

**Межрегиональное общественное учреждение  
«Институт инженерной физики»**

---

---

**ПРОГРАММА  
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Научная специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка  
информации»  
(в науке и промышленности)»  
по техническим наукам

аспиранта \_\_\_\_\_  
*Фамилия, имя, отчество*

тема диссертации:

---

---

---

Программа кандидатского экзамена рассмотрена и  
утверждена на заседании Научно-технического Совета  
МОУ «ИИФ», протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ марта 2018 г.

Серпухов, 2018

## **Часть I**

### **ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

кандидатского экзамена по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

Научная специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и промышленности)»

по техническим наукам

(типовая)

## **Введение**

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: системный анализ, исследование операций, теория и методы принятия решений, теория управления, математическое программирование, дискретная оптимизация, методы искусственного интеллекта и экспертные системы, основы информатики, информационные системы и технологии.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по управлению, вычислительной технике и информатике при участии Института проблем управления РАН, Института системного анализа РАН, Московского государственного института стали и сплавов и Воронежского государственного технического университета.

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

Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

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

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

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

### **2. Модели и методы принятия решений**

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

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.

Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ.

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). Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).

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

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

Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

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. 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**

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

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

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

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.

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

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 сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

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.

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.

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.

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

#### **4. Основы теории управления**

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.

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.

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

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.

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.

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

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

Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования.

Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.

Универсальный регулятор (стабилизатор Нуссбаума).

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

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

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

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.

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

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.

Элементы теории реализации динамических систем.

Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации.

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

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.

Дифференциаторы выхода динамической системы.

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

Управление системами с последствием.

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

Управление сингулярно-возмущенными системами.

$H^2$ - и  $H^\infty$ -стабилизация. Minimax-стабилизация.

Игровой подход к стабилизации.  $L_1$ -оптимизация управления. Вибрационная стабилизация.

Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

## 5. Компьютерные технологии обработки информации

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

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

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

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

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 распределенной обработки данных.

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

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

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

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

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

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

Глобальные сети. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схематехника и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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

## ЧАСТЬ 2

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

Научная специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации

(в науке и промышленности)»

по техническим наукам

*2-ю часть Программы разрабатывает отдел, в котором ведутся научные исследования аспиранта. Специальная часть программы должна содержать: не менее 30-ти вопросов по теме диссертации соискателя; список литературы, рекомендуемой для подготовки к кандидатскому экзамену. Программа утверждается на заседании НТС (НТС).*

## 2.1. Список вопросов для кандидатского экзамена

### 2.1.1. Системный анализ и управление сложными системами

1. Основные понятия теории управления, цели и принципы управления, классификация автоматических систем управления.
2. Понятие динамической системы управления, примеры динамических систем управления, их описание с помощью дифференциальных уравнений.
3. Описание динамических систем с помощью передаточных функций (ПФ). Получение ПФ из дифференциального уравнения, свойства ПФ, нули полюса ПФ, виды ПФ и их взаимосвязь.
4. Метод пространства состояний, уравнение динамических систем в векторно-матричной форме. Характеристическая матрица, матрицы передаточных функций по состоянию и по выходу.
5. Динамические и статические характеристики систем управления. Виды частотных и временных характеристик. Связь импульсной и переходной характеристик.
6. Определение реакции на выходе системы с помощью интеграла свёртки (в том числе матричного интеграла свёртки) и с помощью интеграла Дюамеля.
7. Типовые динамические звенья, их передаточные функции, временные и частотные характеристики.
8. Понятие об устойчивости. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая и экспоненциальная устойчивость. Функции Ляпунова.
9. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Гурвица. Определения устойчивости по характеристической матрице. Устойчивость линейных нестационарных систем.
10. Частотные критерии устойчивости. Критерии Найквиста и Михайлова.
11. Показатели качества переходного процесса. Методы оценки качества. Интегральные показатели качества.
12. Машинные методы оценки качества систем управления. Методы составления схем в переменных состояния. Метод понижения порядка производной.
13. Метод последовательного интегрирования. Формы решений уравнений состояния.
14. Методы определения фундаментальной матрицы. Общее решение неоднородных уравнений состояния. Свойства фундаментальной матрицы.
15. Управляемость и наблюдаемость. Дуальность управляемости наблюдаемости.
16. Методы синтеза обратной связи. Синтез обратной связи из условия терминального управления.
17. Синтез обратной связи при модальном управлении. Инвариантные системы. Принцип двухканальности акад. Петрова Б.Н.
18. Формы достижения инвариантности. Типы возмущений. Управление при действии возмущений.
19. Следящие и стабилизирующие системы управления. Коррекция по задающему воздействию как средство разрешения противоречия между точностью и устойчивостью.
20. Последовательная и параллельная коррекции. Понятие чувствительности.
21. Классификация дискретных систем. Разностные уравнения. Функциональная и структурная схемы управления.

22. Дискретная передаточная функция. Определение дискретной передаточной функции по передаточной функции приведённой непрерывной части.
23. Оценка устойчивости цифровых систем. Метод функций Ляпунова. Исследование устойчивости по первому приближению
24. Теоремы об устойчивости. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу.
25. Нелинейные системы автоматического управления. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования нелинейных систем.
26. Теоремы об устойчивости предельных циклов. Автоколебания нелинейных систем.
27. Определение и необходимость построения оптимальных систем. Задача оптимизации. Критерии оптимальности.
28. Методы решения задач оптимального управления. Метод динамического программирования Р.Беллмана.
29. Принципы максимума Понтрягина.
30. Системы автоматического управления оптимальные по быстродействию.
31. Адаптивные системы автоматического управления. Методы настройки самонастраивающихся систем и систем с эталонной моделью.
32. Экстремальные системы автоматического управления. Понятия об интеллектуальном управлении и управлении на основе нейросетей.
33. Понятие о системном подходе, системном анализе. Детерминированные и статистические модели.
34. Выделение системы из среды, определение системы. Исследование точности системы при случайных воздействиях.
35. Статические динамические, информационные, топологические, логико-лингвистические и другие модели системы.
36. Исследование точности систем при случайных воздействиях.
37. Оптимальное оценивание состояния. Оптимальная линейная фильтрация по Калману. Постановка задачи синтеза оптимального дискретного многомерного фильтра Калмана.
38. Структурная схема оптимального цифрового фильтра и его функционирование. Алгоритм определения весовой матрицы.
39. Стохастический регулятор Калмана-Беллмана. Принцип разделения процедур оценивания и управления.
40. Статистический анализ систем с помощью метода статистической линеаризации. Определение коэффициентов статистической линеаризации.
41. Системный анализ на основе идентификации . Критерии идентификации. Детерминированная и статистическая идентификация.

### **2.1.2 Методы идентификации систем**

1. Проблемы идентификации систем. Постановка задачи и особенности процесса идентификации в науке и промышленности.
2. Параметрические методы идентификации. Прямые методы идентификации.
3. Идентификация с помощью регрессивных моделей.

4. Прямые методы идентификации линейных статических объектов методом наименьших квадратов (МНК).
5. Прямые методы идентификации линейных динамических систем с использованием МНК.
6. Регрессионная идентификация систем.
7. Методы численной идентификации.
8. Идентификация и использованием корреляционных функций. Идентификация одномерного статического объекта.
9. Идентификация линейных динамических объектов.
10. Итерационное решение уравнения Винера-Хопфа.
11. Методы параметрической идентификации нелинейных динамических объектов.
12. Методы структурной идентификации нелинейных динамических объектов.
13. Наблюдатели в динамических системах объектов машиностроения.
14. Рекуррентные алгоритмы параметрической идентификации в адаптивных системах.
15. Математические модели в пространстве состояний.
16. Планирование экспериментов. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.
17. Планирование регрессионного эксперимента.

### **2.1.3. Основы теории принятия решений**

1. Постановка, классификация и этапы решения задачи принятия решений в науке и промышленности.
2. Экспертные процедуры и алгоритмы опроса экспертов в науке и промышленности.
3. Методы обработки экспертной информации.
4. Принятие решений в условиях неопределенности. Стохастические алгоритмы принятия решений. Методы глобального критерия.
5. Методы многокритериальной оценки альтернатив и их классификация. Диалоговые методы принятия решений. Вербальный анализ.
6. Методы принятия решений при нечеткой информации. Основные определения и операции над нечеткими множествами.
7. Нечеткое моделирование. Основные операции нечеткой логики. Задача оптимизации при нечетком множестве допустимых условий.
8. Оптимизационный подход к проблеме управления и принятия решений в науке и промышленности. Классификация задач математического программирования.
9. Задача линейного программирования и методы ее решения. Симплексный метод.
10. Задача безусловной оптимизации и методы ее решения.
11. Задача целочисленного программирования и методы ее решения. Метод динамического программирования.

### **2.1.4. Методы и средства обработки информации**

1. Основные определения и классификация информационных систем в науке и промышленности.
2. Модели, методы и средства сбора, хранения, передачи и обработки информации. Обработка сигналов на основе дискретного косинусного преобразования, преобразования Фурье вейвлет-преобразования.

3. Банки и базы данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД, применяемых в науке и промышленности. Распределенные базы данных.
4. Реляционный подход к организации баз данных. Языки программирования в СУБД. Язык SQL. Проектирование реляционных баз данных.
5. Канальный уровень информационных систем. Проводные и беспроводные каналы передачи данных. Типы и алгоритмы модуляции и демодуляции.
6. Алгоритмы помехоустойчивого кодирования сообщений в системах передачи информации. Сверточные, блочные и каскадные коды.
7. Методы и алгоритмы сжатия мультимедиа информации.
8. Методы обработки цифровых сигналов в науке и промышленности. Алгоритмы спектрально-временного анализа цифровых сигналов.
9. Обработка информации в системах знаний.
10. Использование сигнальных процессоров в науке и промышленности для решения задач цифровой обработки данных.
11. Методы повышения микропроцессорной эффективности, параллельные вычисления. Алгоритмы реального времени.
12. Операционные системы. Архитектура сетевых операционных систем. Операционные системы реального времени.
13. Задачи и алгоритмы искусственного интеллекта.

## **2.2. Рекомендуемая основная литература**

1. Пушкарёв Ю.А., Пушкарёва Е.Ю. Теория автоматического управления. Учебник для ВУЗов. – МО РФ, 2010.
2. Методы современной теории автоматического управления./Под общей ред. К.А.Пупкова. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
3. Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления./ Под общей ред. К.А.Пупкова. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
4. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления./Под общей ред. К.А.Пупкова. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
5. Мухин В.И. Исследование систем управления. Анализ и синтез систем управления. – М.: Экзамен, 2008.
6. Алексеев А.А., Кораблев Ю.А., Шестопалов М.Ю. Идентификация и диагностика систем. – М.: Академия, 2009.
7. Волков И.К. Исследование операций. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
8. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления. – СПб.: Питер, 2004.
9. Анфилатов В.С. и др. Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2009.
10. Системы искусственного интеллекта: практический курс. Под ред. Астаховой И.Ф. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008.
11. Орлов А.И. Теория принятия решений. – М. Экзамен, 2006.
12. Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс. – М.: ИД Вильямс, 2008.
13. Большаков А.А. Методы обработки многомерных данных и временных рядов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.

14. Смирнов В.Е. Современные микропроцессорные средства систем обработки информации. – Серпухов, СВИ РВ, 2006.
15. Канушкин С.В. Теория автоматического регулирования. – МО РФ, 2009.
16. Емелин Н.М., Норенко А.Ю., Пименов К.В. Надёжность и техническая диагностика сложных технических систем. – МО РФ, 2010.
17. Гаврилов М.В. Информатика и информационные технологии. – М.: Юрайт, 2013.

#### **Дополнительная литература**

1. Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления./ Под общей ред. К.А.Пупкова. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.
2. Анфилатов В.С. и др. Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2009.
3. Берновский Ю.Н. Основы идентификации продукции. – М.: ЮНИТИ-Дана, 2007.
4. Бунько Е.Б. Управление техническими системами. – М.: Форум, 2010.
5. Пушкарёва Е.Ю. Теория автоматического управления. Практикум. Учебное пособие для ВУЗов. – МО РФ, 2010.
6. Теория статистики. Учебник под ред. Шломовой Р.А. – М.: Финансы и статистика, 2009.
7. Баранов В.В. Процессы принятия управляющих решений. – М.: Физматлит, 2005.
8. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. – М.: МДК Пресс, 2006.
9. Румянцев К.Е. Приём и обработка сигналов. Сборник задач и упражнений. – М.: ИЦ Академия, 2006.
10. Системы управления летательными аппаратами. Учебник под ред. Лебедева Г.Н. – М.: МАИ, 2007.
11. Кибзун А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Физматлит, 2005.

#### **Программу кандидатского экзамена составил:**

Начальник управления навигационно-геодезических систем МОУ «ИИФ»  
доктор технических наук, профессор \_\_\_\_\_ С.Б. Беркович

#### **Согласовано:**

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.