

Федеральное государственное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН)

Принято секцией Ученого совета
ФИЦ ИУ РАН, протокол № _____
от « » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ ИУ РАН

_____ И.А.Соколов
« » _____ 20 ____ г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ
по профилю (направленности) 05.13.01
«Системный анализ, управление и обработка
информации»
Технические и физико-математические науки

Раздел I. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА.

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

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

1.3. 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.

1.4. 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. Теоремы двойственности и их экономический смысл. 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.

1.5. Элементы теории вероятностей и случайных процессов. 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).

РАЗДЕЛ II. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

2.1. 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.

2.2. Методы моделирования в системном анализе. Модели стоимости и эффективности. Синтез стоимости и эффективности. Оптимизационные и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели. Марковские модели. Языки моделирования: их основные особенности, достоинства и недостатки. Сети Петри, автоматные модели.

2.3. 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.

2.4. 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

3.1. Понятие о динамической системе. Основные принципы управления. Классификация задач. Структура, типы и основные функциональные элементы систем управления.

3.2. 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.

3.3. Нелинейные непрерывные системы. Фазовое пространство. Устойчивость. Исследование устойчивости первым и вторым методом А.М. Ляпунова. Стабилизация линейных непрерывных динамических систем. Робастность. Абсолютная устойчивость по В.М. Попову. Системы с переменной структурой. Бинарные системы. Динамические макросистемы.

3.4. 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.

3.5. 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.

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

3.7. Вариационное исчисление. Постановки задач оптимального управления для непрерывных и дискретных систем. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана для непрерывных и дискретных задач оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для непрерывных и дискретных управляемых систем. Существование оптимальных управлений. Линейно-квадратичные задачи оптимального управления. Дифференциальные и алгебраические матричные уравнения типа Риккати для непрерывных и дискретных задач оптимального управления и их разрешимость. Оптимальные регуляторы и связь с устойчивостью. Численные методы оптимального управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колмогоров А.П., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. - М.: Наука, 1976.
2. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими системами. М.: Физматлит, 2008. – 208 с.
3. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. - М.: Наука, 1983.
4. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.
5. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.А., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. - М.: Физматгиз, 1961.
6. Емельянов С.В., Коровин С.К. Теория робастной нелинейной обратной связи. Стабилизация при неопределенности. В сб. «Нелинейная динамика и управление. Вып.1». М.: Физматлит, 2001. Стр.5-67.
7. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи: Управление при неопределенности. М.: Наука. Физматлит, 1997. — 352 с.
8. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. М.: Физматлит, 2003. – 240 с.
9. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. - М.: Наука, 1969.
10. Боровков А.А. Теория вероятностей. - 3-е изд., сущ. перераб и доп. - М.: Эдиториал УРСС, 1999. — 472 с.
11. Попков Ю.С. Теория макросистем: Равновесные модели. М.: Книжный дом «Либроком», 2013. – 320 с.
12. Попков Ю.С. Математическая демоэкономика: Макросистемный подход. М.: «Ленанд», 2013. – 560 с.
13. Егоров А.И. Основы теории управления. М.:Физматлит. 2007. – 504 с.
14. Системный анализ и принятие решений. М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
15. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Т.1 – М.: Физматлит, 2010
16. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Т.2. М.: Физматлит, 2010.
17. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. М.: Высшая школа, 2003. – 574 с.
18. Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Изд.центр «Академия». 2009. – 400 с.
19. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. М.: Физматлит, 2007. – 440 с.
20. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2002. – 392 с.
21. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992.
22. Васильев Ф.П., Иваницкий А.Ю. Линейное программирование. М.: Факториал Пресс, 2008.
23. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М. Факториал Пресс, 2005.
24. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высшая школа, 2001.
25. Подиновский В.И., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит, 2007.