

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

АННОТАЦИЯ

Настоящая программа вступительного испытания по направлению **09.06.01. Информатика и вычислительная техника** разработана в соответствии с Правилами приема в аспирантуру, утвержденными приказом ректора МФТИ от 31.03.2017 г. № 300-1.

Вступительное испытание проводится в форме собеседования с поступающим в аспирантуру по одной из конкурсных групп физтех-школы ФАКТ, в соответствии с указанными в заявлении направлением, направленностью и базовой кафедрой.

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 выбранной направленности обучения – 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»** проводится вступительные испытания для следующих направленностей обучения в аспирантуре:

- **«05.13.18. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»;**
- **«05.07.10. Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности»;**
- **«05.13.01. Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)».**

Теоретические разделы программы вступительного испытания (Часть II и Часть III) сформированы на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам профильных специалитета и магистратуры в соответствии с п. 31 «Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре», утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 12.01.2017 г. №13.

ЧАСТЬ I

Вопросы по выпускной квалификационной работе поступающего (магистратура или специалитет)

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

Направленность 05.13.18.

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, сходимости.

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., Пыркова 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 $f_x(x)$. Анализ в пространстве неопределенных коэффициентов.

1.3. Линейные многошаговые 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 Бином, 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). Яркостная 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 толщина. 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. Активные 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 прямоугольную мишень. 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 компонент 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. Прэйтт 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.

ЧАСТЬ III

Вариативная часть программы вступительного испытания по кафедре **высоких технологий в обеспечении безопасности жизнедеятельности.**

1. Чрезвычайная ситуация. Источники ЧС. Аварии. Потенциально опасные объекты. Риск возникновения ЧС. Зоны ЧС. Мониторинг. Прогнозирование возникновения и развития ЧС. Цель, задачи, объекты и субъекты мониторинга ЧС. Термины и определения.
2. Природные пожары. Основные направления работ по наблюдению за пожарной опасностью погодных условий, действующими очагами лесных пожаров. Основные этапы оценки лесопожарной обстановки. Научно-методическое и информационное обеспечение прогнозирования лесопожарной обстановки и поддержки управленческих решений. Физико-технические основы электромагнитного мониторинга лесопожарной обстановки
3. Основы организации работ по наблюдению, прогнозу землетрясений и их последствий и реагированию на сейсмические и геодинамические воздействия. Научные основы прогноза землетрясений. Этапы прогноза землетрясений. Организация сетей наблюдения и прогноза землетрясения.
4. 4. Состав и строение атмосферы. Состав воздуха вблизи земной поверхности. Состав воздуха в более высоких слоях атмосферы. Водяной пар. Уравнения состояния сухого и влажного воздуха. Характеристики влажности воздуха и связь между ними. Принципы деления атмосферы на слои. Тропосфера, стратосфера и мезосфера.
5. Основные законы статики атмосферы. Давление воздуха. Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Уравнение статики атмосферы. Барометрическая формула. Барическая ступень. Вертикальный масштаб атмосферы. Геопотенциал. Абсолютная и относительная высота.
6. Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатические процессы в атмосфере. Сухоадиабатический процесс. Энтропия. Потенциальная температура. Критерии устойчивости атмосферы по методу частицы. Влажноадиабатический процесс. Уравнение первого начала термодинамики для влажноадиабатического процесса. Термодинамические графики. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому и сухоадиабатическому движению частицы.
7. Радиационные процессы в атмосфере. Излучение Солнца. Законы излучения. Распределение солнечного тепла на земной поверхности в предположении отсутствия атмосферы. Прямая солнечная радиация. Рассеянная и суммарная радиация. Альbedo.
8. Излучение земной поверхности и атмосферы. Излучение земной поверхности. Излучение атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс атмосферы. Радиационный баланс системы земная поверхность - атмосфера.
9. Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Характеристики турбулентности. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. Основные сведения из статистической теории турбулентности. Определение приземного слоя и его толщина. Формулы Прандтля и Росби.
10. Распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое атмосферы. Распределение температуры в тропосфере, стратосфере и мезосфере. Влияние материков и океанов на распределение температуры в атмосфере. Основы теории распределения температуры воздуха по высоте. Инверсии температуры в атмосфере.
11. Распределение характеристик влажности по высоте в приземном слое, тропосфере и стратосфере. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере. Испарение. Ядра конденсации. Ядра замерзани.

12. Облака и туманы. Физические условия образования, характеристики и классификация туманов. Фазы воды в облаках. Классификация облаков. Физические процессы образования облаков.
13. Виды осадков. Образование осадков. Рост капель путем конденсации. Коагуляция. Роль твердой фазы в образовании осадков. Формирование града.
14. Силы, действующие в атмосфере. Уравнения движения турбулентной атмосферы. Баланс энергии в атмосфере. Параметр (число) Ричардсона.
15. Фронты и циклоны. Воздушные массы. Атмосферные фронты. Циклоны и антициклоны.
16. Атмосферное электричество. Ионизация атмосферы. Электрическое поле тропосферы. Грозовые разряды. Механизм образования электрических зарядов в грозовых облаках. Электрическое поле и механизм образования молний в грозовых облаках.
17. Способы управления атмосферными процессами. Рассеяние туманов. Рассеяние облаков.
18. Средства управления атмосферными процессами. Метеотроны. Средства, основанные на использовании химических реагентов. Ионные генераторы.

Литература

1. Буланенков С.А., Воронов С.И., Губченко П.П. и др. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях., под ред. Фалеева М.И. - Калуга: ГУ «Облиздат», 2001,480с.
2. Катастрофы и человек: Кн. 1. Российский опыт противодействия чрезвычайным ситуациям Под ред. Ю.Л. Воробьева.- М.: АСТ - ЛТД, 1997. - 256 с.
3. Качанов С.А. и др. Информационные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Учебное пособие. Академия государственной противопожарной службы МЧС России, М:2006г.
4. Баррет Э., Куртис Л. Введение в космическое землеведение. - М.: "Прогресс",1979.
5. Ушаков К.З., Каледина Н.О., Кирин Б.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности.. - М: Из-во Московского горного университета, 2000, 430 с.
6. Воробьев Ю.Л. Основы формирования и реализации государственной политики в области снижения рисков чрезвычайных ситуаций (монография) М.: ФИД «Деловой экспресс», 2000. с.248.
7. Гарбук С.В., Гершензон В.Е., Космические системы дистанционного зондирования Земли, М. Изд. А и Б, 1997 г.
8. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. Издание третье, переработанное и дополненное. – Санкт – Петербург: Гидрометеиздат, 2000.
9. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Экспериментальная физика атмосферы. Допущено Государственным комитетом СССР по народному образованию в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности “Метеорология”.. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990.
10. ГОСТ Р 22.0.03-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: ИПК издательство стандартов, 1995.
11. Изменение погоды человеком. Проблемы национальной политики в области природных ресурсов. Перевод с английского И.М. Шейниса. Под редакцией И.П. Мазина. – М.: Издательство “Прогресс”, 1972.
12. Мазин И.П., Шметер С.М. ОБЛАКА: строение и физика образования. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983.
13. Подрезов Ю.В. «Проблемные аспекты исследований по активным воздействиям на атмосферные процессы». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2015 год.

14. Подрезов Ю.В. «Основные особенности формирования погодных процессов в атмосфере Земли». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2015 год.
15. Джон Ф. Янг. Робототехника. Л.: Машиностроение, 1977г.
16. Каммер Ю.Ю., Харкевич А.Е. Аварийные работы в очагах поражения. -М: Энергоиздат, 1990, 287 с.
17. Справочники спасателя, книга с 1 по 12. - М: «Авиаиздат», 1995-2001 г.г.
18. Шахраманьян М.А. Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения (теория и практика). - М.: ВНИИ ГОЧС, 2000г.-190с.
19. Шахраманьян М.А., Акимов В. А., Козлов К. А. Оценка природной и техногенной безопасности России: теория и практика. - М.: ФИД "Деловой экспресс", 1998г.- 218с.

**Направленность 05.13.01 Системный анализ, управление
и обработка информации
ЧАСТЬ II**

1. Математическое моделирования и оптимизация

- 1.1. Основные понятия системного анализа. Характерные особенности сложных систем. Прогнозирование времени смены состояний у сложных систем как момент времени изменения интегральных характеристик. Границы принципа редукционизма.
- 1.2. Основные задачи, методы системного моделирования. Компоненты системного моделирования. Этапы моделирования. Формы моделирования: синтез, сборка, настройка модели, идентификация параметров.
- 1.3. Входящие, выходящие и управляющие переменные в системном моделировании, задачи и методы агрегирования и дезагрегирования. Чувствительность к управляющим переменным.
- 1.4. Выбор параметров при моделировании динамики сложных систем. Идентификация параметров в моделях. Зависимость результата моделирования от выбора параметров. Чувствительность к параметрам.
- 1.5. Трубки траекторий. Сценарные исследования. Оптимизация, уменьшение размерности. Интерпретация и представление результатов.
- 1.6. Традиционные методы системного анализа сложных систем. Матричные, системнодинамические, диффузные, стохастические модели.
- 1.7. Линейное программирование - постановка задачи. Алгоритм симплекс-метода.
- 1.8. Байесовский метод. Априорные и апостериорные распределения параметров: непрерывный и дискретный случаи.
- 1.9. Метод максимального правдоподобия и его связь с максимумом апостериорной вероятности в байесовском оценивании в асимптотическом случае.
- 1.10. 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.: Выща 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 (TheMetropolis-Hastings (M-H) algorithms) на основе методов Монте-Карло по схеме Марковской цепи (MCMC, MarkovChainMonteCarlomethods); 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 DataMining

- 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 (InformationGain). 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 толщина. 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 прямоугольную мишу. 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.

**Направленность 05.07.10. Инновационные технологии
в аэрокосмической деятельности
ЧАСТЬ II-III**

Программа ориентирована на кафедры **специальных летательных аппаратов и авиационных информационно-измерительных систем, прикладной механики и информатики.**

1. Математическое моделирование

- 1.1. Понятия модели. Виды моделей. Цели моделирования. Особенности вычислительных моделей.
- 1.2. Классификации задач моделирования, математических моделей. Динамические модели сложных систем, их формализация и реализация на компьютере. ОО-моделирование.
- 1.3. Уравнение непрерывности. Уравнения Эйлера, Бернулли для идеальной жидкости.
- 1.4. Уравнение Навье–Стокса для вязкой жидкости. Пограничный слой.
- 1.5. Одномерное движение сжимаемого газа. Характеристики. Инварианты Римана.
- 1.6. Численные методы решения задач механики сплошной среды. Идея построения разностных схем. Консервативные методы.

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. Динамические структуры данных

- 3.1. Понятия динамических объектов и кучи (heap). Базовые операции работы с кучей. Сборка мусора.
- 3.2. Динамические массивы и списки, варианты реализации. Очередь и стек. Деревья.
- 3.3. Отображения (map). Реализация отображений через бинарные деревья и хэш-таблицы.

4. Принципы построения современных операционных систем

- 4.1. Процессы. Способы разделения ресурсов. Предотвращение тупиков. Обмен данными между процессами через сообщения и общую область памяти.
- 4.2. Понятие очереди сообщений. Программирование, управляемое событиями. Модели асинхронного управления процессами, сети Петри.
- 4.3. Файловая система. Понятия файла и каталога. Синонимы и ссылки, их назначение. Сетевые файловые системы.
- 4.4. Системы безопасности. Понятия пользователя (useraccount), групп пользователей. Назначение журналов (log).

5. Сетевые технологии

- 5.1. Компьютерные сети. Семиуровневая модель OSI. Обзор протоколов разных уровней в локальных сетях (на примере Ethernet). PDU (сегменты, пакеты, кадры, биты).
- 5.2. Интернет, его структура протоколов, IP–адреса и доменные имена. Принципы организации электронной почты, WWW и других сервисов прикладного уровня.

6. Параллельные вычисления

- 6.1. Многопроцессорные и распределенные системы. Издержки и выигрыш при реализации параллельных и векторных вычислений.
- 6.2. Модель передачи сообщений MPI. Модель передачи данных PVM. Две парадигмы параллельного программирования: параллелизм данных и параллелизм задач.
- 6.3. Три части параллельной программы (параллельная, последовательная, обмен данных). Синхронизация процессов, равномерность загрузки процессоров. Обзор программных средств для распараллеливания.
- 6.4. Классы задач, которые можно эффективно векторизовать и распараллеливать. Обработка одномерных и двумерных массивов. Научные задачи. Вычисления в узлах сеток и решеток.

7. Объектно-ориентированное программирование

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

8. Базы данных

- 8.1. СУБД и их отличия от файловых систем. Логическая и физическая структура данных. Средства обеспечения целостности данных. Транзакции.
- 8.2. Интерфейсы доступа к СУБД (языки БД, программные интерфейсы).
- 8.3. Клиент-серверные и трехуровневые архитектуры работы с базами данных. Назначение промежуточного слоя. Пример технологии на базе серверов приложений.
- 8.4. Реляционная модель данных: понятия доменов, атрибутов, кортежей, отношений, ключей. Нормализация данных: 2-я и 3-я нормальные формы.
- 8.5. Операции реляционной алгебры. Ограничения целостности в реляционной модели.
- 8.6. Язык SQL и его подмножества. Связь языка запросов DQL с реляционной алгеброй.
- 8.7. Хранилища данных OLAP. Сравнение с операционными БД (OLTP). Денормализация. Многомерная модель данных. Витрины данных. Их использование в качестве промежуточного слоя в трехуровневой архитектуре.
- 8.8. CASE-средства и их использование для проектирования баз данных. ER – диаграммы.

Литература

1. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Наука, 1994.
2. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике: учеб. пособие. М.: Интернет-Ун-т Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 – 523 с.
3. Магомедов К.М., Холодов А.С. Сеточно-характеристические численные методы. – М.: Наука, 1988 (п.п.5-10,13).
4. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 – 636 с.
5. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2002 – 320 с.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики, т. 6: Гидродинамика.

7. А. И. Чуличков. Математические методы нелинейной динамики. — М.: Физматлит, 2000. — 296 с.
8. Ахо А., Хопкрофт Д., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы: учеб. пособие. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2007.
9. Кнут Д.Э. Искусство программирования. Том 1: Основные алгоритмы (3е изд, 2007). Том 3: Сортировка и поиск (2-е изд). — М.: Издательский дом «Вильямс».
10. Куроуз Дж., Росс К.. Компьютерные сети, 2-е изд. — СПб.: Питер, 2004 г. — 765 с.
11. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределённого программирования. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003 — 512 с.
12. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++, 2-е издание, пер. с англ., М.: Издательство Бином, СПб.: Невский диалект, 1999 г.
13. Кузнецов С.Д. Основы баз данных: курс лекций: учебное пособие — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2005 — 488 с.
14. В.В.Кириллов. Основы проектирования реляционных баз данных. — ЦИТ (<http://www.citforum.ru/database/dbguide/index.shtml>).
15. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 176 с.