**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР**

**РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» (КБНЦ РАН)**

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР КБНЦ РАН**

|  |  |
| --- | --- |
| **«ПРИНЯТО»** | **«УТВЕРЖДАЮ»** |
| На заседании Ученого совета КБНЦ РАН  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.  Постановление № \_\_ | Генеральный директор КБНЦ РАН  ФИО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г. |

**Программа**

**вступительного испытания в аспирантуру по группе специальностей:**

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

***Направленность:***

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

***(технические, физико-математические)***

Нальчик

2022

**Раздел I. Основные понятия и задачи системного анализа**

**I.1.** Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определения системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

**I.2.** Понятие модели. Соответствия между моделью и действительностью. Множественность моделей систем. Модель состава системы. Модель структуры системы. Динамические модели систем. Эксперимент и модель.

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

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

**I.5.** Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Применение методов системного анализа.

**Раздел II. Модели и методы принятия решений**

**II.1.** Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач.

**II.2.** Экспертные процедуры. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Метод экспертных оценок. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.

**II.3.** Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Аксиоматические методы. Прямые методы. Деревья решений. Методы компенсации. Методы порогов несравнимости.

**II.4.** Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса-Лапласа, Вальда (максиминный), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица.

**II.5.** 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.

**II.6.** Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Чистые и смешанные стратегии. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Сведение игры к задаче линейного программирования.

**II.7.** Основные понятия, особенности и возможности имитационного моделирования. Виды имитационного моделирования. Области применения.

**Раздел III. Основы теории управления**

**III.1.** Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.

**III.2.** Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления.

**III.3.** 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.

**III.4.** Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Гурвица, Михайлова.

**III.5.** Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение.

**III.6.** Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности.

**III.7.** Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

**Раздел IV. Оптимизация и математическое программирование**

**IV.1.** Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

**IV.2.** Постановка задачи линейного программирования. Формы записи. Основные свойства решений. Симплекс-метод.  Многокритериальные задачи линейного программирования.

**IV.3.** Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

**IV.4.** Задача математического программирования. Простейшие свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Куна-Таккера и ее геометрическая интерпретация.

**IV.5.** Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации.

**IV.6.** Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизации на сетях и графах.

**IV.7.** Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

**Раздел V. Теоретические основы информационных технологий**

**V.1.** Алфавитные операторы и алгоритмы. Существование алгоритмов и распознавание выводимости. Понятие об алгоритмически неразрешимых проблемах.

**V.2.** Понятие частичной и простейших функций. Частично-рекурсивные функции. Оператор примитивной рекурсии. Тезис Черча.

**V.3.** Понятие о булевых функциях, булева алгебра. Основные тождества булевой алгебры. Нормальные формы. Минимизация формул.

**V.4.** Принципы построения формальных теорий. Понятие об исчислении высказываний, аксиомы и правила вывода. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Теории первого порядка.

**V.5.** Машины Тьюринга. Функционирование машин Тьюринга. Системы продукций Поста. Нормальные алгоритмы Маркова.

**V.6.** Абстрактные автоматы и автоматные отображения. События и представления событий в автоматах. Анализ и синтез конечных автоматов. Понятие алгоритмических алгебр. Основные понятия сетей Петри.

**V.7.** Основные понятия и операции теории графов. Маршруты, цепи и циклы на графах. Важнейшие классы графов: деревья, двудольные графы, ориентированные графы, графы с помеченными вершинами и ребрами.

**Раздел VI. Компьютерные технологии обработки информации**

**VI.1.** Определение и общая классификация видов информационных технологий. Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров.

**VI.2.** Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД.

**VI.3.** Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных.

**VI.4.** Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ЕR-диаграммы).

**VI.5.** Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык запросов баз данных SQL.

**VI.6.** Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети.

**VI.7.** Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.

**Раздел VII. Искусственный интеллект и инженерия знаний**

**VII.1.** Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задач. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей.

**VII.2.** Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы.

**VII.3.** Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний. Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний.

**VII.4.** Проблемы представления знаний. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах.

**VII.5.** Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях.

**VII.6.** Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

**VII.7.** Формулировка задачи распознавания образов. Персептрон Розенблатта. Обучение распознаванию образов, объекты и методы распознавания. Нейронные сети, принципы их построения и функционирования.

**Рекомендуемая основная литература**

1. *Антонов А.В*. Системный анализ. – М.: Высшая школа, 2004.
2. *Анфилатов В.С.*, *Емельянов А.А.*, *Кукушкин А.А*. Системный анализ в управлении: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002.
3. *Перегудов Ф.И.*, *Тарасенко Ф.П*. Введение в системный анализ: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1989.
4. *Волкова В.Н.*, *Денисов А.А.* Теория систем: Учебник для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 2006.
5. *Вентцель Е.С*. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
6. *Орлов А. И.* Теория принятия решений: учебник. – М.: Экзамен, 2006.
7. *Литвак Б. Г.* Экспертные оценки и принятие решений. – М.: Патент, 1996.
8. *Мушик Э*., *Мюллер П*. Методы принятия технических решений. – М.: Мир, 1990.
9. *Реклейтис Г*., *Рейвиндран А*., *Регсдел К*. Оптимизация в технике. Т. 1, 2. – М.: Мир, 1986.
10. *Васильев Ф.П*. Методы оптимизации. – М.: Факториал Пресс, 2002.
11. *Новиков Д.А*. Теория управления организационными системами. 2-е изд. – М.: Физматлит, 2007.
12. Имитационное моделирование производственных систем / Под. ред. А. А. Вавилова. – М.: Машиностроение, 1983. – 416с.
13. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем. – М.: Высш. шк., 2001.
14. *Кузнецов О.П*., *Адельсон-Вельский Г.М*. Дискретная математика для инженера. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
15. Базы данных: Уч. для высших и средних специальных заведений / Под ред. А.Д. Хомоненко. СПб.: Корона принт-2000, 2000.
16. Ильина О. П., Бройдо В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. – СПб: Питер, 2008.
17. *Питерсон Дж.* Теория сетей Петри и моделирование систем. – М: Мир, 1984.
18. *Люгер Дж. Ф.* Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Вильямс, 2005.
19. *Фомин Я. А.* Распознавание образов: теория и применения. – М.: ФАЗИС, 2012.
20. Искусственный интеллект. Кн. 2: Модели и методы: Справочник / Под ред. Э.В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990.
21. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. – М.: Радио и связь, 1990.

**Дополнительная литература**

1. *Акулич И.Л.* Математическое программирование в примерах и задачах.
2. *Новосельцев В.И*., *Тарасов Б.В.* Теоретические основы системного анализа. – М: Майор, 2013.
3. *Чернышов В.Н*. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2008.
4. *Ларичев О.И*. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000.
5. *Рыков А.С*. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. – М.: Экономика, 1999.
6. *Емельянов С.В*., *Коровин С.К*. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. – М.: Наука, 1997.
7. *Попов Е.Н*. Теория нелинейных систем автоматического управления. – М.: Наука, 1988.
8. Теория автоматического управления. Ч.1 и Ч.2 / Под ред. А.А. Воронова. – М: Высшая школа, 1986.
9. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник. В 3-х т. – М.: Изд-во МГТУ, 2000.
10. *Глушков В.М*. Основы безбумажной информатики. – М.: Наука, 1987.
11. *Кузнецов Ю.Н.* Математическое программирование.
12. *Ларичев О.И*., *Мошкович Е.М*. Качественные методы принятия решений. – М.: Наука, 1996.
13. *Просветов Г.И.* Оптимизация.
14. *Саати Т*., *Керыс К*. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991.
15. *Сухарев А.Г.* и др. Курс методов оптимизации.
16. *Воронов А.А*. Введение в динамику сложных управляемых систем. – М.: Наука, 1985.
17. *Цыпкин Я.З*. Основы теории автоматических систем. – М.: Наука, 1977.
18. *Кузин Л.Т*. Основы кибернетики: В 2-х томах. Том 1. Математические основы кибернетики. Том 2. Основы кибернетических моделей. – М.: Энергия, 1979.
19. *Горелик А. Л., Скрипкин В. А.* Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 2004.
20. *Гаврилова Т.А*., *Хорошевский В.Г*. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000.
21. *Таха Х.* Введение в исследование операций.

**Вопросы к вступительному экзамену**

***Вопрос 1. Теоретические основы системного анализа***

1. Понятия о системе, системном подходе, системном анализе. Системы и закономерности их функционирования и развития.
2. Системы и их свойства: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.
3. Понятие модели. Модель состава системы. Модель структуры системы. Эксперимент и модель.
4. Классификация систем.
5. Классификация моделей систем.
6. Основные методологические принципы анализа систем. Применение методов системного анализа.
7. Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений.
8. Постановка задач принятия решений. Этапы решения задач.
9. Экспертные процедуры. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений.
10. Метод экспертных оценок. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.
11. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов.
12. Аксиоматические методы многокритериальной оценки альтернатив. Деревья решений.
13. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений.
14. Принятие решений в условиях неопределенности. Методы глобального критерия.
15. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткое моделирование.
16. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами.
17. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Чистые и смешанные стратегии.
18. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса.
19. Решение игр. Сведение игры к задаче линейного программирования.
20. Основные понятия, особенности и виды имитационного моделирования. Области применения.

***Вопрос 2. Основы теории управления***

1. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы.
2. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.
3. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.
4. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы.
5. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики.
6. Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость линейных стационарных систем.
7. Управление при действии возмущений. Типы возмущений. Инвариантные системы.
8. Управление в условиях неопределенности. Стабилизация позитивных систем при неопределенности.
9. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.
10. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Классификация задач математического программирования.
11. Постановка задачи линейного программирования. Формы записи. Основные свойства решений.
12. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.  Многокритериальные задачи линейного программирования.
13. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке.
14. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.
15. Задача математического программирования. Простейшие свойства оптимальных решений.
16. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Куна-Таккера и ее геометрическая интерпретация.
17. Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости.
18. Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования.
19. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана.
20. Основное функциональное уравнение, вычислительная схема метода динамического программирования.

***Вопрос 3. Технологии обработки информации и инженерия знаний***

1. Определение и общая классификация информационных технологий. Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров.
2. Понятие частичной и простейших функций. Частично-рекурсивные функции. Оператор примитивной рекурсии. Тезис Черча.
3. Понятие о булевых функциях. Основные тождества булевой алгебры. Нормальные формы. Минимизация формул.
4. Принципы построения формальных теорий. Исчисление высказываний и исчисление предикатов как примеры формальных теорий.
5. Машины Тьюринга и их функционирование. Системы продукций Поста. Нормальные алгоритмы Маркова.
6. Абстрактные автоматы и автоматные отображения. События и представления событий в автоматах. Основные понятия сетей Петри.
7. Основные понятия и операции теории графов. Важнейшие классы графов: деревья, двудольные графы, ориентированные графы, графы с помеченными вершинами и ребрами.
8. Понятие информационной системы, банки и базы данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД.
9. Распределенные базы данных. Особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий обработки данных.
10. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных.
11. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык запросов баз данных SQL.
12. Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI.
13. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.
14. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей.
15. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы.
16. Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний.
17. Проблемы представления знаний. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах.
18. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях.
19. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология и этапы разработки экспертных систем.
20. Формулировка задачи распознавания образов. Персептрон Розенблатта. Обучение распознаванию образов. Нейронные сети: принципы построения и функционирования.