

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет геодезии и картографии  
(МИИГАиК)



**ПРОГРАММА**

**вступительного экзамена для поступающих на обучение по программам  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Направление подготовки: **05.06.01 «Науки о Земле»**

Профиль подготовки: **«Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия»**

Форма обучения: **очная, заочная**

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

МОСКВА 2017

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 870.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Учёного совета факультета прикладной космонавтики и фотограмметрии от 13.03.2017 г. Протокол № 2.

Декан ФПКиФ



доц., к.т.н. Гаврилова В.В.

## **Введение**

Данная программа предназначена для подготовки к сдаче вступительного экзамена в аспирантуру по направлению 05.06.01 – Науки о Земле (профиль – Аэрокосмические исследования земли, фотограмметрия). Вступительный экзамен в аспирантуру нацелен на определение уровня теоретической подготовки выпускников высших учебных заведений.

Программа включает общие вопросы по следующим дисциплинам: фотограмметрия, аэрокосмические съемки, дешифрирование снимков.

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационные билеты состоят из трех вопросов.

## **Критерии оценки знаний и умений поступающего в аспирантуру**

При принятии экзамена необходимо иметь в виду следующие критерии:

- знание учебного материала предмета (учебной дисциплины);
- наличие аналитического мышления;
- владение категориальным аппаратом;
- общий (культурный) и специальный (профессиональный) язык ответа.

Каждый вопрос вступительного экзамена оценивается Государственной экзаменационной предметной комиссией отдельно, по 100-балльной шкале. Итоговая оценка за вступительный экзамен определяется как среднее арифметическое. Неудовлетворительная оценка за экзамен в целом установлена в диапазоне от 0 до 39.

Баллы %	Критерии выставления оценки
90-100	Оценка ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание источников, понятийного аппарата и умения ими пользоваться при ответе.
78-89	Оценка ставится при достаточно полных и аргументированных ответах на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логичностью, четкостью, знанием понятийного аппарата и литературы по теме вопроса при незначительных упущениях при ответах.
65-77	Оценка ставится за в целом неплохое знание рассматриваемого вопроса, но с заметными ошибками.
52-64	Оценка ставится при неполных и слабо аргументированных ответах, демонстрирующих общее представление и элементарное понимание существа поставленных вопросов, понятийного аппарата и обязательной литературы.
40-51	Оценка ставится за самое общее представление о рассматриваемом вопросе, отвечающее лишь минимальным требованиям.
0-39	Оценка ставится при незнании и непонимании поступающим существа экзаменационных вопросов.

## ПРОГРАММА КУРСА

### АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ

1. Аэрокосмические съемки как комплекс методов и средств дистанционного зондирования

1.1 Аэрокосмические съемки как комплекс методов и средств дистанционного зондирования Земли и планет Солнечной системы. Цели и задачи аэрокосмических съемок в геодезии и исследовании природных ресурсов Земли.

1.2. Основные спектральные диапазоны функционирования аэрокосмических систем ДЗЗ. Классификация методов аэрокосмических съемок: пассивные и активные (полуактивные) методы; фотографические (аналоговые и цифровые) методы, оптико-электронные радиотеплолокационные пассивные, оптико-электронные и радиоэлектронные активные методы.

2. Распространение и взаимодействие излучения с окружающей средой

2.1. Излучательные характеристики природных объектов. Излучение Солнца. Отраженное и собственное излучение объектов. Параметры и характеристики собственного излучения объектов – законы Кирхгофа, Планка, Вина и Стефана-Больцмана. Распространение излучения и взаимодействие излучения с окружающей средой. Прохождение солнечного, отраженного, собственного и зондирующего излучения сквозь атмосферу: общие характеристики влияния атмосферы; состав атмосферы и ее модели; поглощение и излучение атмосферой; рассеяние излучение в атмосфере. Передаточная характеристика атмосферы.

2.2. Модель входных сигналов в частотной и пространственной области. Энергетические, фотометрические и пространственные параметры и характеристики входных данных об исходящем излучении природных и антропогенных объектов. Информационные характеристики сигналов.

3. Методы, средства и компоненты получения информации о природных объектах при дистанционном зондировании

3.1. Аэрофотосъемочный комплекс, состав, основные компоненты. Оптический канал съемочного комплекса (объектив, светофильтр, иллюминатор). Основные типы, конструкция и параметры объективов. Требования к абберационным параметрам объективов. ФПМ объектива, ФПМ оптического канала съемочной системы. Ортоскопия объектива, калибровка и получение элементов внутреннего ориентирования системы.

3.2. Панхроматические, спектрзональные и многозональные фотографические и оптико-электронные системы самолетного и космического базирования. Системы видимого и ближнего инфракрасного диапазона. Методы и способы сканирования: механические, оптико-механические фотоэлектронные и электрооптические сканирующие системы. Параметры и характеристики сканирующих систем. Оптико-электронные многоканальные сканирующие съемочные системы, их классификация, принципы устройства. Параметры и характеристики оптико-электронных сканирующих систем. Многоспектральные (гиперспектральные) сканирующие съемочные системы. Гиперспектральные сканерные системы самолетного и космического базирования.

4. Современные и перспективные методы дистанционного зондирования Земли и планет.

4.1. Системы и аппаратура дистанционного зондирования дальнего ИК-диапазона - тепловизоры. Формирование температурного поля (поля ИК излучения) объектами земной поверхности. Влияние различных факторов на характер температурного поля (тепловая

инерция, альbedo, турбулентный обмен с атмосферным воздухом, влажность, микро- и макрорельеф поверхности, растительность).

4.2. Активные методы аэрокосмических съемок. Лидарная (лазерная) съемка земной поверхности. Принципы лазерного сканирования земной поверхности. Особенности ограничения метода, преимущества и недостатки.

4.3. Системы и аппаратура дистанционного зондирования радио (СВЧ) диапазона: панорамные радиолокаторы, радиолокационные системы (РЛС) бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой, скаттерометры, радиовысотометры. Принципы построения РЛС обзора земной поверхности для ДЗЗ и картографирования.

4.4. РЛС бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой (РСА). Принципы построения изображения РСА, обработка сигналов в РСА. Разрешающая способность изображений, получаемых РСА.

## 5. Основы навигации съемочных систем космических летательных аппаратов

5.1. Основные системы пространственно-временных координат, используемых в АКС и астронавигации. Элементы небесной сферы. Формулы связи координат в различных системах. Системы измерения времени в астрономии и космической навигации. Принципы измерения времени. Звездное, солнечное и местное время, их связь с долготой места.

5.2. Траектории движения КЛА. Управляемое движение воздушного летательного аппарата по трассе. Математическая модель невозмущенного движения КЛА. Кеплеровы элементы невозмущенного движения. Эллиптическое движение. Типы орбит КЛА (круговые, эллиптические, параболические и гиперболические). Общая характеристика возмущенного и невозмущенного движения, вековые и периодические возмущающие факторы, и их учет при расчетах эфемерид орбиты КЛА. Основные параметры орбит КЛА.

5.3. Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач ДЗЗ. Кратные геосинхронные орбиты, солнечно-синхронные орбиты. Освещенность территории при космических съемках. Закономерности изменения освещенности по трассе полета КЛА.

6. Методы описания, оценки и прогнозирования качества аэрокосмических снимков.

6.1. Многомерный статистический анализ изображений. Статистические параметры многоканальных изображений. Многомерная диаграмма рассеяния. Статистическая оценка качества изображения. Контрастность изображения. Коэффициент модуляции. Отношение сигнал/шум.

6.2. Улучшение визуального восприятия аэрокосмической информации. Контрастные преобразования аэрокосмических снимков. Линейные методы увеличения контраста. Нелинейные методы увеличения контраста. Нормальное растяжение.

6.3. Пространственный статистический анализ данных ДЗЗ. Спектральный анализ аэрокосмических изображений.

## **ФОТОГРАММЕТРИЯ**

### 1. Введение

Фотограмметрия и области ее применения.

Краткий обзор истории фотограмметрии. Роль российских ученых и инженеров в развитии фотограмметрии.

### 2. Геометрические и физические свойства снимка

Принципиальная схема построения изображения методом центрального

проектирования. Элементы центральной проекции. Свойства снимка, полученного методом центрального проектирования.

### 3. Теория одиночного снимка

Системы координат, применяемые в фотограмметрии. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования снимка. Формулы связи координат соответственных точек снимка и местности. Формулы связи координат соответственных точек на наклонном и горизонтальном снимках, полученных из одной точки фотографирования. Смещение точек горизонтального снимка из-за рельефа местности. Определение элементов ориентирования снимка по опорным точкам.

### 4. Теория пары снимков

Бинокулярное зрение. Методы стереоскопического наблюдения и измерения снимков. Координаты и параллаксы соответственных точек на стереопаре снимков. Формулы связи координат точек местности и координат их изображений на паре снимков. Определение координат точек местности по паре снимков методом двойной обратной фотограмметрической модели. Условие, уравнения и элементы взаимного ориентирования снимков. Определение элементов взаимного ориентирования. Построение фотограмметрической модели. Внешнее ориентирование модели. Элементы внешнего ориентирования модели. Определение элементов внешнего ориентирования модели и элементов внешнего ориентирования снимков пары по опорным точкам. Точность определения координат точек местности по паре снимков.

### 5. Пространственная аналитическая фототриангуляция

Назначение и классификация методов аналитической пространственной фототриангуляции. Теория маршрутной и блочной пространственной фототриангуляции методом независимых моделей. Теория маршрутной и блочной пространственной фототриангуляции методом связей. Фототриангуляция с самокалибровкой. Технологии построения сетей аналитической фототриангуляции.

### 6. Автоматизация фотограмметрических измерений

Корреляционный метод измерений соответственных точек на паре снимков. Проблемы автоматического стереоотождествления одноименных точек. Вычисление градиента изображения. Методы, позволяющие сузить область поиска соответственных точек на смежных снимках (пирамида изображений, базисные линии). Автоматизированные методы монокулярных измерений (центр тяжести, уравнение фигуры, метод корреляции).

### 7. Трансформирование снимков

Назначение и методы трансформирования снимков. Цифровое ортофототрансформирование снимков. Сканеры и методы их фотограмметрической калибровки. Цифровое ортофототрансформирование снимков с изображением искусственных сооружений. Цифровое ортофототрансформирование снимков с использованием цифровой модели поверхности. Создание фотопланов по трансформированным снимкам. Оценка точности цифровых трансформированных фотоснимков и фотопланов.

### 8. Наземная фотограмметрия

Области применения наземной фотограмметрии. Съёмочные камеры, применяемые в наземной фотограмметрии. Фотограмметрическая калибровка цифровых съёмочных камер. Основные случаи стереофотограмметрической съёмки. Особенности фотограмметрической обработки одиночных и стереопар наземных снимков. Точность

наземной стереофотограмметрической съёмки. Принцип формирования дискретной трехмерной модели объекта съёмки наземным лазерным сканером. Внешнее ориентирование трехмерной модели по опорным точкам. Объединение и внешнее ориентирование отдельных дискретных моделей в общую модель объекта. Подвижные сканерные системы. Создание 3D моделей объекта по материалам наземного лазерного сканирования.

9. Фотограмметрическая обработка снимков, получаемых съёмочными системами дистанционного зондирования

Классификация съёмочных систем дистанционного зондирования. Принцип формирования изображения с помощью оптико-электронной сканерной съёмочной системы. Принцип формирования изображения с помощью оптико-механической сканерной съёмочной системы. Системы координат сканерных снимков. Методы получения стереопар сканерных изображений. Математическая модель сканерных изображений. Определение координат точек местности по одиночному сканерному изображению. Определение координат точек объекта по стереопаре сканерных снимков. Принцип действия лазерно-локационных съёмочных систем. Принцип формирования радиолокационных изображений. Определение координат точек объекта по одиночному радиолокационному изображению. Определение координат точек объекта по стереопаре радиолокационных изображений. Ортофототрансформирование изображений, полученных с помощью сканерных съёмочных систем.

## **ДЕШИФРИРОВАНИЕ СНИМКОВ**

1. Методы дешифрирования аэрокосмических изображений.
2. Оптическая характеристика земной поверхности.
3. Выбор оптимальных параметров аэрокосмосъёмки для различных видов тематического дешифрирования.
4. Определение количественных характеристик объектов при топографическом дешифрировании.
5. Дешифрирование при обновлении топографических карт.
6. Система прямых, косвенных и комплексных признаков дешифрирования.
7. Сравнительный анализ информационной емкости различных видов аэрокосмических изображений земной поверхности.
8. Особенности дешифрирования растительного покрова на аэрокосмических изображениях разных видов.
9. Особенности дешифрирования почвенного покрова на аэрокосмических изображениях разных видов и выявления нарушенных земель.
10. Особенности отображения рельефа на аэрокосмических изображениях разных видов и радиолокационных снимках.
11. Основы индикационного и ландшафтного дешифрирования аэрокосмических изображений разных видов.
12. Геологическое дешифрирование аэрокосмических изображений разных видов.
13. Геоморфологическое дешифрирование аэрокосмических изображений разных видов.
14. Экологическое дешифрирование аэрокосмических изображений разных видов.
15. Проблема полной и частичной автоматизации дешифрирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов А.П., Чибуничев А.Г. Фотограмметрия. Учебник для вузов. Изд-во МИИГАиК, 2016. 294 с.
2. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. -М.: ЦНИИГАиК, 2002. -100 с.
3. Середович В.А., Комисаров Д.В., Комиссаров Т.А., Широкова Т.А. Наземное лазерное сканирование. Новосибирск. СГГА, 2009 – 261с.
4. Энциклопедия «Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр (под общей редакцией А.В.Бородко и В.П.Савиных), Москва, Геодезкартиздат, 2008
5. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования / пер. с англ. М.Б.Кауфмана, А.А.Кузьмичевой. – 2-е изд. – М.: Техносфера, 2006. - 336 с.
6. Савиных В.П., Соломатин В.А. Оптико-электронные системы дистанционного зондирования: учебник. - М.: Машиностроение, 2014. - 432 с.
7. Стеценко А.Ф. Техническое проектирование АФС работ. Учеб. пособие, М.: изд-во МИИГАиК, 2006. - 36 с
8. Севастьянова М.Н., Серебряков С.А. Техника и технология аэрокосмической съемки: Цифровые аэрофотоаппараты. Учеб. пособие, М.: изд-во МИИГАиК, 2015. - 56
9. Аковецкий В.И. Дешифрирование снимков- М., Недра, 1983г.