

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(государственный университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

_____ О.А.Горшков

« ____ » _____ 2014 г.

ФАКУЛЬТЕТ АЭРОФИЗИКИ И КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КАФЕДРА СИСТЕМЫ, УСТРОЙСТВА И МЕТОДЫ ГЕОКОСМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ПРОГРАММА

вступительных испытаний поступающих на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальной дисциплине

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

НАПРАВЛЕННОСТЬ:

05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)

Форма проведения вступительных испытаний:

Вступительные испытания проводятся в устной форме. Для подготовки ответов поступающий использует экзаменационные листы.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Кондранин Т.В.
(фамилия)

« ____ » _____ 2014 года.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного экзамена для поступающих в аспирантуру по кафедре Системы, устройства и методы геокосмической физики ФАКИ МФТИ по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) является основным руководящим учебно-методическим документом для подготовки к сдаче вступительного экзамена. Программа включает ключевые положения профилирующих учебных дисциплин, входящих в основные образовательные программы высшего профессионального образования для поступающих в аспирантуру выпускников МФТИ и других вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров, по которым осуществляется обучение в МФТИ, а также для поступающих в аспирантуру выпускников других вузов, по родственным направлениям и специальностям подготовки.

Исходя из содержания образовательного процесса и направлений научных исследований на кафедре СУМГФ и в соответствии с рубрикаторм ВИНТИ, основными отраслями знаний по специальности 05.13.01 являются: космические исследования и информатика. Программа вступительных испытаний включает обязательную и дополнительную части.

Обязательная часть включает основные разделы, предусмотренные паспортом научной специальности 05.13.01. Дополнительная часть программы разработана с учетом ключевых направлений научных исследований, проводимых на кафедре СУМГФ, в рамках которых формируется предполагаемая тема диссертационной работы поступающего в аспирантуру по специальности 05.13.01 и включает разделы специальных дисциплин в соответствии с профилем подготовки бакалавров «Геокосмические информационные системы и управление движением» по направлению 010900 «Прикладные математика и физика» и магистерской программы 010925 – «Космические информационные системы. Связь, навигация и дистанционное зондирование».

С учетом специфики будущей диссертационной работы и на основании рекомендации научного руководителя поступающего в аспирантуру в дополнительной части программы могут быть выделаны разделы (не менее 4-х из 6-ти). Также по рекомендации научного руководителя в дополнительную программу могут быть внесены изменения/или дополнения, которые оформляются и утверждаются заведующим кафедрой СУМГФ, не позднее, чем за месяц до экзамена.

Из содержания выбранных разделов комиссия формирует и заносит в протокол не менее 3-х вопросов (один по обязательной части программы), по которым и проводятся вступительные испытания.

Экзаменующийся обязан продемонстрировать знание теоретического материала по обеим частям программы, а также умение применять теоретический материал для решения типовых задач. Вступительный экзамен проводится по усмотрению назначаемой приказом ректора (проректора по науке) экзаменационной комиссии по билетам или без билетов.

ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРОГРАММЫ

вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру по кафедре Системы, устройства и методы геокосмической физики ФАКИ МФТИ по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (космические исследования и информатика)

1. Общие положения.

1.1. Понятия о системном подходе, системном анализе. Определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, информационные, семантические, теоретико-множественные и др.

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

1.3. Задачи системного анализа. Задачи реконструкции и идентификации. Задачи исследования, прогноза. Задачи упрощения и оптимизации. Задачи управления и планирования.

1.4. Основы математической теории системного анализа. Основные понятия системного проектирования. Жизненный цикл изделия и его критические этапы.

1.5. Принятие решений. Системный взгляд на принятие решений. Структура принятия решений. Классификация принятия решений. Модели и методы принятия решений (ролевая, структурная, информационная, функциональная).

1.6. Основы теории руководства. Современные функции руководства. Современные информационные технологии для руководителя.

1.7. Понятия о криптографических методах защиты информации. Криптографические протоколы и алгоритмы. Основы криптоанализа. Аппаратные средства криптозащиты.

2. Принципы построения и функционирования современных космических информационных систем

2.1. Основные задачи современных КИС (спутниковые системы связи, навигационные системы и информационные системы дистанционного зондирования Земли).

2.2. Спутниковые системы связи.

Физические принципы обеспечения космической связи. Основные элементы бортового и наземного сегментов. Виды орбит космических аппаратов, обеспечивающих спутниковую связь.

2.3. 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.

2.4. 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.

3. Системное проектирование космических информационных систем (КИС).

3.1. Архитектура и иерархия построения КИС. Схема деления. Функциональный анализ и синтез КИС.

3.2. Модульное проектирование. Понятие об устойчивом проектировании. Технологическая готовность.

3.3. Понятия о системных рисках. Принципы и методы обеспечения надежности КИС.

3.4. Валидация и верификация результатов системного проектирования КИС.

3.5. Технологические этапы управления процессом выполнения проектных работ: сетевые графики, контроль исполнения, формы отчетности.

4. Литература к обязательной части программы

4.1. Антонов А.В. Системный анализ. Учебник для вузов. М.: Высшая Школа, 2004. - 454 С.: ил.

4.2. Романов А.А., Романов А.А. Основы космических информационных систем: Учеб. пособие.- М. Радиотехника. 2013. -352 С. ил.

4.3. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М: Техносфера, 2010. - 560 С. ил.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру по кафедре Системы,
устройства и методы геокосмической физики ФАКИ МФТИ
по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации
(космические исследования и информатика)

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 радиояркостная 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 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 прямоугольную волну. 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.

6.4. 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

6.3. 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. в ГИС проектах. Методы и средства векторизации растровых электронных карт.

4. Основная литература к дополнительной программе

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е., Космические системы дистанционного зондирования Земли, М. Изд. А и Б , 1997г.
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 стр.
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. 398с.
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. – 342с.
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.- 224с.

