

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ
«ФАКТ ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

Настоящая программа вступительного испытания по направлению **«09.06.01. Информатика и вычислительная техника»** разработана в соответствии с правилами приема в аспирантуру.

Вступительное испытание проводится в форме собеседования с поступающим в аспирантуру на одной из кафедр физтех-школы ФАКТ (по направлению Приемной комиссии МФТИ) по направлению будущей научно-исследовательской деятельности поступающего.

Собеседование состоит из трех частей:

собеседование по содержанию выпускной квалификационной работы, выполненной поступающим при окончании специалитета или магистратуры – в соответствии с частью I настоящей Программы;

собеседование по общетеоретическим вопросам из раздела, соответствующего направленности будущей научно-исследовательской деятельности поступающего, – в соответствии с частью II настоящей Программы;

собеседование по теоретическим вопросам профильным для выбранной обучающей кафедры – в соответствии с частью III (вариативной) настоящей Программы.

В рамках конкурсной группы **«ФАКТ Информатика и вычислительная техника»** проводятся вступительные испытания по следующим по следующим направленностям будущей научно-исследовательской деятельности поступающего в аспирантуру:

- **«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»;**
- **«Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)».**

ЧАСТЬ I

Вопросы по выпускной квалификационной работе поступающего (магистратура или специалитет)

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

Раздел «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

ЧАСТЬ II

1. Математические основы

- 1.1. Основы теории пределов. Теорема о неявной функции. Формула Тейлора. Основные теоремы интегрального исчисления (замена переменных, метод интегрирования по частям, интегрирование рациональных функций). Числовые ряды (признаки сходимости знакопостоянных и знакопеременных рядов). Функциональные ряды. Степенные ряды. Ряды Фурье (вычисление коэффициентов).
- 1.2. Матрицы и определители n -го порядка. Координаты вектора в базисе. Преобразование координат векторов при смене базиса пространства. Операции над матрицами. Теорема о ранге матрицы. Общее решение системы линейных уравнений. Однородные системы (пространство решений, фундаментальные системы решений). Собственные векторы и собственные числа матрицы.
- 1.3. Формулы замены координат при переходе от одной декартовой системы координат к другой. Вычисление скалярных произведений, длин отрезков, углов. Линии и поверхности 1-го и 2-го порядка.
- 1.4. Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения и нормальной системы. Линейное уравнение n -го порядка. Построение общего решения линейного уравнения. Неоднородные линейные системы. Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
- 1.5. Основные уравнения математической физики: уравнение теплопроводности, уравнения Лапласа и Пуассона, волновое уравнение. Уравнение переноса излучения в поглощающей, излучающей и рассеивающей среде. Корректная постановка краевых задач.
- 1.6. Решение однородного уравнения теплопроводности на прямой.
- 1.7. Общие представления о некорректно поставленных задачах. Уравнения Фредгольма I-го и II-го рода. Методы регуляризации (А.М. Обухова, А.Н. Тихонова, статистической регуляризации).
- 1.8. Общая схема метода Фурье для ограниченных областей.
- 1.9. Случайные события и случайные величины. Аксиоматическое определение вероятности события. Условные вероятности. Независимость событий. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин (дисперсия и математическое ожидание). Выборка и методы ее представления. Числовые характеристики выборочного распределения (мода, медиана, среднее, дисперсия). Неравенство Чебышева.

2. Общие вопросы вычислительной математики

- 2.1. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Обусловленность. Прямые методы решения (варианты метода Гаусса, метод прогонки). Итерационные методы (метод простой итерации, идея Чебышевских итерационных методов и др.).
- 2.2. Решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Методы секущих, Ньютона. Теорема о сходимости метода Ньютона. Метод простых итераций, анализ сходимости.
- 2.3. Численное дифференцирование: основные аппроксимации 1-х и 2-х производных. Ошибка аппроксимации, ошибка округления. Оптимальный шаг численного дифференцирования.
- 2.4. Численное интегрирование: квадратурные формулы Ньютона-Котеса, квадратурные формулы Гаусса. Оценка ошибки интегрирования. Правило Рунге.
- 2.5. Методы поиска экстремумов функций многих переменных. Градиентный, покоординатный и случайный спуск.
- 2.6. Численное интегрирование задачи Коши для систем ОДУ. Простейшие разностные схемы и их реализация. Ошибка аппроксимации, критерии малости шага сетки. Методы типа Рунге-Кутты, основная конструкция, алгоритм реализации, устойчивость. Теоремы о сходимости. Линейные многошаговые схемы (Адамса). Алгоритм решения, аппроксимация, сходимость.
- 2.7. Краевые задачи для систем ОДУ. Линейные краевые задачи, их решение методом фундаментальной системы. Сведения линейной краевой задачи к задачам Коши. Нелинейные краевые задачи для систем ОДУ. Метод «стрельбы», метод Ньютона.

3. Методы решения уравнений в частных производных

- 3.1. Численные методы решения уравнений гиперболического типа. Характеристическая форма уравнений. Корректная постановка краевых условий. Схемы для простейшего уравнения переноса: аппроксимация, устойчивость, монотонность.
- 3.2. Численные методы решения уравнений параболического типа. Явные и неявные схемы. Прогонка. Спектральная устойчивость. Двумерное уравнение теплопроводности. Проблема решения уравнений на верхнем слое. Метод переменных направлений в двумерных и в трехмерных задачах. Метод переменных направлений с серией параметров. Метод расщепления, схемы с исключенным промежуточным слоем.
- 3.3. Схема «крест» для уравнения Пуассона. Разностная аппроксимация уравнений Пуассона. Метод простых итераций, ошибка, невязка. Спектральный анализ сходимости простых итераций.
- 3.4. Нелинейные уравнения в частных производных, их разностная аппроксимация и реализация соответствующих схем. Схемы с нелинейностью на верхнем и нижнем слое, их реализация (метод Ньютона и прогонки).
- 3.5. Спектральный признак устойчивости и практика его применения. Принцип замороженных коэффициентов. Условие устойчивости Куранта-Фридрихса-Леви. Устойчивость по начальным данным и краевым условиям.

4. Математическое моделирование в прикладных задачах

- 4.1. Понятия модели. Виды моделей. Цели моделирования. Особенности вычислительных моделей.
- 4.2. Классификации задач моделирования, математических моделей. Динамические модели сложных систем, их формализация и реализация на компьютере. Объектно-ориентированное моделирование.
- 4.3. Уравнение непрерывности. Уравнения Эйлера, Бернулли для идеальной жидкости.

- 4.4. Уравнение Навье–Стокса для вязкой жидкости. Пограничный слой.
- 4.5. Одномерное движение сжимаемого газа. Характеристики. Инварианты Римана.
- 4.6. Численные методы решения задач механики сплошной среды. Идея построения разностных схем. Консервативные методы.
- 4.7. Уравнения Максвелла. Поляризация. Поток энергии. Энергетические и фотометрические величины. Отражение, преломление и рассеяние света. Классическая теория излучения, поглощения и дисперсии. Тепловое излучение. Законы Стефана-Больцмана, Планка, формулы Вина и Релея-Джинса.
- 4.8. Взаимодействие излучения с веществом. Уравнение переноса излучения для поглощающей, излучающей и рассеивающей среды. Приближение локального термодинамического равновесия. Уравнение радиолокации. Основные характеристики сигнала обратного рассеяния (угловые и спектральные зависимости, поляризационные характеристики).

Литература

Математические основы

1. Бесов О.В. Лекции по математическому анализу: в 2 ч.: учеб. пособие. – М.: МФТИ (Ч. 1, 2004 – 328 с, Ч. 2, 2005 – 215 с.).
2. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1970 г.
3. Ипатов В.М., Пыrkова О.А., Седов В.Н. Дифференциальные уравнения. Методы решений. М.: Изд. МФТИ. – 2012. 140 с.
4. Уроев В.М. Уравнения математической физики. М.: ИФ "Яуза" 1998 г. – 373 с.
5. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. Изд. 12-е, испр. М.: Физматлит, 2009. — 312 с.
6. Боровков А.А. Теория вероятностей. М.: Наука, 1984.
7. Боровков А.А. Математическая статистика. М.: Наука, 1984.
8. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука. 1979 г. – 288 с.

Общие вопросы вычислительной математики

1. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике: учеб. пособие. М.: Интернет-Ун-т Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 – 523 с.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 – 636 с.
3. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Наука, 1994.

Методы решения уравнений в частных производных

1. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Наука, 1994.
2. Магомедов К.М., Холодов А.С. Сеточно-характеристические численные методы. – М.: Наука, 1988.

Математическое моделирование в прикладных задачах

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2002 – 320 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики, т. 6: Гидродинамика.
3. Чуличков А.И. Математические методы нелинейной динамики. — М.: Физматлит, 2000 — 296 с.
4. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М: Техносфера, 2010 – 560 с.

ЧАСТЬ III

Вариативная часть программы вступительного испытания по кафедрам **информатики и вычислительной математики, логистических систем и технологий, термогидромеханики океана**

1. Дополнительные вопросы вычислительной математики

- 1.1. Жесткие системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Численные методы решения. A – устойчивые, $A(\alpha)$ – устойчивые методы, асимптотическая устойчивость.
- 1.2. Методы типа Рунге-Кутты, основная конструкция, алгоритм реализации, устойчивость. Теоремы о сходимости при разных предположениях о матрице $f(x)$. Анализ в пространстве неопределенных коэффициентов.
- 1.3. Линейные многшаговые схемы (Адамса). Схемы для продолженных систем (схемы Обрешкова). Алгоритм, сходимость, анализ в пространстве неопределенных коэффициентов.
- 1.4. Примеры методов решения уравнений гиперболического типа. Гибридные схемы. Сравнение методов в пространстве неопределенных коэффициентов.
- 1.5. Решения уравнений Пуассона методом сеток. Разностная аппроксимация уравнений Пуассона. Метод простых итераций, ошибка, невязка. Спектральный анализ сходимости простых итераций. Выбор оптимального итерационного параметра. Метод Чебышевского ускорения, анализ устойчивости, устойчивые перенумерации итерационных параметров.
- 1.6. Метод переменных направлений решения уравнения Пуассона. Спектральный анализ сходимости. Выбор оптимального итерационного параметра. Оценка числа итераций. Метод переменных направлений с серией параметров.
- 1.7. Методы поиска экстремумов функций многих переменных. Градиентный, покоординатный и случайный спуск.
- 1.8. Постановка некорректных задач. Примеры. Качественное описание подхода к их решению. Роль априорной информации. Примеры – интегральное уравнение 1-го рода, обратная задача теплопроводности.

2. Элементы дискретной математики. Дискретные алгоритмы.

- 2.1. Элементы теории алгоритмов Машины Тьюринга, машины Поста, нормальные алгоритмы Маркова. Оценки сложности алгоритмов. NP-полные задачи (алгоритмы).
- 2.2. Алгоритмы сортировки. «Быстрая сортировка», поиск делением пополам, слияние отсортированных массивов.
- 2.3. Алгоритмы на графах. Понятие графа. Особые классы графов. Поиск на графах в ширину, в глубину. Алгоритмы поиска минимального пути.

3. Параллельные вычисления

- 3.1. Многопроцессорные и распределенные системы. Издержки и выигрыш при реализации параллельных и векторных вычислений.
- 3.2. Модель передачи сообщений MPI. Модель передачи данных PVM. Две парадигмы параллельного программирования: параллелизм данных и параллелизм задач.
- 3.3. Три части параллельной программы (параллельная, последовательная, обмен данных). Синхронизация процессов, равномерность загрузки процессоров. Обзор программных средств для распараллеливания.

- 3.4. Классы задач, которые можно эффективно векторизовать и распараллеливать. Обработка одномерных и двумерных массивов. Научные задачи. Вычисления в узлах сеток и решеток.

4. Объектно-ориентированное программирование

- 4.1. Содержание объектно-ориентированной модели. Понятия абстракции, инкапсуляции, полиморфизма, типизации и их реализация в языках программирования.
- 4.2. Инкапсуляция. Модификация и оптимизация программ при помощи инкапсуляции.
- 4.3. Наследование. Повторное использование кода. Полиморфизм как средство обеспечения расширяемости программ. Понятие интерфейса.
- 4.4. Понятие свойств и событий (properties and events) в объектных технологиях. Агрегация. Сохраняемость объектов (persistence).
- 4.5. Диаграммы классов. Понятия и принципы объектно-ориентированного проектирования.
- 4.6. CASE – средства и их использование для автоматизации проектирования программ.

Литература

Элементы дискретной математики. Дискретные алгоритмы.

1. Ахо А., Хопкрофт Д., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы: учеб. пособие. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007.
2. Кнут Д.Э. Искусство программирования. Том 1: Основные алгоритмы (3-е изд., 2007). Том 3: Сортировка и поиск (2-е изд.). – М.: Издательский дом «Вильямс».

Параллельные вычисления

1. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределённого программирования. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003 – 512 с.

Объектно-ориентированное программирование

1. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++, 2-е издание, пер. с англ., М.: Издательство Бинوم, СПб.: Невский диалект, 1999 г.
2. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем.

ЧАСТЬ III

Вариативная часть программы вступительного испытания по кафедре **систем, устройств и методов геокосмической физики**

1. Предмет и основные понятия космических информационных систем ДЗ

- 1.1. Принципы дистанционных исследований. Связь дистанционной информации с характеристиками изучаемых явлений и процессов. Космические и авиационные системы дистанционного зондирования (ДЗ). Достоинства космической информации. Вседоступность. Оперативность. Глобальность.
- 1.2. Задачи ДЗ атмосферы, поверхности Земли. Земля как единая экологическая система. Роль дистанционных исследований в изучении природной среды в глобальном масштабе и воздействия на нее антропогенных факторов.
- 1.3. Задачи дистанционного контроля и разведки объектов на поверхности Земли и в атмосфере.
- 1.4. Современные системы ДЗ. Системный подход к дистанционным исследованиям. Пространственное, спектральное, радиометрическое и временное разрешение. Перспективы развития космических систем дистанционного зондирования.

2. Природа электромагнитного излучения. Взаимодействие излучения с веществом.

- 2.1. Теория электромагнитного излучения. Уравнение Максвелла. Волновое уравнение и его решения. Поляризация. Поток энергии. Энергетические и фотометрические величины. Отражение и преломление света. Классическая теория излучения, поглощения и дисперсии. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело (АЧТ). Законы Стефана-Больцмана, Планка, формулы Вина и Релея-Джинса. Законы излучения АЧТ для среды, отличной от вакуума. Законы АЧТ для конечных спектральных интервалов. Излучательная способность и радиояркостьная температура.
- 2.2. Взаимодействие излучения с веществом в оптическом диапазоне. Уравнение переноса излучения для поглощающей, излучающей и рассеивающей среды. Уравнение переноса при наличии поляризации. Вектор-параметр Стокса. Приближение локального термодинамического равновесия. Связь результатов дистанционных наблюдений со свойствами наблюдаемых явлений.
- 2.3. Лазерное дистанционное зондирование. Лидарное уравнение для рассеяния. Лидарное уравнение для дифференциального поглощения. Лидарное уравнение для флюоресцирующего объекта.
- 2.4. Излучательные, поглощательные и отражательные свойства нечерных поверхностей. Особенности спектральных характеристик отражения природных и антропогенных образований в оптическом диапазоне спектра. Спектральные и рассеивающие свойства минералов, горных пород и почв. Спектральные свойства растительности. Характеристики, связанные с содержанием влаги. Спектральные свойства крио- и водных сред.
- 2.5. Взаимодействие излучения с веществом в СВЧ-диапазоне. Особенности дистанционных методов зондирования в СВЧ-диапазоне. Чувствительность к геометрии поверхности. Чувствительность к содержанию воды. Уравнение радиолокации. Основные характеристики сигнала обратного рассеяния. Рассеяние излучения природными объектами (угловые и спектральные зависимости, поляризационные характеристики).
- 2.6. Пассивное дистанционное зондирование в СВЧ-диапазоне. Модели радиометрической температуры (гладкая и шероховатая поверхности). Яркостьная температура природных образований.

3. Роль атмосферы в дистанционных исследованиях Земли

- 3.1. Характеристика атмосферы. Состав. Газы. Аэрозоли. Облака. Туман. Дымка. Перенос излучения в рассеивающей и поглощающей среде. Поглощение излучения газами. Рассеяние на молекулах газа и частицах аэрозоля. Релеевское рассеяние. Рассеяние Ми. Закон Ламберта-Бугера. Оптическая толща. Модели аэрозольной атмосферы. Метеорологическая дальность видимости.
- 3.2. Методы расчета прозрачности атмосферы. Метод "line-by-line". Методы моделирования полос (модель Эльзассера, статистическая модель или модель Мейера-Гуди). Эмпирические методы с использованием модели полос ("агрегатный" метод, модель "Lowtran"). Двухпараметрический метод Куртисса-Годсона.
- 3.3. Атмосферная турбулентность. Дифракция на однородных зонах. Структурная функция. Структурная постоянная. Оптическая передаточная функция турбулентной атмосферы. Случайная составляющая длительной и короткой экспозиции. Измерения турбулентности.
- 3.4. Яркостные (радиационные) характеристики Земли из космоса. Отраженное и тепловое излучение. Облученность Земной поверхности. Прямое солнечное излучение. Излучение небосвода. Зависимость от высоты Солнца над горизонтом и геометрии наблюдения. Яркость Земли из космоса. Излучение от участка поверхности. Вклад атмосферы. Учет рассеянного излучения. Особенности процессов переноса излучения в атмосфере Земли в инфракрасном и СВЧ-диапазонах.

4. Регистрация электромагнитного излучения.

- 4.1. Классификация механизмов селективного фотоприема. Фотонные эффекты. Тепловые эффекты. Эффекты волнового взаимодействия. Основные типы твердотельных фотоприемников. Фотодиоды. Барьеры Шотки. Фоторезисторы собственные и примесные. Приборы с зарядовой инжекцией.
- 4.2. Основы физики приборов с зарядовой связью (ПЗС). Принцип хранения и переноса заряда. Основные типы ПЗС-структур. Перенос заряда и частотные свойства. ПЗС с объемным каналом и виртуальной фазой. Неэффективность переноса заряда в ПЗС. Темновой ток. Методы ввода и детектирования заряда. Линейные и матричные ПЗС.
- 4.3. Характеристики приемников оптического излучения. Светосигнальная характеристика. Квантовая характеристика. Квантовая эффективность. Спектральная характеристика чувствительности. Спектральный коэффициент поглощения излучения. Длинноволновая граница чувствительности. Актиничные энергетические характеристики. Частотные свойства приемников излучения, постоянная времени фотоотклика. Функция передачи модуляции (ФПМ). Геометрическая ФПМ. Диффузная ФПМ. ФПМ неэффективности переноса в ПЗС.
- 4.4. Шумы. Основные источники шумов. Пороговая облученность. Удельная обнаружительная способность. Спектральная плотность шума полупроводниковых фотоприемников. Шумы в многоэлементных ПЗС-фотоприемниках. Шум переноса заряда. Шум выходного устройства. Геометрический шум. Влияние охлаждения. Достоинства в случае приема изображения при низких уровнях облученности.
- 4.5. Дискретизация изображения многоэлементным фотоприемником. Теорема Котельникова. Визуальное проявление эффектов выборки. Редукция пространственных частот и ФПМ многоэлементных приемников. Муар-эффект. Описание эффекта искажения сигнала с помощью "ФПМ фазы". Тестирование многоэлементных фотоприемников. Реакция системы на прямоугольном миру. Связь с ФПМ.

5. Теория линейной фильтрации. Сигналы и помехи в системах приема электромагнитного излучения.

- 5.1. Детерминированные сигналы, способы их описания. Интеграл свертки. Преобразование Фурье и его функциональные свойства. Теорема свертки и оптическая передаточная функция (ОПФ). Анализ линейных систем формирования изображения с помощью преобразования Фурье. ОПФ оптических элементов. ОПФ типичных элементов информационного тракта систем дистанционного зондирования. Центральная предельная теорема при анализе линейных систем. Результирующая ОПФ.
- 5.2. Случайные сигналы и способы их описания. Случайные функции и поля. Числовые характеристики. Функция распределения и функции плотности вероятности. Стационарность, однородность, эргодичность. Автокорреляционная функция и спектральная плотность. Корреляционный и спектральный анализ. Виды одномерных спектров. Преобразование спектральной плотности линейными звеньями. Вероятностное описание непрерывных изображений.

6. Методы передачи и обработки информации, получаемой средствами ДЗ.

- 6.1. Методы передачи изображений. Характеристики системы передачи изображений. Использование моделей зрения при кодировании изображений. Кодирование методом импульсной кодовой модуляции. Статистическое кодирование. Кодирование с предсказанием. Кодирование с преобразованием. Гибридное кодирование. Межкадровое кодирование с условным замещением. Сокращение избыточности бинарных изображений.
- 6.2. Методы обработки изображений. Представление изображений в цифровой форме. Дискретизация и восстановление непрерывных изображений. Математическое описание дискретных изображений. Линейные операторы. Оператор суперпозиции. Двумерные унитарные преобразования. Преобразование Фурье. Косинусное преобразование. Синусное преобразование. Преобразование Адамара, Хаара. Сингулярное преобразование. Двумерные методы линейной обработки. Обработка с использованием преобразования. Суперпозиция с преобразованием. Свертка с использованием быстрого преобразования Фурье. Фильтры на основе преобразования Фурье.
- 6.3. Основные понятия геоинформатики. Общая характеристика геоинформационных систем (ГИС) как класса автоматизированных ИС. Сферы применения ГИС. Классификация ГИС по функциональным возможностям и территориальному охвату. Картографическая основа как средство интеграции и отображения данных. Технологии САПР как методологическая основа проектирования ГИС. Роль и место экспертных систем в ГИС-технологиях. Инструментально-программное обеспечение ГИС. ГИС и web- технологии. Применение данных ДЗ в ГИС-технологиях. Технологическая цепочка тематической обработки (ТО) данных космического ДЗ. Методы и средства представления растровых изображений
- 6.4. Методы классификации дистанционной информации. Геометрическая, радиометрическая и атмосферная коррекция. Алгоритмы расширения динамического диапазона дистанционного изображения. Применение условно-цветового кодирования изображения по данным спектральных каналов. Метод анализа главных компонентов или преобразование Карунена-Лоэва. Преобразование Каута-Томаса. Признаки многозональной информации (индекс почвы, вегетационный индекс, индекс влажности и др.). Учет временных характеристик, каскадная классификация. Морфометрический анализ в географических исследованиях. Обнаружение объектов определенной формы. Неконтролируемая классификация. Экспертные системы для данных ДЗ.

Литература

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е., Космические системы дистанционного зондирования Земли, М. Изд. А и Б, 1997 г.
2. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование: М.: Наука. Пер. с англ. 1987, 550 с.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, испр. и дополн. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2012 – 1104 с.
4. Прэйт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ.—М.: Мир, 1982. Кн.1 — 312 с., Кн. 2 – 479 с.
5. Залманзон Л.А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. 1989 г. - 496 с.
6. Кашкин В.Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений. Версия 1.0 Электрон. учеб. пособие / ИПК Сибирского федерального университета. Красноярск. 2008. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/54/u_program.pdf .
7. Рыгов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Часть 2. Случайные поля. М.: Наука. 1978. 398 с.
8. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2008 — 312 с.
9. Носов Ю.Р. - Приборы с зарядовой связью. М.: Радиоэлектроника и связь, 1989 – 342 с.
10. Лазовский Л.Н. Приборы с зарядовой связью. 2002. Электронная версия книги <http://www.autex.spb.ru> .
11. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
12. Гуди Р.М. Атмосферная радиация. Основы теории. М.: Мир. 1966 – 552 с.
13. Лио Ку-Нан. Основы радиационных процессов в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат. 1984. – 376 с.
14. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. М.: Логос.1999 г., 480 с.
15. Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В. Тематическая обработка многоспектральных и гиперспектральных аэрокосмических изображений. Учеб. пособие. М.: МФТИ, 2013- 224 с.

ЧАСТЬ III

Вариативная часть программы вступительного испытания по кафедре **компьютерного моделирования**

1. Задачи численного моделирования в механики сплошных сред. Области научного индустриального применения.
2. Цикл моделирования от постановки задачи до постпроцессинга.
3. Классификация и структура современных программных комплексов. Критерии оценки возможностей. Проблемно-ориентированное тестирование. Реестр российского программного обеспечения.
4. Конструкторская и адаптированная геометрическая модель. Геометрический препроцессинг. Типы расчетных сеток. Требования к расчетной сетке с точки зрения обеспечения точности решения.
5. Расчетная модель. Использование критериев подобия и свойств симметрии. Моделирование стационарных и нестационарных процессов. Типовые классы задач.
6. Организация расчета на многопроцессорных системах. Масштабируемость.

Литература

1. Механика жидкости и газа [Текст] = учебник для вузов / Л. Г. Лойцянский. — 5-е изд., перераб. — М.: Наука, 1973. — 736 с.
2. Язык программирования С++ [Текст] / Б. Страуструп; пер. с англ. С. Анисимова, М. Кононова; под ред. Ф. Андреева, А. Ушакова. — Спец. изд. с авт. изменениями и доп. — М.: Бином Пресс, 2008. — 1104 с.
3. Искусство программирования [Текст]: [учеб. пособие для вузов] / Д. Кнут; пер. с англ. С. Г. Тригуб [и др.]; под общ. ред. Ю. В. Козаченко. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2000. — Т. 1: Основные алгоритмы. - 2000. - 720 с.
4. Информационные системы и вычислительные комплексы [Текст]: учеб. пособие для вузов: доп. М-вом образования СССР / В. Я. Макеев [и др.]. — М.: Машиностроение, 1984. — 191 с.
5. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с использованием UML и IBM Rational Rose [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Леоненков. — М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. — 320 с.
6. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования [Текст]: [учеб. пособие для вузов] / Э. Гамма [и др.]; [пер. с англ. А. Слинкин]. — СПб.: Питер, 2010. — 368 с.
7. Вычислительные комплексы, системы и сети [Текст]: учебник для вузов / А. М. Ларионов, С. А. Майоров, Г. И. Новиков. — Л.: Энергоатомиздат, 1987. — 28 с.

Раздел «Системный анализ, управление и обработка информации»

ЧАСТЬ II

1. Основные понятия системного анализа. Характерные особенности сложных систем. Прогнозирование времени смены состояний у сложных систем как момент времени изменения интегральных характеристик. Границы принципа редукционизма.
2. Основные задачи, методы системного моделирования. Компоненты системного моделирования. Этапы моделирования. Формы моделирования: синтез, сборка, настройка модели, идентификация параметров.
3. Входящие, выходящие и управляющие переменные в системном моделировании, задачи и методы агрегирования и дезагрегирования. Чувствительность к управляющим переменным.
4. Выбор параметров при моделировании динамики сложных систем. Идентификация параметров в моделях. Зависимость результата моделирования от выбора параметров. Чувствительность к параметрам.
5. Трубки траекторий. Сценарные исследования. Оптимизация, уменьшение размерности. Интерпретация и представление результатов.
6. Традиционные методы системного анализа сложных систем. Матричные, системнодинамические, диффузные, стохастические модели.
7. Линейное программирование - постановка задачи. Алгоритм симплекс-метода.
8. Байесовский метод. Априорные и апостериорные распределения параметров: непрерывный и дискретный случаи.
9. Метод максимального правдоподобия и его связь с максимумом апостериорной вероятности в байесовском оценивании в асимптотическом случае.
10. Идентификация параметров моделей на примере идентификации параметров в модели парной линейной регрессии и однородной производственной функции Кобба-Дугласа. Идентификация параметров в модели линейной регрессии с автокоррелированными ошибками первого и второго порядков.

Литература

1. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. М.: Финансы и статистика, 2006. - 386 с.
2. Аоки М. Введение в методы оптимизации. Основы и приложения нелинейного программирования, М.: Наука, 1977. - 344 с.
3. Афанасьев М.Ю. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения / М.Ю. Афанасьев, Б.П. Суворов. – М.: Инфра-М, 2003.
4. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1988. - 552 с.
5. Геловани В.А., Бритков В.Б, Дубовский С.В. СССР и Россия в глобальной системе: «1985-2030» (Результаты глобального моделирования). Москва, Книжный дом «Либроком», 2012. - 320 с. (Будущая Россия).
6. Зайченко Ю.П. Исследование операций. К.: Вища школа. 1988. - 552 с.
7. Зельнер А. Байесовские методы в эконометрии / Пер. с англ. Г. Г. Пирогова и Ю. П. Федоровского; С предисл. Переводчиков. – М.: Статистика», 1980. – 438 с., ил.
8. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. М.: Айрис пресс, 2002. – 576 с.
9. Кротов В.Ф. и др. Основы теории оптимального управления. М.: Высшая школа, 1990. – 430 с.
10. Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике. - М.: Финансы и статистика, 2003. – 192 с.

11. Майер-Шенбергер В. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / Виктор Майер-Шенбергер, Кеннет Кукьер; пер. с англ. Инны Гайдюк. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с.
12. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981, 487 с.
13. Осипов Г.С. Лекции по искусственному интеллекту. - М.: КРАСАНД, 2009. - 272 с.
14. Понтрягин Л.С. и др. Математическая теория оптимальных процессов. 1969. 384 с.
15. Ширяев В.И., Баев И.А., Ширяев Е.В. Экономико-математическое моделирование управление фирмой. М.: КомКнига, 2007. – 224 с.

ЧАСТЬ III

Вариативная часть программы вступительного испытания по кафедре **логистических систем и технологий**

1. Общие положения

- 1.1. Численные методы для сэмплирования апостериорных функций плотностей вероятностей; алгоритмы Метрополиса – Хастинга (The Metropolis-Hastings (M-H) algorithms) на основе методов Монте-Карло по схеме Марковской цепи (MCMC, Markov Chain Monte Carlo methods); выбор сэмплов с минимальной корреляцией; зависимость эффективности сэмплирования от размерности задачи.
- 1.2. Непараметрические методы статистики; оптимальный размер окна; ядерное сглаживание; скорость сходимости.
- 1.3. Понятие задачи многокритериальной оптимизации. Доминирование по Парето, решение задач многокритериальной оптимизации. Достаточные условия существования решения.
- 1.4. Свёртки критериев. Линейная свёртка, свёртка Гермейера. Свёртки на основе идеальной точки.
- 1.5. Условия оптимальности в задачах многокритериальной оптимизации. Эффективно выпуклые и невыпуклые задачи.
- 1.6. Устойчивость в задачах многокритериальной оптимизации. Устойчивость паретовой и слейтеровой границ.
- 1.7. Методы многокритериальной оптимизации в системах поддержки принятия решений. Классификация методов многокритериальной оптимизации.

2. Методы Data Mining

- 2.1. Гауссова модель случайных данных, разделимые Гауссовы распределения и дискриминантный анализ. Оценки параметров Гауссовых распределений по методу наибольшего правдоподобия.
- 2.2. Модель дискретных данных – дерево классификации. Энтропия, как мера информативности дискретных атрибутов (Information Gain). Выбор атрибута расщепления дерева классификации на основе его информативности.
- 2.3. Деревья классификации для атрибутов с непрерывными значениями. Расщепляющие значения и дискретизация атрибутов. Gini-индекс информативности дискретных атрибутов и его модификация на случай категориальных атрибутов.
- 2.4. Обучение в модели Байеса. Наивный Байесовский вывод и Байесовская классификация.
- 2.5. Меры расстояния. Иерархическая кластеризация. Кластеризация на заданное число кластеров. Нечеткая кластеризация. Спектральная кластеризация
- 2.6. Факторный анализ (снижение размерности). Анализ главных компонент на основе ковариационной матрицы. Обобщенный анализ главных компонент.

- 2.7. Сингулярный спектральный анализ прямоугольных матриц (SVD-разложение) и фиксация ранга матриц. Эмпирические ортогональные функции. Реализация анализа главных компонент на основе SVD-разложения матрицы данных. Оценка вариаций главных компонент.
- 2.8. Скрытые переменные и дважды случайные процессы, описываемые смесями Гауссовых распределений (GMM-модель). Алгоритм ожидания и максимизации правдоподобия (EM-алгоритм). Оценка параметров GMM-модели посредством Алгоритма ожидания и максимизации правдоподобия (EM-алгоритма) и кластеризация.
- 2.9. Анализ случайных процессов на основе скрытых Марковских моделей с конечным числом состояний и Гауссовой эмиссией. Алгоритмы прямой и обратной рекурсии.
- 2.10. Алгоритм Витерби.
- 2.11. Линейная регрессия по максимальному правдоподобию. Логистическая регрессия.
- 2.12. Машины опорных векторов (SVM-машины).
- 2.13. Алгоритм RANSAC.
- 2.14. Персептрон и нейронные сети. Самоорганизующиеся карты Кохонена.
- 2.15. Вейвлет-преобразование временных рядов. Стационарное дискретное вейвлет-преобразование и удаление окрашенного шума из временных рядов.
- 2.16. Сингулярный спектральный анализ матриц данных и удаление шума из временных рядов (метод «Гусеница»). Обнаружения внезапных изменений во временных рядах. Прогнозирование временных рядов.
- 2.17. Динамическое выравнивание временных рядов (DTW).
- 2.18. Линейные динамические системы и фильтр Калмана. Сглаживатель Рауха. Оценка параметров линейных динамических систем.
- 2.19. Нелинейный фильтр Калмана. Радиальные базисные функции. Оценка параметров нелинейных динамических систем.
- 2.20. Обнаружение паттернов во временных рядах и методы снижения размерности пространства поиска
- 2.21. Многомерные случайные величины с не Гауссовыми распределениями. Линейная модель смешивания и Анализ независимых компонент многомерных временных рядов (не Гауссов факторный анализ). Алгоритмы FastICA и SOBI для выделения статистически независимых компонент многомерных временных рядов.

3. Управление и обработка информации в системах управления

- 3.1. Предмет теории управления. Объект управления. Цель управления. Система управления. Внешняя среда. Структура системы управления. Процессы и функции управления. Понятия регулирования и адаптивного управления. Показатели качества управления. Критерии эффективности и оптимальности.
- 3.2. Методы обработки измерений в системах управления. Роль измерений в системах автоматического управления. Понятия сигналов и процессов. Спектральная плотность и корреляционная функция сигналов. Понятие белого шума.
- 3.3. Задачи оценивания состояния объекта управления. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции. Математическая постановка задачи фильтрации. Фильтр Калмана для дискретного случая.
- 3.4. Задачи оценивания состояния объекта управления. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции. Математическая постановка задачи фильтрации. Фильтр Калмана для непрерывного случая.
- 3.5. Оптимальное управление. Классификация задач оптимального управления. Метод множителей Эйлера-Лагранжа. Принцип максимума Понтрягина. Теорема разделения. Линейный регулятор.

- 3.6. Игровые задачи управления. Матричные игры. Оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Теорема Неймана.
- 3.7. Игровые задачи управления. Биматричные игры. Оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Теорема Нэша. Равновесная точка.
- 3.8. Выбор (принятие решений). Классификация задач выбора. Критериальный язык описания выбора. Многокритериальные задачи. Групповой выбор. Парадокс Эрроу.
- 3.9. жизненный цикл продукции; стадии и этапы жизненного цикла; цели и задачи управления жизненным циклом; показатели качества изделия; надежность, готовность, ремонтпригодность, технологичность, стоимость изделия; участники жизненного цикла.
- 3.10. стадия разработки; концептуальное проектирование; эскизное проектирование; разработка и испытания прототипа; техническое проектирование; комплексирование компонент и испытания опытного образца; управление конфигурацией на стадии разработки.
- 3.11. информационная поддержка изделия; требования к информационной поддержке изделия в рамках системы управления жизненным циклом; состав и структура данных; роль электронных моделей; жизненный цикл моделей; создание интегрированной информационной среды.

4. Элементы экономического моделирования и теории принятия решений

- 4.1. Мультипликативная функция Кобба-Дугласа.
- 4.2. Модели Марковица и Шарпа.
- 4.3. Математическая модель Солоу.
- 4.4. Уравнение Слуцкого.
- 4.5. Модель Кейнса.
- 4.6. Равновесие Курно.
- 4.7. Равновесие Стакельберга.
- 4.8. Модель Харрода–Домара.
- 4.9. Модель цен Самуэльсона.
- 4.10. Задачи исследования операций.
- 4.11. Классификация задач принятия решений, предложенная Г. Саймоном.
- 4.12. Классификация многокритериальных методов принятия решений. Многокритериальная теория полезности (основные этапы).

Литература

1. Р.Л. Кини, Х. Райфа Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981.
2. О.И. Ларичев Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2002.
3. Дронов С.В. Многомерный статистический анализ. Барнаул: Изд. Алтайского ГУ. 2003.
4. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 304 С.
5. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 816 с. - ISBN 5-9221-0707-0.
6. Введение в эконометрику / Джеймс Сток, Марк Уотсон; пер. с англ.; под науч. Ред. М.Ю. Турунцевой. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. – 864 с. – (Серия «Академический учебник»).

7. Микроэконометрика: методы и их применения. Книга 2 / Э. Колин Кэмерон, Правин К. Триведи; перевод с англ.; под научн. Ред. Б. Демешева. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. – 664 с. – (Серия «Академический учебник»).
8. Автоматизированные информационные технологии в экономике / Под ред. Г.А. Титоренко. М.: Компьютер, ЮНИТИ, 2008.
9. Баронов В.В. и др. Автоматизация управления предприятием. М.: Инфра-М, 2000.
10. Марк Д., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. М.: Метатехнология, 1993.
11. Косяков А., Свит У. и др. Системная инженерия. Принципы и практика. Пер с англ. под ред. В.К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2014.
12. Шаламов А.С. Интегрированная логистическая поддержка наукоемкой продукции – М.: Университетская книга, 2012.
13. Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А., Гусельников В.С. Методы управления жизненным циклом приборов и систем в расширенных предприятиях. Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.
14. Погорелов, В.И: Система и ее жизненный цикл: введение в CALS-технологии: учебное пособие, М-во образования и науки Российской Федерации, Балтийский гос. технический ун-т «Военмех», СПб: БГТУ, 2010.
15. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. — М.: URSS, 2016. — 360 с.
16. Ларичев О. И. Вербальный анализ решений. — М.: Наука, 2006. — 181 с.

ЧАСТЬ III

Вариативная часть программы вступительного испытания по **кафедре систем, устройств и методов геокосмической физики**

1. Принципы построения и функционирования современных космических информационных систем

- 1.1. Понятия о криптографических методах защиты информации. Криптографические протоколы и алгоритмы. Основы криптоанализа. Аппаратные средства криптозащиты.
- 1.2. Основные задачи современных КИС (спутниковые системы связи, навигационные системы и информационные системы дистанционного зондирования Земли).
- 1.3. Спутниковые системы связи.
- 1.4. Физические принципы обеспечения космической связи. Основные элементы бортового и наземного сегментов. Виды орбит космических аппаратов, обеспечивающих спутниковую связь.
- 1.5. Спутниковые навигационные системы. Общая структура и принципы построения СНС. Космический и наземный сегменты. Методы измерения навигационных параметров. Основные навигационные алгоритмы. Понятие о дифференциальном режиме функционирования СНС. СНС ГЛОНАСС, GPS и GALILEO.
- 1.6. Спутниковые системы дистанционного зондирования (ДЗ). Общая характеристика методов ДЗ. Физические принципы функционирования и физико-технические возможности пассивных и активных систем ДЗ. Понятия о пространственном, спектральном, радиометрическом и временном разрешениях спутниковых систем ДЗ. Современные спутниковые системы ДЗ низкого, среднего и высокого пространственного разрешения. Мультиспектральные и гиперспектральные системы ДЗ. Примеры применения спутниковых систем ДЗ в задачах мониторинга атмосферы, поверхности Земли, морей и океанов.

2. Системное проектирование космических информационных систем (КИС).

- 2.1. Архитектура и иерархия построения КИС. Схема деления. Функциональный анализ и синтез КИС.
- 2.2. Модульное проектирование. Понятие об устойчивом проектировании. Технологическая готовность.
- 2.3. Понятия о системных рисках. Принципы и методы обеспечения надежности КИС.
- 2.4. Валидация и верификация результатов системного проектирования КИС.
- 2.5. Технологические этапы управления процессом выполнения проектных работ: сетевые графики, контроль исполнения, формы отчетности.

3. Предмет и основные понятия космических информационных систем ДЗ

- 3.1. Принципы дистанционных исследований. Связь дистанционной информации с характеристиками изучаемых явлений и процессов. Космические и авиационные системы дистанционного зондирования (ДЗ). Достоинства космической информации. Вседоступность. Оперативность. Глобальность.
- 3.2. Задачи ДЗ атмосферы, поверхности Земли. Земля как единая экологическая система. Роль дистанционных исследований в изучении природной среды в глобальном масштабе и воздействия на нее антропогенных факторов.
- 3.3. Задачи дистанционного контроля и разведки объектов на поверхности Земли и в атмосфере.
- 3.4. Современные системы ДЗ. Системный подход к дистанционным исследованиям. Пространственное, спектральное, радиометрическое и временное разрешение. Перспективы развития космических систем дистанционного зондирования.

4. Природа электромагнитного излучения. Взаимодействие излучения с веществом.

- 4.1. Теория электромагнитного излучения. Уравнение Максвелла. Волновое уравнение и его решения. Поляризация. Поток энергии. Энергетические и фотометрические величины. Отражение и преломление света. Классическая теория излучения, поглощения и дисперсии. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело (АЧТ). Законы Стефана-Больцмана, Планка, формулы Вина и Релея-Джинса. Законы излучения АЧТ для среды, отличной от вакуума. Законы АЧТ для конечных спектральных интервалов. Излучательная способность и радиояркостная температура.
- 4.2. Взаимодействие излучения с веществом в оптическом диапазоне. Уравнение переноса излучения для поглощающей, излучающей и рассеивающей среды. Уравнение переноса при наличии поляризации. Вектор-параметр Стокса. Приближение локального термодинамического равновесия. Связь результатов дистанционных наблюдений со свойствами наблюдаемых явлений.
- 4.3. Лазерное дистанционное зондирование. Лидарное уравнение для рассеяния. Лидарное уравнение для дифференциального поглощения. Лидарное уравнение для флюоресцирующего объекта.
- 4.4. Излучательные, поглощательные и отражательные свойства нечерных поверхностей. Особенности спектральных характеристик отражения природных и антропогенных образований в оптическом диапазоне спектра. Спектральные и рассеивающие свойства минералов, горных пород и почв. Спектральные свойства растительности. Характеристики, связанные с содержанием влаги. Спектральные свойства крио- и водных сред.
- 4.5. Взаимодействие излучения с веществом в СВЧ-диапазоне. Особенности дистанционных методов зондирования в СВЧ-диапазоне. Чувствительность к геометрии поверхности. Чувствительность к содержанию воды. Уравнение радиолокации. Основные характеристики сигнала обратного рассеяния. Рассеяние

излучения природными объектами (угловые и спектральные зависимости, поляризационные характеристики).

- 4.6. Пассивное дистанционное зондирование в СВЧ-диапазоне. Модели радиометрической температуры (гладкая и шероховатая поверхности). Яркостная температура природных образований.

5. Роль атмосферы в дистанционных исследованиях Земли

- 5.1. Характеристика атмосферы. Состав. Газы. Аэрозоли. Облака. Туман. Дымка. Перенос излучения в рассеивающей и поглощающей среде. Поглощение излучения газами. Рассеяние на молекулах газа и частицах аэрозоля. Релеевское рассеяние. Рассеяние Ми. Закон Ламберта-Бугера. Оптическая толща. Модели аэрозольной атмосферы. Метеорологическая дальность видимости.
- 5.2. Методы расчета прозрачности атмосферы. Метод "line-by-line". Методы моделирования полос (модель Эльзассера, статистическая модель или модель Мейера-Гуди). Эмпирические методы с использованием модели полос ("агрегатный" метод, модель "Lowtran"). Двухпараметрический метод Куртисса-Годсона.
- 5.3. Атмосферная турбулентность. Дифракция на однородных зонах. Структурная функция. Структурная постоянная. Оптическая передаточная функция турбулентной атмосферы. Случайная составляющая длительной и короткой экспозиции. Измерения турбулентности.
- 5.4. Яркостные (радиационные) характеристики Земли из космоса. Отраженное и тепловое излучение. Облученность Земной поверхности. Прямое солнечное излучение. Излучение небосвода. Зависимость от высоты Солнца над горизонтом и геометрии наблюдения. Яркость Земли из космоса. Излучение от участка поверхности. Вклад атмосферы. Учет рассеянного излучения. Особенности процессов переноса излучения в атмосфере Земли в инфракрасном и СВЧ-диапазонах.

6. Регистрация электромагнитного излучения.

- 6.1. Классификация механизмов селективного фотоприема. Фотонные эффекты. Тепловые эффекты. Эффекты волнового взаимодействия. Основные типы твердотельных фотоприемников. Фотодиоды. Барьеры Шотки. Фоторезисторы собственные и примесные. Приборы с зарядовой инжекцией.
- 6.2. Основы физики приборов с зарядовой связью (ПЗС). Принцип хранения и переноса заряда. Основные типы ПЗС-структур. Перенос заряда и частотные свойства. ПЗС с объемным каналом и виртуальной фазой. Неэффективность переноса заряда в ПЗС. Темновой ток. Методы ввода и детектирования заряда. Линейные и матричные ПЗС.
- 6.3. Характеристики приемников оптического излучения. Светосигнальная характеристика. Квантовая характеристика. Квантовая эффективность. Спектральная характеристика чувствительности. Спектральный коэффициент поглощения излучения. Длинноволновая граница чувствительности. Активные энергетические характеристики. Частотные свойства приемников излучения, постоянная времени фотоотклика. Функция передачи модуляции (ФПМ). Геометрическая ФПМ. Диффузная ФПМ. ФПМ неэффективности переноса в ПЗС.
- 6.4. Шумы. Основные источники шумов. Пороговая облученность. Удельная обнаружительная способность. Спектральная плотность шума полупроводниковых фотоприемников. Шумы в многоэлементных ПЗС-фотоприемниках. Шум переноса заряда. Шум выходного устройства. Геометрический шум. Влияние охлаждения. Достоинства в случае приема изображения при низких уровнях облученности.
- 6.5. Дискретизация изображения многоэлементным фотоприемником. Теорема Котельникова. Визуальное проявление эффектов выборки. Редукция пространственных частот и ФПМ многоэлементных приемников. Муар-эффект. Описание эффекта искажения сигнала с помощью "ФПМ фазы". Тестирование

многоэлементных фотоприемников. Реакция системы на прямоугольном мире. Связь с ФПМ.

7. Теория линейной фильтрации. Сигналы и помехи в системах приема электромагнитного излучения.

- 7.1. Детерминированные сигналы, способы их описания. Интеграл свертки. Преобразование Фурье и его функциональные свойства. Теорема свертки и оптическая передаточная функция (ОПФ). Анализ линейных систем формирования изображения с помощью преобразования Фурье. ОПФ оптических элементов. ОПФ типичных элементов информационного тракта систем дистанционного зондирования. Центральная предельная теорема при анализе линейных систем. Результирующая ОПФ.
- 7.2. Случайные сигналы и способы их описания. Случайные функции и поля. Числовые характеристики. Функция распределения и функции плотности вероятности. Стационарность, однородность, эргодичность. Автокорреляционная функция и спектральная плотность. Корреляционный и спектральный анализ. Виды одномерных спектров. Преобразование спектральной плотности линейными звеньями. Вероятностное описание непрерывных изображений.

8. Методы передачи и обработки информации, получаемой средствами ДЗ.

- 8.1. Методы передачи изображений. Характеристики системы передачи изображений. Использование моделей зрения при кодировании изображений. Кодирование методом импульсной кодовой модуляции. Статистическое кодирование. Кодирование с предсказанием. Кодирование с преобразованием. Гибридное кодирование. Межкадровое кодирование с условным замещением. Сокращение избыточности бинарных изображений.
- 8.2. Методы обработки изображений. Представление изображений в цифровой форме. Дискретизация и восстановление непрерывных изображений. Математическое описание дискретных изображений. Линейные операторы. Оператор суперпозиции. Двумерные унитарные преобразования. Преобразование Фурье. Косинусное преобразование. Синусное преобразование. Преобразование Адамара, Хаара. Сингулярное преобразование. Двумерные методы линейной обработки. Обработка с использованием преобразования. Суперпозиция с преобразованием. Свертка с использованием быстрого преобразования Фурье. Фильтры на основе преобразования Фурье.
- 8.3. Основные понятия геоинформатики. Общая характеристика геоинформационных систем (ГИС) как класса автоматизированных ИС. Сферы применения ГИС. Классификация ГИС по функциональным возможностям и территориальному охвату. Картографическая основа как средство интеграции и отображения данных. Технологии САПР как методологическая основа проектирования ГИС. Роль и место экспертных систем в ГИС-технологиях. Инструментально-программное обеспечение ГИС. ГИС и web- технологии. Применение данных ДЗ в ГИС-технологиях. Технологическая цепочка тематической обработки (ТО) данных космического ДЗ. Методы и средства представления растровых изображений
- 8.4. Методы классификации дистанционной информации. Геометрическая, радиометрическая и атмосферная коррекция. Алгоритмы расширения динамического диапазона дистанционного изображения. Применение условно-цветового кодирования изображения по данным спектральных каналов. Метод анализа главных компонентов или преобразование Карунена-Лоэва. Преобразование Каута-Томаса. Признаки многозональной информации (индекс почвы, вегетационный индекс, индекс влажности и др.). Учет временных характеристик, каскадная классификация. Морфометрический анализ в географических исследованиях. Обнаружение объектов

определенной формы. Неконтролируемая классификация. Экспертные системы для данных ДЗ.

Литература

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е., Космические системы дистанционного зондирования Земли, М. Изд. А и Б, 1997 г.
2. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование: М.: Наука. Пер. с англ. 1987, 550 с.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, испр. и дополн. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2012 – 1104 с.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ.—М.: Мир, 1982. Кн.1 — 312 с., Кн. 2 – 479 с.
5. Залманзон Л.А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. 1989 г. - 496 с.
6. Кашкин В.Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений. Версия 1.0 Электрон. учеб. пособие / ИПК Сибирского федерального университета. Красноярск. 2008.http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/54/u_program.pdf.
7. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Часть 2. Случайные поля. М.: Наука. 1978. 398 с.
8. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2008 — 312 с.
9. Носов Ю.Р. - Приборы с зарядовой связью. М.: Радиоэлектроника и связь, 1989 – 342 с.
10. Лазовский Л.Н. Приборы с зарядовой связью. 2002. Электронная версия книги <http://www.autex.spb.ru> .
11. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
12. Гуди Р.М. Атмосферная радиация. Основы теории. М.: Мир. 1966 – 552 с.
13. Лио Ку-Нан. Основы радиационных процессов в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат. 1984. – 376 с.
14. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. М.: Логос.1999 г., 480 с.
15. Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В. Тематическая обработка многоспектральных и гиперспектральных аэрокосмических изображений. Учеб. пособие. М.: МФТИ, 2013- 224 с.