

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

Принято Ученым советом
ФИЦ ИУ РАН, протокол № 5
от «27» 06.2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ ИУ РАН



И.А.Соколов
2022 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ В АСПИРАНТУРУ
по группе научных специальностей 2.3
«Информационные технологии и телекоммуникации»

Москва 2022

Список вопросов к вступительным экзаменам в аспирантуру

Группа научных специальностей 2.3 «Информационные технологии и телекоммуникации»

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

1.1. **Элементы теории множеств.** Понятие множества, операции над множествами.

Конечные и бесконечные множества. Мощностность множеств. 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. **Элементы выпуклого анализа.** Методы безусловной минимизации: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона.

1.5. **Линейное программирование.** Типовые задачи линейного программирования. Теоремы двойственности и их экономический смысл. Нелинейное программирование. Условия регулярности. Теорема Куна-Таккера. Седловая точка функции Лагранжа.

1.6. **Численные методы.** Метод штрафных функций, метод проекции возможных направлений, метод сопряженного градиента, метод проекции градиента, метод линеаризации, методы глобальной оптимизации.

1.7. **Целочисленное программирование.** Метод отсекающих плоскостей и метод ветвей и границ в целочисленном программировании.

1.8. **Элементы теории вероятностей.** 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.

1.9. **Элементы теории случайных процессов.** Дискретные цепи Маркова и их классификация. Эргодическая теорема для цепей Маркова.

2. 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.

3. УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

3.1. **Основные понятия управления динамическими системами.** 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров А.И. Основы теории управления. М.:Физматлит. 2007. – 504 с.
2. Системный анализ и принятие решений. М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
3. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Т.1 и 2. – М.: Физматлит, 2010
4. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. М.: Высшая школа, 2003. 574 с.
5. Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Изд.центр «Академия». 2009. – 400 с.
6. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. М.: Физматлит, 2007. – 440 с.

7. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2002. 392 с.
8. Шгойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992.
9. Васильев Ф.П., Иваницкий А.Ю. Линейное программирование. М.: Факториал Пресс, 2008.
10. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М. Факториал Пресс, 2005.
11. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высшая школа, 2001.
12. Попков Ю.С. Теория макросистем: Равновесные модели. М.: Книжный дом «Либроком», 2013. – 320 с.
13. Колмогоров А.П., Фомин СВ. Элементы теории функций и функционального анализа. - М.: Наука, 1976.
14. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими системами. М.: Физматлит, 2008. – 208 с.
15. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. - М.: Наука, 1983.
16. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.
17. Понтрягин Л.С, Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.А., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. - М.: Физматгиз, 1961.
18. Емельянов СВ., 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.
19. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи: Управление при неопределенности. М.: Наука. Физматлит, 1997. — 352 с.
20. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. М.: Физматлит, 2003. – 240 с.
21. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. - М.: Наука, 1969.
22. Боровков А.А. Теория вероятностей. - 3-е изд., суц. перераб и доп. - М: Эдиториал УРСС, 1999. — 472 с.
23. Попков Ю.С. Математическая демоэкономика: Макросистемный подход. М.: «Ленанд», 2013. – 560 с.
24. Подиновский В.И., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит, 2007.

2.3.2. Вычислительные системы и их элементы

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

1.1. **Основы математического программирования.** Линейное, нелинейное и динамическое программирование. Понятия теории алгоритмов. Основные понятия комбинаторного анализа. Основы теории случайных процессов. Характеристические функции и их свойства.

Марковские процессы. Основы теории графов. Операции над графами.

1.2. **Основы теории моделирования.** Области применения, основные принципы моделирования дискретных устройств. Понятие «модель»: основные свойства моделей, их классификация. Языки моделирования. Методы обработки результатов моделирования. Интерпретация статистических результатов моделирования, точность статистических оценок. Моделирование переходных, нестационарных процессов.

1.3. **Основы теории конечных автоматов.** Абстрактный автомат. Анализ и синтез конечных автоматов. Минимизация абстрактных автоматов. Применение теории автоматов при структурном проектировании ЭВМ.

1.4. **Основы алгебры логики.** Способы представления систем логических функций, методы их минимизации, анализ и синтез комбинационных схем.

1.5. **Арифметические основы ЭВМ.** Системы счисления. Способы представления данных. Методы повышения скорости выполнения операций умножения, деления, извлечения корня. Точность и методы округления. Представление десятичных чисел и буквенно-цифровой информации. Двоично-десятичная арифметика.

2. МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

2.1. **Математические методы.** Применение теории массового обслуживания для моделирования информационно-вычислительных сетей. Приближенные методы исследования сетей массового обслуживания. Методы анализа сетей массового обслуживания с блокировками, приоритетами и повторным обслуживанием. Методы анализа сетевого трафика. Системы имитационного моделирования.

2.2. **Проектирование локальных сетей.** Проектирование опорной сети: процесс проектирования, генерация начальных топологий, распределение потоков и пропускных способностей каналов. Размещение и проектирование узлов коммутации сообщений. Задача привязки абонентов к узлам коммутации. Анализ буферной памяти узла коммутации. Оценка показателей производительности локальных сетей архитектуры клиент—сервер. Модели протоколов множественного доступа.

2.3. **Топологическое проектирование.** Постановка задач оптимизации топологической структуры. Применение теории графов. Методы определения кратчайших путей и связности.

2.4. **Понятие оптимальной маршрутизации.** Моделирование алгоритмов маршрутизации. Поточковые модели. Методы оценки эффективности алгоритмов управления потоками. Сравнительный анализ различных схем скользящего окна.

2.5. **Структурная надежность сетей.** Расчет показателей надежности элементов сетей. Методы расчета структурной надежности. Расчет структурной надежности по совокупности путей или сечений. Методы статистической оценки структурной надежности.

2.6. **Надежность ЭВМ и систем.** Критерии и характеристика надежности и эффективности. Расчет надежности при различных видах отказов. Восстанавливаемые системы. Методы повышения надежности. Различные виды избыточности. Оптимальное резервирование. Оценка надежности сложных резервированных систем. Оптимизация процессов обслуживания ЭВМ. Надежность программного обеспечения.

2.7. **Контроль и диагностика ЭВМ и систем.** Аппаратные и программно-логические методы

контроля, оценки их эффективности. Контроль по модулю. Корректирующие коды. Коды Хэмминга. Арифметические корректирующие коды. Методы диагностики неисправностей, диагностические тесты, программы динамической диагностики и отладки. Принципы микродиагностики.

2.8. **Автоматизация проектирования.** Автоматизация проектирования (АП) как объективная необходимость процесса проектирования. Общая постановка задачи АП как задачи исследования операций. Этапы и уровни проектирования.

2.9. **Основные методы синтеза.** Постановка задачи синтеза. Использование принципов оптимизации при проектировании ЭВМ, комплексов и сетей. Основные методы построения аналитических моделей и методика оптимальных решений.

3. ЦИФРОВЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

3.1. **Базовые узлы ЭВМ.** Шины передачи данных. Передающие схемы с тремя состояниями. Регистры хранения и сдвига, счетчики, дешифраторы, селекторы, мультиплексоры. Программируемые логические матрицы. Сумматоры, их классификация. Синтез комбинационного сумматора, накапливающий сумматор. Методы ускоренного переноса. Десятичный сумматор. Матричный сумматор. Схемы сравнения и методы их построения.

3.2. **Запоминающие устройства.** Классификация и основные технические характеристики запоминающих устройств (ЗУ). Статические и динамические элементы памяти. Организация модулей и блоков полупроводниковой оперативной памяти. Организация ЗУ на ферритовых сердечниках, их классификация. Криогенные, оптоэлектронные, голографические и другие типы ЗУ. Организация и основные устройства на магнитных барабанах, дисках, лентах, картах. Основные методы записи и контроля информации. Иерархические, секционированные, адресные, безадресные ассоциативные запоминающие устройства. Структура данных и структура памяти. Страничная и странично-сегментная организация памяти. Защита памяти.

3.3. **Процессоры и организация их работы.** Назначение и обобщенная структура процессора, основные характеристики. Операционная и управляющие части процессора. Принципы кодирования управляющей информации и неймановская схема вычислительной машины. Адресные и безадресные системы кодирования. Методы адресации и их связь с характеристиками и структурой памяти машины. Форматы команд и их связь со структурой процессора. Функциональная организация центрального процессора (ЦП). ЦП с непосредственными связями и ЦП с магистральной структурой. Матричные, конвейерные и ассоциативные процессоры.

3.4. Основные понятия телекоммуникационных систем и компьютерных сетей.

Основные категории сетей, классификация. Назначение сетей. Основные типы сетевых устройств. Понятие сетевого протокола. Требования к протоколам. Международные стандарты. Эталонная модель взаимного соединения открытых систем (модель ОСИ). Локальные вычислительные сети (ЛВС). Определение и основные свойства. Взаимосвязь ЛВС с глобальными сетями. Топология сетей. Основные виды топологических структур, их преимущества, недостатки и области применения. Сеть Internet. Ее значение и история развития. Основные уровни и протоколы.

3.5. **Способы передачи данных.** Пакеты и сообщения. Коммутация. Сетевой трафик, его характеристики и источники. Средства измерения трафика. Понятие качества обслуживания. Методы обеспечения надежности передачи и защиты передаваемой информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекмарёв Ю.В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. 2-е изд. – М. ДМК Пресс, 2009.

2. Пятибратов Л.П., Гудыно Л.П., Кириченко А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, Инфра-М, 2008.
3. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2011.
4. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Архитектура ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009.
5. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. – М.: Энергия, 1980.
6. Вишневский В.М., Дмитриев В.П. Основы передачи информации в вычислительных системах и сетях. – М.: МГИЕМ, 1998.

2.3.4. Управление в организационных системах

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

- 1.1. **Предмет и задачи исследования операций.** Линейное программирование. Транспортная задача. Симплекс-метод. Целочисленное программирование. Задача о назначениях.
- 1.2. **Динамическое программирование.** Модель замены оборудования. Принцип оптимальности. Структура многошагового анализа.
- 1.3. **Модели целочисленного программирования.** Метод ветвей и границ. Задача о коммивояжере.
- 1.4. **Марковские случайные процессы.** Дискретные цепи Маркова и их классификация. Эргодическая теорема для цепей Маркова.
- 1.5. **Модели массового обслуживания.** Классификация моделей. Схема гибели и размножения. Схема системы массового обслуживания с конечной надежностью. Метод Монте-Карло.

2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ

- 2.1. **Системный анализ.** Системный подход как последовательность этапов решения проблемы.
- 2.2. **Критерии качества.** Метод «стоимость – эффективность». Построение моделей стоимости и эффективности. Синтез стоимости и эффективности. Метод «стоимость – выгоды».
- 2.3. **Имитационное моделирование.** Этапы построения имитационной модели. Методы обоснования выбора и анализа модели.
- 2.4. **Основы теории принятия решений.** Деревья решений и поиск наилучшей последовательности решений. Стоимость дополнительной информации. Многокритериальные задачи принятия решений. Аксиоматические методы. Методы порогов сравнимости. Вербальный анализ решений.
- 2.5. **Математическое программирование.** Многокритериальные задачи математического программирования: многокритериальная транспортная задача, задачи по упаковке и назначениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров А.И. Основы теории управления. М.:Физматлит. 2007. – 504 с.
2. Системный анализ и принятие решений. М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
3. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Т.1 и 2. – М.: Физматлит, 2010
4. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Наука, 1980.
5. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. М.: Наука, 1987.
6. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Физматлит, 1996.
7. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. М.: Сов.радио,1974.
8. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М.: Мир, 1978.

2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- 1.1. **Граф, сети, комбинаторные алгоритмы.** Оценки числа графов и сетей различных типов. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP. NP-трудные и NP-полные задачи. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP. NP-трудные и NP-полные задачи. Общие сведения о графах и их характеристиках. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Алгоритмы поиска. Поиск маршрута и наименьшей длины по алгоритму Дейкстры. Построение минимального остовного дерева по алгоритму Краскала. NP-трудные задачи (задача о рюкзаке, задача коммивояжера).
- 1.2. **Математическая логика и булевы функции.** Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ). Постановка задачи в геометрической форме. Локальные алгоритмы построения ДНФ. Построение ДНФ $\sum T$ (сумма тупиковых) с помощью локального алгоритма. Проблема полноты. Теорема о полноте систем функций двужначной логики P2. Эквивалентные преобразования формул двужначной логики P2.
- 1.3. **Математическая статистика.** Базовые понятия математической статистики: статистическая гипотеза, статистика критерия, фактический уровень значимости. Критерии согласия: проверка равномерности, показательности, нормальности. Модели и методы проверки однородности выборок. Однофакторная и двухфакторная модели дисперсионного анализа. Критерии для упорядоченных альтернатив. Критерий хи-квадрат. Коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Метод главных компонент. Доверительный эллипсоид. Частная корреляция.
- 1.4. **Теория игр и оптимизация.** Антагонистические игры. Матричные игры, теорема о минимаксе. Выпукло-вогнутые антагонистические игры. Теорема существования седловой точки. Бескоалиционные игры n лиц. Равновесие по Нэшу. Принцип гарантированного результата. Минимаксные задачи. Многокритериальная оптимизация. Оптимальность по Парето. Лексикографический подход. Методы оптимизации: градиентный спуск, имитация отжига, генетические алгоритмы.
- 1.5. **Элементы теории вероятностей и случайных процессов.** Случайные величины и функции распределения. Зависимость и независимость случайных событий и случайных величин. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Марковские цепи и их задание. Марковские процессы.

2. ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И ИНФОРМАТИКА

- 2.1. **Конечные автоматы.** Регулярные события и их представление в автоматах. Алгоритмическая неразрешимость проблемы полноты для автоматов. Алгоритмическая неразрешимость проблемы эквивалентности слов в ассоциативных исчислениях. Машины Тьюринга. Формат команд и программа машины Тьюринга.
- 2.2. **Вычислимые функции.** Эквивалентность класса рекурсивных функций и класса функций, вычислимых на машинах Тьюринга. Сложность алгоритмов и вычислений.
- 2.3. **Линейное программирование.** Симплекс-метод. Двойственные задачи линейного программирования. Целочисленное линейное программирование (метод Гомори, свойства унимодулярности матрицы ограничений). Метод ветвей и границ (на примере задач целочисленного или булева линейного программирования).

- 2.4. **Энтропия и информация.** Условная и предельная энтропии. Средняя длина кодового слова и избыточность. Теорема Шеннона-Фано и Хаффмана. Теорема Шеннона о передаче сообщений по дискретному каналу без памяти.
- 2.5. **Формальные языки и грамматики.** Классификация формальных языков и грамматик по Хомскому. КС-грамматики и деревья выводов в них. Автоматные грамматики и конечные автоматы. Регулярные выражения. Автомат с магазинной памятью и его инструкции. Связь между автоматами с магазинной памятью и контекстно-свободными грамматиками. Алгоритмы синтаксического анализа для КС-грамматик (алгоритмы СΥК и Earley).
- 2.6. **Языки программирования.** Основные понятия и определения. История и эволюция. Классификация языков. Проблемы и перспективы развития. Основы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса и объекта. Инкапсуляция. Наследование и полиморфизм. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. Связность и зацепление. Паттерны объектно-ориентированного проектирования. Паттерны Bridge, Factory, Singleton, Adapter, Command.
- 2.7. **Элементы программной инженерии.** Жизненный цикл ПО. Принципы и приёмы проектирования архитектуры программного обеспечения. Основные типы архитектур программных систем.
- 2.8. **Базы данных.** Понятие о концептуальном (ER) моделировании баз данных. Основные элементы концептуальной модели: тип сущности, сущность, атрибуты, тип связи, связь. Связи между сущностями. Арность связи. Элементы языка SQL. Реализация в SQL реляционных операций: селекции, проекции, объединения, пересечения, разности. Агрегативные функции в языке SQL.

3. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

- 3.1. **Базы знаний.** Декларативное представление знаний: фреймы, семантические сети, онтологии. Процедурное представление знаний: продукционная система. Инженерия знаний: работа с экспертами, отладка базы знаний.
- 3.2. **Машинное обучение:** обучающая и тестовая выборка, переобучение, байесовские и оптимизационные методы. Машина опорных векторов. Существование и единственность решений. Нелинейное обобщение. Настройка параметров распознавателей, перекрестный и скользящий контроль. Переобучение. Бустинг, алгоритм AdaBoost.
- 3.3. **Методы распознавания и анализа данных.** Методы распознавания образов и анализа изображений. Анализ больших данных, обнаружение закономерностей в данных и их извлечение.
- 3.4. **Обработка естественного языка.** Анализ текстов и устной речи. Постановки основных задач и методы решения. Обработка естественного языка. Анализ текстов и устной речи. Постановки задач и методы решения.
- 3.5. **Нейронные сети и многоагентные системы.** Гипотеза компактности. Методы классификации (агломеративные, дивизимные, итеративные). Классификация нейронных сетей, искусственный перцептрон, представление знаний в нейронных сетях. Теория агентов. Классификация агентов. Направления развития многоагентных систем.
- 3.6. **Экспертные системы.** Определение, преимущества и область применения экспертных систем. Классификация и стадии существования экспертных систем. Приобретение знаний. Неопределенность знаний и коэффициент доверия, нечеткая логика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рассел, Норвиг. Искусственный интеллект: современный подход.
2. Саймон Хайкин. Нейронные сети: полный курс.
3. Хасти, Тибширани, Фридман. Элементы статистического обучения.
4. Бишоп. Распознавание образов и машинное обучение
5. А. Я. Шайкевич. Введение в лингвистику.
6. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Высш. школа, 2001.
7. Журавлев Ю.И., Флеров Ю.А. Дискретный анализ. Комбинаторика. Алгебра логики. Теория графов: Учеб. пособие. – М.: МФТИ, 1999.
8. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал, 2002.
9. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Наука, 2000.
10. Тихомиров В.М., Фомин С.В., Алексеев В.М. Оптимальное управление. М.: Наука, 2003.
11. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: Фазис, 2002.
12. Морозов В.В. Основы теории игр. М.: Изд-во МГУ, 2002
13. Николаев И.С., Митренина О.В., Ландо Т.М. (Ред.). Прикладная и компьютерная лингвистика URSS. 2016. 320 с.
14. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. — М.: Сов. радио, 1974.
15. И.И.Гихман, А.В.Скорород. Теория случайных процессов. Т.2 — М.: Наука, 1971.
16. Гладкий А. В. Формальные грамматики и языки. — М.: Наука, 1973.
17. Хопкрофт Д., Мотвани Р., Ульман Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. — Издательский дом "Вильямс", 2002.
18. К. Дж. Дейт. Введение в системы баз данных.
19. Пратт Т., Зелковиц М. Языки программирования: разработка и реализация. 4-е издание. — СПб.: Питер, 2002.
20. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++
21. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования.
22. Орлов С.А. Программная инженерия.
23. Г.С.Осипов. Лекции по искусственному интеллекту.

2.3.8. Информатика и информационные процессы

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

- 1.1. **Граф, сети, комбинаторные алгоритмы.** Оценки числа графов и сетей различных типов. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP. NP-трудные и NP-полные задачи. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP. NP-трудные и NP-полные задачи. Общие сведения о графах и их характеристиках. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Алгоритмы поиска. Поиск маршрута и наименьшей длины по алгоритму Дейкстры. Построение минимального остовного дерева по алгоритму Краскала. NP-трудные задачи (задача о рюкзаке, задача коммивояжера).
- 1.2. **Математическая логика и булевы функции.** Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ). Постановка задачи в геометрической форме. Локальные алгоритмы построения ДНФ. Построение ДНФ $\sum T$ (сумма тупиковых) с помощью локального алгоритма. Проблема полноты. Теорема о полноте систем функций двужначной логики P2. Эквивалентные преобразования формул двужначной логики P2.
- 1.3. **Математическая статистика.** Базовые понятия математической статистики: статистическая гипотеза, статистика критерия, фактический уровень значимости. Критерии согласия: проверка равномерности, показательности, нормальности. Модели и методы проверки однородности выборок. Однофакторная и двухфакторная модели дисперсионного анализа. Критерии для упорядоченных альтернатив. Критерий хи-квадрат. Коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Метод главных компонент. Доверительный эллипсоид. Частная корреляция.
- 1.4. **Теория игр и оптимизация.** Антагонистические игры. Матричные игры, теорема о минимаксе. Выпукло-вогнутые антагонистические игры. Теорема существования седловой точки. Бескоалиционные игры n лиц. Равновесие по Нэшу. Принцип гарантированного результата. Минимаксные задачи. Многокритериальная оптимизация. Оптимальность по Парето. Лексикографический подход. Методы оптимизации: градиентный спуск, имитация отжига, генетические алгоритмы.
- 1.5. **Элементы теории вероятностей и случайных процессов.** Случайные величины и функции распределения. Зависимость и независимость случайных событий и случайных величин. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Марковские цепи и их задание. Марковские процессы.

2. ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И ИНФОРМАТИКА

- 2.1. **Конечные автоматы.** Регулярные события и их представление в автоматах. Алгоритмическая неразрешимость проблемы полноты для автоматов. Алгоритмическая неразрешимость проблемы эквивалентности слов в ассоциативных исчислениях. Машины Тьюринга. Формат команд и программа машины Тьюринга.
- 2.2. **Вычислимые функции.** Эквивалентность класса рекурсивных функций и класса функций, вычислимых на машинах Тьюринга. Сложность алгоритмов и вычислений.
- 2.3. **Линейное программирование.** Симплекс-метод. Двойственные задачи линейного программирования. Целочисленное линейное программирование (метод Гомори, свойства унимодулярности матрицы ограничений). Метод ветвей и границ (на примере задач целочисленного или булева линейного программирования).
- 2.4. **Энтропия и информация.** Условная и предельная энтропии. Средняя длина кодового слова и избыточность. Теорема Шеннона-Фано и Хаффмана. Теорема Шеннона о передаче сообщений по дискретному каналу без памяти.

- 2.5. **Формальные языки и грамматики**. Классификация формальных языков и грамматик по Хомскому. КС-грамматики и деревья выводов в них. Автоматные грамматики и конечные автоматы. Регулярные выражения. Автомат с магазинной памятью и его инструкции. Связь между автоматами с магазинной памятью и контекстно-свободными грамматиками. Алгоритмы синтаксического анализа для КС-грамматик (алгоритмы СΥК и Earley).
- 2.6. **Языки программирования**. Основные понятия и определения. История и эволюция. Классификация языков. Проблемы и перспективы развития. Основы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса и объекта. Инкапсуляция. Наследование и полиморфизм. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. Связность и зацепление. Паттерны объектно-ориентированного проектирования. Паттерны Bridge, Factory, Singleton, Adapter, Command.
- 2.7. **Элементы программной инженерии**. Жизненный цикл ПО. Принципы и приёмы проектирования архитектуры программного обеспечения. Основные типы архитектур программных систем.
- 2.8. **Базы данных**. Понятие о концептуальном (ER) моделировании баз данных. Основные элементы концептуальной модели: тип сущности, сущность, атрибуты, тип связи, связь. Связи между сущностями. Арность связи. Элементы языка SQL. Реализация в SQL реляционных операций: селекции, проекции, объединения, пересечения, разности. Агрегативные функции в языке SQL.

3. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

- 3.1. **Базы знаний**. Декларативное представление знаний: фреймы, семантические сети, онтологии. Процедурное представление знаний: продукционная система. Инженерия знаний: работа с экспертами, отладка базы знаний.
- 3.2. **Машинное обучение**: обучающая и тестовая выборка, переобучение, байесовские и оптимизационные методы. Машина опорных векторов. Существование и единственность решений. Нелинейное обобщение. Настройка параметров распознавателей, перекрестный и скользящий контроль. Переобучение. Бустинг, алгоритм AdaBoost.
- 3.3. **Методы распознавания и анализа данных**. Методы распознавания образов и анализа изображений. Анализ больших данных, обнаружение закономерностей в данных и их извлечение.
- 3.4. **Обработка естественного языка**. Анализ текстов и устной речи. Постановки основных задач и методы решения. Обработка естественного языка. Анализ текстов и устной речи. Постановки задач и методы решения.
- 3.5. **Нейронные сети и многоагентные системы**. Гипотеза компактности. Методы классификации (агломеративные, дивизимные, итеративные). Классификация нейронных сетей, искусственный перцептрон, представление знаний в нейронных сетях. Теория агентов. Классификация агентов. Направления развития многоагентных систем.
- 3.6. **Экспертные системы**. Определение, преимущества и область применения экспертных систем. Классификация и стадии существования экспертных систем. Приобретение знаний. Неопределенность знаний и коэффициент доверия, нечеткая логика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рассел, Норвиг. Искусственный интеллект: современный подход.
2. Саймон Хайкин. Нейронные сети: полный курс.
3. Хасты, Тибширани, Фридман. Элементы статистического обучения.
4. Бишоп. Распознавание образов и машинное обучение
5. А. Я. Шайкевич. Введение в лингвистику.
6. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Высш. школа, 2001.
7. Журавлев Ю.И., Флеров Ю.А. Дискретный анализ. Комбинаторика. Алгебра логики. Теория графов: Учеб. пособие. – М.: МФТИ, 1999.
8. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал, 2002.
9. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Наука, 2000.
10. Тихомиров В.М., Фомин С.В., Алексеев В.М. Оптимальное управление. М.: Наука, 2003.
11. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: Фазис, 2002.
12. Морозов В.В. Основы теории игр. М.: Изд-во МГУ, 2002
13. Николаев И.С., Митренина О.В., Ландо Т.М. (Ред.). Прикладная и компьютерная лингвистика URSS. 2016. 320 с.
14. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. — М.: Сов. радио, 1974.
15. И.И.Гихман, А.В.Скороход. Теория случайных процессов. Т.2 — М.: Наука, 1971.
16. Гладкий А. В. Формальные грамматики и языки. — М.: Наука, 1973.
17. Хопкрофт Д., Мотвани Р., Ульман Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. — Издательский дом "Вильямс", 2002.
18. К. Дж. Дейт. Введение в системы баз данных.
19. Пратт Т., Зелковиц М. Языки программирования: разработка и реализация. 4-е издание. — СПб.: Питер, 2002.
20. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++
21. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования.
22. Орлов С.А. Программная инженерия.
23. Г.С.Осипов. Лекции по искусственному интеллекту.