена на заседании Ученого совета ИМех УФИЦ РАН  
от «23» марта 2023 г. Протокол № 1.

Уфа 2023

## **Общие указания**

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика предназначена для лиц, желающих проходить обучение в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Уфимском федеральном исследовательском центре Российской академии наук.

В программе описываются порядок проведения вступительного испытания, критерии оценивания, приведен список вопросов программы.

## **Порядок проведения вступительных испытаний**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

## **Критерии оценивания**

Оценка поступающему выставляется в соответствии со следующими критериями.

### **Отлично (80-100 баллов)**

Поступающий в аспирантуру обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной данной программой, усвоил взаимосвязь основных понятий математики, информатики, теории управления, статистики и системного анализа в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

### **Хорошо (60-79 баллов)**

Поступающий в аспирантуру обнаружил полное знание вопросов математического аппарата, информатики, теории управления и системного анализа, статистики успешно выполнил предусмотренные тестовые задания, показал систематический характер знаний по системному анализу и информатике и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. в которых допускает отдельные неточности. Отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.

### **Удовлетворительно (20-59 баллов)**

Поступающий в аспирантуру обнаружил знание основ системного анализа, теории управления, статистики и информатики в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением тестовых заданий, знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Отвечает на дополнительные вопросы по программе вступительного испытания, допуская отдельные неточности.

### **Неудовлетворительно (менее 20 баллов)**

Поступающий в аспирантуру не владеет основным материалом программы, не знаком с основными понятиями, обнаружил значительные пробелы в знаниях основ системного анализа, теории управления, статистики и информатики, допустил принципиальные ошибки в выполнении тестовых заданий. Не отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания и не способен продолжить обучение по настоящей специальности.

## Список примерных экзаменационных вопросов

### 1. Основные понятия и задачи системного анализа.

1. Понятие о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы.
2. Системы и закономерности их функционирования и развития.
3. Управляемость, достижимость, устойчивость.
4. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретикомножественные и др.
5. Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.
6. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

### 2. Методы оптимизации

1. Математическое программирование. Типы экстремумов функций многих переменных, условия локального экстремума, метод множителей Лагранжа.
2. Основные понятия выпуклого программирования. Седловые точки.
3. Функция Лагранжа. Теорема Куна–Таккера и ее геометрическая интерпретация.
4. Современные методы градиентной оптимизации.
5. Формулировка задачи линейного программирования (ЛП), экономическая интерпретация.
6. Понятия опорного плана и базиса, вырожденность и невырожденность задач ЛП, основные принципы симплекс метода. Основные теоремы ЛП.
7. Потоки в сетях. Теорема Форда – Фалкерсона.
8. Транспортная задача. Динамическое программирование. Примеры задач, решаемых методом динамического программирования.
9. Задача оптимального управления и принцип максимума Понтрягина.

### 3. Алгебра

1. Линейное пространство. Линейная зависимость. Базис. Системы линейных уравнений (СЛУ). Критерий совместности СЛУ.
2. Обратная и псевдообратная матрицы. Линейные операторы.

3. Собственные векторы и собственные значения квадратной матрицы и симметричной квадратной матрицы. Диагонализация матрицы линейного оператора.
4. Сингулярные числа прямоугольных матриц и их связь с собственными числами ассоциированных матриц.
5. Матричные разложения (сингулярное разложение, QR разложение, LU-разложение, разложение Холецкого).
6. Скалярное произведение. Ортогональность. Процесс ортогонализации Грама – Шмидта.
7. Билинейные и квадратичные формы. Знакоопределенные и полуопределенные квадратичные формы и их свойства.
8. Теорема Перрона-Фробениуса для неотрицательных матриц. Степенной метод отыскания максимального собственного числа и соответствующего собственного вектора; условия сходимости.
9. Понятие группы. Нормальный делитель и фактор-группа. Решетки и полурешетки. Булева алгебра.

#### **4. Основы теории вероятностей и математической статистики**

1. Случайные величины. Распределение дискретных случайных величин. Характеристики распределений. Основные законы распределения непрерывных случайных величин.
2. Функции плотности распределения, свойства и квантили одномерной, двумерной и n-мерной нормальной случайной величины. Распределения хи-квадрат, Стьюдента, Снедекора – Фишера, логнормальное и равномерное.
3. Закон больших чисел (в форме Чебышева) как выражение свойства статистической устойчивости среднего значения.
4. Центральная предельная теорема. Генеральная совокупность, выборка и ее основные характеристики (среднее значение, дисперсия, асимметрия, квантили, функции распределения и плотности).
5. Понятие статистической гипотезы и статистического критерия. Основные понятия теории статистических оценок и свойства оценок (несмещенность, состоятельность, асимптотическая нормальность, эффективность).

#### **5. Игры и решения**

1. Классификация задач принятия решений. Этапы принятия решений.
2. Модели индивидуального выбора. Отношения порядка и квазипорядка. Функция выбора. Понятия наследуемости и независимости. Теория полезности.

3. Экспертные методы в принятии решений. Принятие решений при многих критериях.
4. Множество Парето. Процедуры выбора части множества Парето. Методы решения многокритериальных задач: методы свертки, пороговые методы. Анализ эффективности затрат АЭЗ (методы затраты – эффект).
5. Нечеткие множества и алгебра нечетких множеств. Нечеткие отношения. Принцип обобщения Заде. Нечеткие числа и нечеткая арифметика. Многокритериальное принятие решений при нечетких ограничениях.
6. Некооперативные игры. Антагонистические игры. Решение матричной игры. Понятие стратегии. Доминантные стратегии. Равновесие по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях.
7. Кооперативные игры. Ядро. Цена игры Шепли. Простые игры.

## **6. Управление динамическими системами**

1. Понятие о динамической системе. Основные принципы управления. Классификация задач. Структура, типы и основные функциональные элементы систем управления. Модели систем в пространстве состояний. Уравнения состояния в дискретном времени. Достижимость, управляемость, наблюдаемость, идентифицируемость.
2. Линейные непрерывные системы. Операторная форма уравнений движения для систем с постоянными коэффициентами. Передаточная функция. Структурная схема системы. Типовые звенья систем управления. Управляемость, наблюдаемость и стабилизируемость линейной системы в пространстве состояний. Каноническая форма управляемости. Критерии управляемости и наблюдаемости.
3. Нелинейные непрерывные системы. Фазовое пространство. Устойчивость. Исследование устойчивости первым и вторым методами А.М. Ляпунова. Стабилизация линейных непрерывных динамических систем. Робастность. Абсолютная устойчивость по В.М. Попову. Системы с переменной структурой. Бинарные системы. Динамические макросистемы.
4. Дискретные системы. Методы исследования линейных дискретных систем. Решение начальной задачи для линейной неоднородной дискретной системы. Теоремы об устойчивости по Ляпунову в линейных и нелинейных дискретных системах. Дискретные динамические модели стохастических объектов. Модели линейных и нелинейных динамических объектов при неполной информации.
5. Статистические и игровые методы в теории автоматического

управления. Фильтрация по Винеру–Хопфу. Оптимальные фильтры Калмана–Бьюси. Оценки, статистические решения, проверка гипотез. Оценки параметров статистических объектов, линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Максимальные регуляторы.

6. Методы идентификации. Формулировка проблемы и классификация методов идентификации. Теория оценок. Теория статистических решений. Байесовский подход. Принцип минимакса. Метод максимального правдоподобия.

## **7. Алгоритмы и вычислительная сложность**

1. Алгоритмы и структуры данных. Асимптотический анализ сложности алгоритмов.
2. Подходы к проектированию алгоритмов: «разделяй и властвуй», динамическое программирование, жадная стратегия.
3. Алгоритмы сортировки, двоичного поиска.
4. Алгоритмы на графах: обход графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева. Двоичные деревья поиска, кучи, хеш-таблицы.
5. Машина Тьюринга. Тезис Черча. Неразрешимость проблемы останова машины Тьюринга.
6. Классы задач P и NP, примеры. Сводимость задач по Карпу и Тьюрингу. NP-полнота. Теорема Кука.

## **8. Дискретный анализ и представление знаний**

1. Комбинаторные методы дискретного анализа. Классические задачи комбинаторного анализа. Разбиения и размещения. Основные комбинаторные тождества.
2. Задачи о кодировании информации. Перечислительные задачи о назначениях.
3. Бинарные отношения и графы. Способы представления графов. Пути в графе. Связность. Теорема о связанности двух вершин, имеющих нечетную локальную степень. Максимальное число ребер в графе с  $n$  вершинами и  $k$  связными компонентами. Достаточное условие связности графа с  $n$  вершинами. Деревья. Связанность любых двух вершин дерева единственным простым путем. Проблема визуализации деревьев.
4. Формализмы, основанные на математической логике. Современные логики. Логический вывод.

## **9. Системы баз данных и СУБД**

1. Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и

физическая организация баз данных Назначение и основные компоненты систем баз данных: база данных, система управления базами данных (СУБД), программные и языковые средства СУБД, пользователи баз данных, администратор систем баз данных и его функции.

2. Основные этапы проектирования БД: системный анализ предметной области. Инфологическое проектирование БД с использованием метода «сущность–связь». Понятия объект, свойства, отношения объектов, классы объектов, экземпляры объектов, идентификатор экземпляров объектов. Понятия сущность, атрибуты, связи, первичные ключи сущностей. Типы связей.
3. Построение семантической модели взаимосвязи объектов предметной области с помощью диаграмм ER-типа. Проектирование баз данных. Дatalogическое проектирование БД.
4. Распределенные БД. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы). Алгоритмы перехода от инфологической модели к реляционной базе данных в виде совокупности взаимосвязанных отношений.
5. Логическое и физическое проектирование реляционных баз данных. Отношения, атрибуты отношений и их домены, схема отношения. Табличное представление отношений.
6. Языки манипулирования данными. Структурированный язык запросов SQL. Простая выборка, выборка с использованием соединения отношений, подзапросы, коррелированные подзапросы. Запросы на обновление отношений. Представления. Внутренние и внешние соединения отношений. Языки программирования в СУБД, их классификация. Стандартный язык баз данных SQL. Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных и др.). Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

## **10. Сети передачи данных и веб-технологии**

1. Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации.
2. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети. Среда передачи данных. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.



3. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей локальных сетей. Глобальные сети.
4. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схемотехника и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности.
5. Принципы функционирования интернета, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты веб-технологии. Адресация в интернете. Методы и средства поиска информации в интернете, информационно-поисковые системы.
6. Языки и средства программирования интернетприложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста (редакторы и конверторы).

#### *Литература для подготовки*

1. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). — М.: Наука, 1990.
2. Алексеев А.А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. Теория управления. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.
3. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. — М.: Физматлит, 2013.
4. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. — М.: Высшая школа, 2003.
5. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. — М.: Наука, 1974.
6. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. — 10-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2005.
7. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. — М.: Факториал Пресс, 2002.
8. Васин А.Л., Морозов В.В. Теория игр и модели математической экономики. — М., Макс Пресс, 2005.
9. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М.: Радио и связь, 1983.
10. Волкова В.Н. Денисов А.А. Основы теории систем. — С.-Пб: Издательство СПбГТУ, 2004.
11. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. — М.: Мир, 1982.
12. Ерусалимский Я.М. Дискретная математика: теория, задачи, приложения. — М.: Вузовская книга, 1999.
13. Системный анализ: краткий курс лекций / Под ред. В.П. Прохорова. М.:

- КомКнига, 2006. 216 с.
14. Шагин В.Л. Теория игр 2-е изд., испр. и доп. Учебник и практикум. М.: Издательство Юрайт, 2019. 223 с.
  15. Оуэн Г. Теория игр. М.: «Книга по Требованию», 2013. 228 с.
  16. Диксит Авинаш, Нейлбафф Барри. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016.
  17. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Высшая школа, 2007.
  18. Таха Хемди А. Введение в исследование операций. М.: Вильямс, 2007.
  19. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. СПб.: БХВ, 2005.
  20. Ширяев В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации. М.: КомКнига, 2007.
  21. Мойсеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Либроком, 2012. 490 с.
  22. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ. М.: КноРус, 2010. 224 с.
  23. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.
  24. Антонов А.В. Системный анализ. М.: Высшая школа, 2004. 457 с.
  25. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: Учебник для студентов вузов. М.: Высшая школа, 2006. 511 с.
  26. Карпова Т.С. Базы данных: Модели, разработка, реализация. Учебник. СПб.: Питер, 2001.
  27. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. Базы данных. Учебник. М.: Бином, 2006.
  28. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Т. 1-2. М.: Физматлит, 2010.
  29. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М. Факториал Пресс, 2005.
  30. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высшая школа, 2001.
  31. Подиновский В.И., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит, 2007.
  32. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 2. М.: Физматлит, 2007. 440 с.
  33. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник. В 3-х т. М.: Изд-во МГТУ, 2000.

#### **Дополнительная литература**

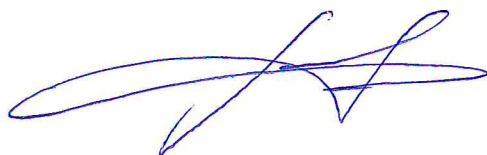
1. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы:

- построение и анализ, 2-е издание. — М.: Вильямс, 2007.
2. Кузнецов О.П., Дискретная математика для инженера. — М.: Лань, 2004.
  3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. — М.: ВШ, 1989.
  4. Подиновский В.В., Ногин В.Д. «Парето-оптимальные решения многокритериальных задач», — М.: Физматлит, 2007.
  5. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006.
  6. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2002. 392 с.
  7. Егоров А.И. Основы теории управления. М.: Физматлит, 2007. 504 с.

Программа вступительных испытаний в аспирантуру составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями и паспортом научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Программу вступительных испытаний по специальной дисциплине научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

д-р техн.наук



Даринцев Олег Владимирович