

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ПРИНЯТА**

Ученым Советом факультета ФМиЕН

Протокол 0201-08/07 от 14.02.2023 г..

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания в аспирантуру**

**по группе научных специальностей**

### **2.3. Информационные технологии и телекоммуникации**

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

Программа вступительных испытаний по специальной дисциплине для поступающих в аспирантуру по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (на русском языке) составлена на основе Федерального государственного требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по группе научных специальностей 2.3. «Информационные технологии и телекоммуникации».

## ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

На экзамене поступающий должен продемонстрировать следующие знания и умения:

- способность использовать и применять углубленные теоретические и практические знания в области математики и компьютерных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий, прикладной информатики;
- умение в понятной форме, логически последовательно и непротиворечиво обосновать и изложить письменно ход своих рассуждений при решении задач и ответах на вопросы.

Итоговая оценка определяется как суммирование баллов за ответы на вопросы теста в соответствии со 100-балльной шкалой и критериями выставления оценки.

## ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

### Раздел I. Математические основы системного анализа и управления

#### 1. Элементы теории множеств

Понятие множества, операции над множествами. Конечные и бесконечные множества. Бинарные отношения. Понятие мощности множества. Эквивалентность множеств. Упорядоченность. Аксиомы выбора.

#### 2. Основы функционального анализа

Типы пространств (топологическое, метрическое, линейное, нормированное). Сходимость и полнота. Гильбертово пространство. Линейные операторы и функционалы, их свойства. Обратные операторы. Теорема Рисса об общем виде линейного функционала в гильбертовом пространстве. Теорема о неявной функции. Принцип сжатых отображений, теорема о неподвижной точке.

#### 3. Дифференциальные уравнения

Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение линейной неоднородной задачи Коши. Непрерывность и дифференцируемость решений по параметрам и начальным данным. Аналитические и численные методы решения линейных и нелинейных начальных и краевых задач для систем дифференциальных уравнений.

#### 4. Элементы теории вероятностей и случайных процессов. Статистики и их свойства

Пространство элементарных событий. Случайные величины и функции распределения. Независимость событий и случайных величин. Испытания Бернулли. Числовые характеристики случайных величин. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Теорема Пуассона. Дискретные цепи Маркова и их классификация. Эргодическая теорема для цепей Маркова. Информация и энтропия (основные определения). Оценки статистических характеристик дискретных и непрерывных случайных величин при равнооточных и неравнооточных измерениях. Метод максимального правдоподобия. Метод моментов. Оценивание статистических характеристик по нескольким выборкам. Доверительные интервалы. Оценивание моментов случайных величин с использованием простейшей оценки плотности вероятности.

#### 5. Математическое программирование: основы теории и

## **численные методы**

Элементы выпуклого анализа. Методы безусловной минимизации: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона. Линейное программирование. Типовые задачи линейного программирования. Двойственность. Прямые и двойственные задачи в линейном и квадратичном программировании. Необходимые и достаточные условия экстремума функционалов. Уравнения Эйлера. Нелинейное программирование. Условия регулярности. Теорема Куна–Таккера. Седловая точка функции Лагранжа. Численные методы: метод штрафных функций, метод проекции возможных направлений, метод сопряженного градиента, метод проекции градиента, метод линеаризации, методы глобальной оптимизации. Целочисленное программирование. Метод отсекающих плоскостей и метод ветвей и границ в целочисленном программировании.

## **Раздел II. Системный анализ**

### **1. Понятие о системном подходе**

Выделение системы из среды. Понятие целостности. Системные понятия: вход, выход, обратная связь, ограничения. Описание систем. Общая схема системного подхода. Построение моделей. Критерии и альтернативы. Алгоритмы проведения системного анализа и интерпретация его результатов. Применение методов системного анализа.

### **2. Методы моделирования в системном анализе**

Понятие модели. Способы воплощения моделей. Соответствия между моделью и действительностью. Множественность моделей систем. Модель черного ящика. Модель структуры системы. Динамические модели систем. Эксперимент и модель. Измерительные шкалы. Расплывчатое описание ситуаций. Вероятностное описание ситуаций, статистические измерения. Оптимизационные и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели. Марковские модели. Языки моделирования: их основные особенности, достоинства и недостатки. Сети Петри, Автоматные модели.

### **3. Многокритериальная оптимизация**

Виды оценок и шкал. Построение множества эффективных вариантов. Важность критериев. Компенсация критериев по относительной важности критериев. Свертка критериев. Векторная оптимизация. Гарантированные результаты. Условия парето-оптимальности. Приближенное построение паретовской границы. Замещение критериев по важности. Методы удовлетворительных целей и отсекающих порогов.

### **4. Основные понятия теории игр**

Игры двух лиц с нулевой суммой. Теорема о минимаксе. Игровой смысл множителей Лагранжа. Смешанные стратегии. Биматричные игры. Равновесие

Нэша.

## **Раздел III. 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.

## Раздел IV. Информация и информационные технологии

### 1. Информатика

1. Графы. Матрица достижимостей. Способы построения матрицы достижимости.
2. Графы. Основные определения, пути, маршруты, цепи, циклы.
3. Связность графа. Компоненты связности. Матрица связности.
4. Графы. Транзитивное замыкание.
5. Типы графов. Раскраски графов.
6. Типы графов. Классификация, основные понятия
7. Сильно связанные графы и компоненты графа.
8. Методы анализа алгоритмов. Алгоритмы сортировки: выбора, вставки и пузырьков.
9. Рекурсивные алгоритмы. Методы устранения рекурсии. Методы анализа рекурсивных алгоритмов.
10. Алгоритмы быстрой сортировки Хоара, Шелла.
11. Логика высказываний. Логические операции. Формулы логики высказываний. Логическая функция. Дизъюнктивные и конъюнктивные канонические формы. Карта Карно.
12. Логика высказываний. Умозаключения. Доказательства.
13. Графы. Неориентированные и ориентированные графы. Пути. Матрицы смежности и инцидентности. Степени вершин. Эйлеровы пути и циклы.
14. Деревья. Алгоритмы построения остовных деревьев. Матричная формула Кирхгофа.
15. Бинарные деревья. Алгоритмы формирования, поиска и удаления элемента из бинарного дерева.
16. Типы и структуры данных.

### 2. Теория марковских процессов

1. Определение и основные свойства цепи Маркова с дискретным множеством состояний.
2. Цепь Маркова. Классификация состояний.
3. Цепь Маркова. Канонический вид матрицы переходных вероятностей, фундаментальная матрица
4. Эргодичность и равновесное распределение цепи Маркова с дискретным множеством состояний.
5. Марковские процессы с дискретным множеством состояний. Система дифференциальных уравнений Колмогорова.
6. Марковские процессы с дискретным множеством состояний. Скачкообразный Марковский процесс.
7. Марковские процессы. Классификация состояний.

8. Процесс размножения и гибели. Условие эргодичности Карлина-Мак-Грегора.
9. Стационарные Марковские процессы. Эргодичность Марковского процесса
10. Элементы корреляционной теории случайных векторов.

### **3. Математическая теория телетрафика**

1. Дисциплины обслуживания. Показатели производительности. Структура и классификация СМО.
2. Модель Энгсета. Распределение числа занятых линий.
3. Мультисервисная модель Эрланга с явными потерями
4. Первая модель Эрланга с ожиданием и блокировками.
5. Системы массового обслуживания (СМО). Входящий поток: пуассоновский, марковский, рекуррентный, эрланговский.
6. Системы массового обслуживания (СМО). Длительность обслуживания: экспоненциальная, гиперэкспоненциальная, эрланговская, гиперэрланговская, фазового типа.
7. Потоки в сетях.

### **4. Теория игр. Нейронные сети.**

1. Задачи теории игр. Выбор стратегии в теории игр.
2. Задачи теории игр. Критерий Гурвица
3. Теория игр. Критерий Сэвиджа.
4. Теория игр. Критерий фон Неймана.
5. Методы обработки изображений.
6. Методы обработки изображений. Фильтрация.
7. Методы представления знаний. Продукционные правила.
8. Методы представления знаний. Семантические сети.
9. Способы применения нейронных сетей.
10. Типы нейронных сетей.

### **5. Архитектура ЭВМ и операционные системы**

1. Архитектура ЭВМ. Структура Фон Неймана. Устройство процессора.
2. Устройство оперативной памяти.
3. Постоянные носители информации. Магнитные накопители. Лазерные диски. Флэш-память.
4. Параллельные вычислительные машины. Кластеры. Супер-ЭВМ.
5. Локальные вычислительные сети. Состав, структура, протоколы, организация.
6. Беспроводная сеть Wi-Fi. Состав, структура, протоколы, организация.
7. Глобальная вычислительная сеть Internet. Семиуровневая модель передачи данных. Адресация в сети Internet.
8. Двоичная, десятичная и шестнадцатеричная системы счисления. Связь

между ними. Кодировка символов ASCII.

9. Типы файловых систем. Отличия между ними.

10. Операционные системы. Функции, особенности.

11. Основные структурные элементы программы на высокоуровневом языке программирования.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телетрафика // М.: Изд-во РУДН, 2010.
2. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория массового обслуживания // М.: Изд-во РУДН, 1995.
3. Лагутин В.С., Степанов С.Н. Телетрафик мультисервисных сетей связи // М.: Радио и связь, 2000.
4. Методы компьютерной обработки изображений/Под ред. В.А.Сойфера. - М.ФИЗМАТЛИТ, 2003. –784 с.
5. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход // М.: Мир, 1978.
6. Diestel R. Graph Theory // New York: Springer-Verlag, 1997-2000.
7. Теория игр: учебник / Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. В. Шевкопляс. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012 — 432 с.
8. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход /С. Рассел, П. Норвиг. – 2<sup>е</sup> изд. ; пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.
9. Поспелов, Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии / Г.С. Поспелов. – М.: Наука, 1988
10. Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2011 . – 292 с.;
11. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Издательство Ин-та математики, 1999. – 270 с.
12. Галушкин, А.И. Нейронные сети. Основы теории / А.И. Галушкин. – М. : Горячая Линия- Телеком, 2012. – 496 с.
13. Андреева Е.А., Цирулева В.М. Вариационное исчисление и методы оптимизации. М.: Высшая школа. 2006. - 584 с.
14. Агафонов, В.А. Системный анализ в стратегическом управлении М.: Русайнс, 2016. - 48 с.
15. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 - 440 с.
16. Афанасьев В.Н. Оптимальные системы управления. Аналитическое конструирование. Учеб. пособие - РУДН, 2007. 260 с.
17. Афанасьев В.Н., Данилина А.Н. Алгоритмическое конструирование систем управления с неполной информацией. - М.: Изд-во МИЭМ, 1986
18. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б. Управление стохастическими системами. - М.: МИЭМ, 1989.
19. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. - М.: "Высшая школа", 1989.
20. Афанасьев В.Н., Носов В.Р., Прокопов Б.И. Адаптивные системы управления. - М.: МИЭМ, 1990.

21. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. - М.: "Наука", 1967. Бахвалов Т.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: "Наука", 1987.
22. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. - М.: Изд-во Профессия, 2004. - 747 с.
23. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретными системами. - М.: "Наука", 1973.
24. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление - М.: МГТУ им. Баумана; 2002. - 488 с.
25. Воронов А.А. Теория автоматического управления, ч. 1, П. - М.: «Высшая школа», 1986.
26. Воронов Е.М. Методы оптимизации управления многообъектными многокритериальными системами на основе стабильно-эффективных игровых решений. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 576 с.
27. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия, 2-е изд. СПб.: Питер, 2001.
28. Датчики измерительных систем. В 2 кн. Кн. 1 / Ж. Аш и др. Пер. с франц. М.: Мир, 1992.
29. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления - М.: Изд-во Лаборатория базовых знаний, 2004. - 832 с.
30. Зубов В.И. Лекции по теории управления. - М.: "Высшая школа, 1975.
31. Капалин В.И., Лавренов С.М. Структурные свойства и анализ динамических систем. - М.: МИЭМ, 1988.
32. Капалин В.И., Лавренов С.М., Свидин Ю.В. Приближенные методы синтеза нелинейных систем автоматического управления. - М.: МИЭМ, 1989.
33. Колмановский В.Б., Носов В.Р. Аппроксимация и численные методы в конструировании систем управления. - М.: МИЭМ, 1989.
34. Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. 2-е изд. М.: НОЛИДЖ, 2000.
35. Красовский Н.Н. Теория управления движением. - М.: "Наука", 1968.
36. Кротов В.Ф., Гурман В.И. Методы и проблемы оптимального управления. - М.: "Наука", 1973
37. Лазарев В.Г. Интеллектуальные цифровые сети. Справочник. М.: Финансы и статистика, 1996.
38. Макаров В.В., Лохин В.М., Петрыкин А.А. Дискретные системы автоматического управления теплотехническими объектами. М.: Наука; Физматлит, 1998.
39. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти томах / под редакцией К.А. Пупкова. - М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2004 г.
40. Моисеев Н.Н. Основы теории оптимальных систем. - М.: "Наука", 1975
41. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. М.: Мир, 2001.

42. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.
43. Петров Б.Н., Рутковский В.Ю., Земляков С.Д. Адаптивное координатно-параметрическое управление нестационарными объектами. - М.: "Наука", 1980.
44. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования. - М.: «Наука», 1989.
45. Программно-информационные комплексы автоматизированных производственных систем: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1990.
46. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУТП: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1989.
47. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления/ Под ред. В.А. Бесекерского. - М.: Наука, 1978.
48. Смит Дж. Сопряжение компьютеров с внешними устройствами: Пер. с англ. М.: Мир, 2000.
49. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лаборатория базовых знаний, 2000.
50. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах. - М.: "Наука", 1990
51. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. 6-е изд. перераб. М.: Мир, 2001.
52. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации. - М.: "Наука", 1995.
53. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. М.: Высш. школа, 1988. Андреев Ю.Н. Убавление конечномерными линейными объектами. - «Наука», 1976.
54. Ядыкин И.Б., Шуйский В.М., Овсепян Ф.А. Адаптивное управление непрерывными технологическими процессами. - Энергоатомиздат, 1985.
55. Conejo, A. J., & Baringo, L. (2018). Power system operations. Switzerland: Springer.
56. Diniz, P. S., Da Silva, E. A., & Netto, S. L. (2010). Digital signal processing: system analysis and design. Cambridge University Press.
57. Kothari, D. P., & Nagrath, I. J. (2003). Modern power system analysis. Tata McGraw-Hill Education.
58. Phillips, C. L., & Nagel, H. T. (1989). Digital control system analysis and design. Prentice-Hall, Inc.

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
в форме компьютерного тестирования на программы подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности  
2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, ста-  
тистика» на русском языке**

Вступительные испытания по специальной дисциплине при приеме на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на специальность 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» проводятся в форме теста, формируемого электронной системой сопровождения экзаменов (ЭССЭ) методом случайной выборки заданий из подготовленного банка тестовых заданий, с автоматической проверкой ЭССЭ правильности выполненных заданий (компьютерный тест).

Компьютерный тест состоит из 20 вопросов с множественным выбором ответа: с выбором одного правильного ответа из множества, с выбором нескольких правильных ответов из множества, с вычисляемым ответом. Тест включает вопросы из следующих разделов математики: решение систем линейных уравнений, операции над матрицами, вычисление пределов, задача Коши, ОДУ высших степеней (задача Коши), вычисление дисперсии непрерывной случайной величины, свойства вероятности и моментов, свойства ковариации, свойства математического ожидания и дисперсии, экстремум функций двух переменных, квадратичные функции, функциональный анализ (скалярное произведение), анализ информационных технологий, математическая теория телетрафика.

На выполнение всего теста отводится 120 минут.

Для вопросов с выбором одного правильного ответа: за правильный ответ начисляется 5 баллов, за неправильный - ноль. Для вопросов с выбором нескольких правильных ответов: за полный правильный ответ начисляется 5 баллов, за частичный правильный ответ — учитывается каждая правильная часть ответа в процентном отношении.

Весь тест оценивается из 100 баллов.

Программа подготовлена на кафедре прикладной информатики и теории вероятностей.

Зав. кафедрой прикладной информатики  
и теории вероятностей

К.Е. Самуйлов