

Межрегиональное общественное учреждение  
"Институт инженерной физики"

---

УТВЕРЖДАЮ

Президент Института –  
Председатель Правления Института  
Заслуженный деятель науки РФ  
доктор технических наук, профессор



А.Н. Царьков

« 20 »

03

2020 г.

**ПРОГРАММА**

кандидатского экзамена по специальности  
**05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации  
(в науке и промышленности)»**  
по техническим наукам

Часть 1

Программа кандидатского экзамена рассмотрена и  
рекомендована к утверждению на заседании научно-  
технического Совета МОУ «ИИФ», протокол № 3  
от 27.03.2020 г.

Серпухов, 2020

## 1. Основные понятия и задачи системного анализа

1. Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития.

2. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

3. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др.

4. Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.

5. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

## 2. Модели и методы принятия решений

6. Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач.

7. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.

8. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Постулируемые принципы оптимальности (равномерности, справедливой уступки, главного критерия, лексикографический). 9. Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).

10. Принятие решений в условиях неопределённости. Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса-Лапласа, Гермейера, Бернулли-Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжеса-Лемана и др.

11. Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и её анализ. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Расстояние в пространстве отношений. Современные концепции группового выбора.

12. Модели и методы принятия решений при нечёткой информации. Нечёткие множества. Основные определения и операции над нечёткими множествами.

13. Нечёткое моделирование. Задачи математического программирования при нечётких исходных условиях. Задача оптимизации на нечётком множестве

допустимых условий. Задача достижения нечётко определённой цели. Нечёткое математическое программирование с нечётким отображением.

14. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечёткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечётком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

15. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях.

16. Геометрическое представление игры. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

### **3. Оптимизация и математическое программирование**

17. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

18. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств.

19. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи.

20. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации.

21. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.

22. Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, её следствия и применения.

23. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров.

24. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

25. Выпуклые функции и их свойства. Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные

условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение.

25. Теорема Удзавы. Теорема Куна-Таккера и её геометрическая интерпретация. Основы теории двойственности в выпуклом программировании. Линейное программирование как частный случай выпуклого. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.

26. Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряжённых градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряжённых направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

27. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допущения.

28. Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и не прямые методы. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы конечных разностей в стохастическом программировании. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Прямые методы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регулировки шага.

29. Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизации на сетях и графах.

30. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

#### **4. Основы теории управления**

31. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления.

32. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики

систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

33. Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

34. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Лъенара-Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.

35. Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

36. Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

37. Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазирасщепления. Следящие системы.

38. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования.

39. Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.

40. Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

41. Управление в условиях неопределённости. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределённости.

42. Аналитическое конструирование. Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.

43. Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.

44. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.

45. Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения. Теоремы об устойчивости: критерий Шора-Куна. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.

46. Элементы теории реализации динамических систем.

47. Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации.

50. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

51. Автоколебания нелинейных систем, отображение А. Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость. Теоремы об устойчивости предельных циклов: Андронова-Витта, Кенигса. Существование предельных циклов: теоремы Бендиксона, Дюлока.

52. Дифференциаторы выхода динамической системы.

53. Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи.

54. Управление системами с последействием.

Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование.

### **5. Компьютерные технологии обработки информации**

55. Определение и общая классификация видов информационных технологий. Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров.

56. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий. Стандарты пользовательских интерфейсов.

57. Создание и обработка текстовых файлов и документов с использованием текстовых редакторов и процессоров. Программные средства создания и обработки электронных таблиц.

58. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика).

59. Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределённой обработки данных.

60. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).

61. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

62. Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных и др.).

63. Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети.

64. Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.

65. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС.

66. Глобальные сети. 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.

67. Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.

68. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.

Адресация в сети Internet. Методы и средства поиска информации в Internet, информационно-поисковые системы.

69. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста (редакторы и конверторы). Базовые понятия VRML.

Организация сценариев отображения и просмотра HTML документов с использованием объектно-ориентированных языков программирования.

70. Представление звука и изображения в компьютерных системах. Устройства ввода, обработки и вывода мультимедиа информации. Форматы представления звуковых и видеофайлов. Оцифровка и компрессия. Программные средства записи, обработки и воспроизведения звуковых и видеофайлов. Мультимедиа в вычислительных сетях.

71. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задачи. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы.

72. Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний. Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний. Формализмы, основанные на классической и математической логиках. Современные логики. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях. Проблемы и перспективы представления знаний.

73. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

### **Основная литература**

1. Антонов А.В. Системный анализ: учебник. – М.: НИЦ-ИНФРА-М, 2017. – 366 с.
2. Баранов В.В. Процессы принятия управляющих решений. – М.: Физматлит, 2005. – 296 с.

3. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Физматлит, 2006. – 572 с.
4. Орлов А.И. Теория принятия решений. – М.: Экзамен, 2006. – 573 с.
5. Пушкарёв Ю.А., Пушкарёва Е.Ю. Теория автоматического управления. Учебник для ВУЗов. – МО РФ, 2010. – 476 с.
6. Чудновская С.Н. Управленческие решения. – М.: Эксмо, 2007. – 368 с.
7. Румянцев К.Е. Прием и обработка сигналов. – М.: ИЦ Академия, 2006, – 368 с.
8. Коноплёва И.А. Информационные технологии. – М.: ТК Вебли Проспект, 2007, – 304 с.
9. Кисленко Н.П. Основы компьютерных технологий. Учебное пособие. [Электронный ресурс], – <http://window.edu.ru/resource/314/63314/files/comptec.pdf>
10. Балдин, К.В. Управленческие решения: учебник / К.В. Балдин, С.Н. Воробьев, В.Б. Уткин. – М.: «Дашков и К°», 2017. – 495 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452520>.
11. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации учебник – Москва.: МЦНМО, 2011. – 620 с [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313>.
12. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ: учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – 3-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. – 644 с [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453515>.
13. Горелик, В.А. Теория принятия решений: учебное пособие для магистрантов / В.А. Горелик. – М.: МПГУ, 2016. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472093>.
14. Данелян, Т.Я. Теория систем и системный анализ: учебно-методический комплекс / Т.Я. Данелян. – М.: Евразийский открытый институт, 2011. – 303 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90744>.
15. Маслихина, В.Ю. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / В.Ю. Маслихина. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – 228 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459492>.

### **Дополнительная литература**

1. Дьяконов В. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров / В. Дьяконов. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 976 с.
2. Хайкин Саймон Нейронные сети: полный курс. – М.: ИД Вильямс, 2008. – 1104 с.
3. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб: Питер, 2007, – 958 с.
4. Павловская Т.А. Структурное программирование. – СПб: Питер, 2007, – 239 с.
5. Павловская Т.А. С++ Объектно-ориентированное программирование. – СПб: Питер, 2006, – 265 с.

6. Козырев, М.С. Методы принятия управленческих решений: учебник / М.С. Козырев. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2018. – 158 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493936>.

7. Соловьёв, Н. Основы теории принятия решений для программистов: учебное пособие / Н. Соловьёв, Е. Чернопрудова, Д.А. Лесовой. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 187 с. [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270301>.

8. Яковлев, С.В. Теория систем и системный анализ: учебное пособие / С.В. Яковлев. – Ставрополь: СКФУ, 2014. – 354 с. [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457780>.

**Автор программы:**

Вице-президент Института по инновационным проектам,  
руководитель аспирантуры  
д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ И.А. Бугаков

«27» \_\_\_\_\_ 03 \_\_\_\_\_ 2020 г.