

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт космических исследований Российской академии наук  
(ИКИ РАН)**

**ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

кандидатского экзамена по специальности

**1.6.19 «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия»**  
по физико-математическим, географическим и техническим наукам

## **Введение**

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: аэрокосмические съемки; фотограмметрия; дешифрирование; экономика и организация топографо-геодезического производства.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Минобразования России по строительству и архитектуре при участии Московского государственного университета геодезии и картографии и Головного совета Минобразования России по картографо-геодезическим наукам.

### **1. Аэрокосмические съемки**

Предмет и основные задачи аэрокосмической съемки (АКС), фотограмметрии, дешифрирование аэрофотоизображений в их историческом развитии. Аэрофотография.

Основы фотографической метрологии.

Интегральная и спектральная сенситометрии. Фотографическая структурметрия: разрешающая способность фотоматериалов, функция передачи модуляции, зернистость, пограничная кривая. Оценка качества фотографического изображения, процессов экспонирования и проявления негативных фотоматериалов.

Основы цветной фотографии и аэрофотографии.

Основные сведения по цветоведению: характеристика цвета, аддитивный и субтрактивный методы получения цвета. Строение цветных и спектральных аэрофотоплёнок. Интегральная и спектральная светочувствительность, разрешающая способность и функция передачи модуляции. Химико-фотографическая обработка цветных негативов и позитивов фотоматериалов. Сущность коррекции при печати.

Основы теории экспонирования при аэрофотографировании. Экспонетрические формулы. Методы автоматического регулирования экспозиции.

Блок-схема аэрофотоаппарата (АФА). Классификация АФА. Современные отечественные и зарубежные аэрофотоаппараты и перспективы их совершенствования. Требования к топографическим АФА.

Атмосфера и ее строение.

Передаточные характеристики рассеивающей атмосферы. Влияние атмосферы на оптические характеристики ландшафта и разрешающую способность аэрофотоизображения. Зависимость контраста изображения от параметров атмосферы. Яркостные характеристики ландшафта. Спектральные приборы и их классификация. Особенности спектральных измерений. Факторы, влияющие на точность определения результатов спектрометрирования.

Аэрофотозатворы и кассеты АФА.

Теория аэрофотозатворов. Искажение изображения шторно-щелевым затвором. Методы выравнивания аэрофильма и контроль выравнивания.

Ограничение светового потока в оптической системе, энергетические соотношения в оптических системах АФА. Ортоскопия оптической системы. Функция передачи модуляции аэрофотографической системы. Разрешающая способность фотографического изображения и методы ее определения. Элементы внутреннего ориентирования АФА. Методы калибровки фотографических камер. Калибровка снимков по точкам испытательного полигона и снимкам звезд.

Вибрация аэрофотоаппаратов и ее влияние на качество аэрофотоизображения. Стабилизация АФА на носителе. Основные типы аэрофотоустановок и их характеристики. Сдвиг оптического изображения и методы его компенсации.

Радиовысотомеры, доплеровский измеритель скорости и сноса. Спутниковые системы навигации.

Специальные виды аэрокосмических съемок.

Принцип панорамного фотографирования. Устройство панорамных АФА. Многозональная съемка. Принцип выбора спектральных каналов. Требования к многозональным фотокамерам. Инфракрасные методы съемки. Основы тепловой съемки, устройство тепловых съемочных систем. Радиолокационный принцип получения изображения местности. Классификация и принцип работы бортовых радиолокационных станций. РЛС бокового обзора. Телевизионные методы зондирования, их классификация. Общая характеристика телевизионных систем зондирования. Особенности ТВ систем для ИПР.

*Геометрические параметры АКС.*

Основные принципы организации и проектирования АФС. Геометрические и навигационные параметры аэросъемочного полета и точность их выдерживания. Требования к фотограмметрическому качеству летно-съемочного материала.

Параметры траектории движения КЛА.

Элементы орбиты. Трасса КЛА, ее определение и географическое представление. Расчет освещенности по трассе КЛА и решение экспониметрической задачи при космической съемке. Геометрические параметры космической фотосъемки. Масштаб космических снимков.

## **2. Фотограмметрия**

### *Введение.*

Фотограмметрия и области ее применения.

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

## *Теоретические основы фотограмметрии.*

### *Геометрические и физические свойства снимка.*

Принципиальная схема построения изображения методом центрального проектирования. Элементы центральной проекции, и ее свойства. Физические свойства снимка, полученного методом центрального проектирования. Методы учёта искажений центральной проекции.

### *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. Масштабы снимка. Смещения точек горизонтального снимка из-за рельефа местности. Определение элементов ориентирования снимка по опорным точкам.

### *Теория пары снимков.*

Бинокулярное зрение. Методы стереоскопического наблюдения и измерения снимков. Свойства стереоскопической модели. 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.

*Трансформирование снимков.*

Назначение и методы трансформирования снимков. Цифровое трансформирование снимков. Сканеры и методы их фотограмметрической калибровки. Системы координат цифровых снимков. Интерактивные и автоматизированные методы измерения координат точек на цифровых снимках. Использование цифровых моделей рельефа при цифровом трансформировании. Оптико-механическое трансформирование снимков. Создание фотопланов по трансформированным снимкам (фотографическим и цифровым). Особенности трансформирования космических кадровых фотоснимков.

*Стереофотограмметрические системы.*

Назначение и классификация стереофотограмметрических систем. Стереоскопические системы. Цифровые и аналитические стереофотограмметрические системы. Алгоритмы и методы выполнения процессов внутреннего и взаимного ориентирования снимков, построения и внешнего ориентирования фотограмметрической модели на цифровых и аналитических стереофотограмметрических снимках. Фотограмметрическая калибровка и исследование стереофотограмметрических систем.

Методы автоматической идентификации соответственных точек на стереопаре снимков на цифровых стереофотограмметрических системах.

*Пространственная аналитическая фототриангуляция.*

Назначение и классификация методов аналитической пространственной фототриангуляции. Теория маршрутной и блочной пространственной фототриангуляции. Методы исключения систематических ошибок снимка при построении пространственной фототриангуляции. Точность пространственной фототриангуляции. Особенности построения сетей пространственной фототриангуляции с использованием координат

центров проекций, определенных с помощью систем GPS. Технологии построения сетей аналитической фототриангуляции.

*Наземная фотограмметрия.*

Фото и цифровые съёмочные камеры, применяемые в наземной фотограмметрии. Основные случаи стереофотограмметрической съёмки. Особенности фотограмметрической обработки одиночных и стереопар наземных снимков. Использование известных значений элементов внешнего ориентирования и других опорных данных при фотограмметрической обработке наземных снимков.

Выбор оптимальных параметров наземной стереофотограмметрической съёмки. Точность наземной стереофотограмметрической съёмки.

Особенности фотограмметрической обработки наземных снимков, полученных неметрическими (любительскими) съёмочными камерами.

Фотограмметрическая калибровка съёмочных камер.

Фотограмметрические и стереофотограмметрические методы наземной съёмки статических и динамических объектов. Применение методов наземной фотограмметрии в топографии, промышленности, архитектуре, криминалистике, медицине и других областях.

*Фотограмметрическая обработка снимков, получаемых съёмочными системами дистанционного зондирования.*

Классификация съёмочных систем дистанционного зондирования.

Системы координат сканерных съёмочных систем: панорамных и щелевых АФА, оптико-механических и оптико-электронных сканеров, радиолокационных систем бокового обзора. Системы координат сканерных снимков. Элементы внешнего ориентирования сканерных съёмочных систем.

Определение координат точек объектов по одиночным сканерным снимкам.

Методы получения стереопар сканерных снимков.

Определение координат точек объектов по стереопарам сканерных снимков.

Особенности трансформирования сканерных снимков.

### ***Методы создания и обновления топографических карт и планов.***

*Методы создания оригинала топографической карты и плана.*

Комбинированный метод создания составительского оригинала. Технологические схемы создания оригинала. Планирование полевых и камеральных работ, содержание работ. Допуски.

Стереотопографический метод создания оригинала топографической карты и плана. Технологические схемы создания оригинала стереотопографическим методом. Содержание полевых и камеральных работ. Допуски. Расчет и оценка точности выполнения отдельных процессов и точности созданного оригинала.

Особенности выполнения фототопографических работ при обработке космических фотоснимков.

*Обновление топографических карт.*

Обновление карты как процесс приведения содержания карты в соответствие изменениям местности, нормативным документам и геодезическим параметрам. Оценка точности и правильности обновляемого оригинала. Определение степени несоответствия содержания карты и местности.

Методы обновления оригиналов топографических карт по фотоснимкам. Технологические схемы обновления аналогового оригинала, их обоснование. Содержание полевых и камеральных работ. Априорные

расчеты и оценка точности выполнения отдельных процессов и оригинала обновления в целом.

*Создание и обновление цифровых документов о местности.*

Информационные системы и базы данных, идеология их построения. Геоинформационные и земельные системы, их фотограмметрическое обеспечение и применение.

Виды цифровой топографической продукции (цифровые и электронные карты, ортофотопланы, перспективы и другие). Представление, преобразование, хранение и отображение топографической информации. Основные форматы данных.

Особенности создания и обновления цифровых карт (планов) и других документов о местности.

### **3. Дешифрирование снимков**

Виды, методы и способы дешифрирования аэрокосмических изображений.

Информационные возможности аэрокосмических изображений.

Методы визуального дешифрирования. Визуальные дешифровочные признаки.

Тематическое дешифрирование. Спектральные характеристики растительности, почв и горных пород.

Обоснование оптимального выбора спектральных диапазонов для различных видов тематического дешифрирования.

Автоматизированное дешифрирование. Контролируемое (supervized) цифровое дешифрирование изображений и неконтролируемое (unsupervized).

Предварительная цифровая обработка изображений. Методы сглаживания изображений.

Методы получения изображений с контрастированными границами.

Методы цифрового дешифрирования изображений на основе разметки точек изображения.

Методы цифрового дешифрирования изображений на основе выделения границ однородных областей.

Линиаментный анализ и его применение в геологическом дешифрировании.

Особенности дешифрирования радиолокационных, тепловых и лазерных изображений.

#### **4. Экономика и организация топографо-геодезического производства**

Проектирование, организация и исполнение геодезических, фотограмметрических и картографических работ. Федеральная служба геодезии и картографии РФ. Эффективность научных разработок и новых технологий в аэрофотогеодезическом производстве.

#### **Основная литература**

1. Аковецкий В.И. Дешифрирование снимков. Учебник для вузов. М., Недра, 1983.
2. Буров М.И., Краснопевцев Б.В., Михайлов А.П. Практикум по фотограмметрии. – М., Недра, 1987.
3. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен: Пер. с англ./Под ред. В.Л. Стефанюка., М., Мир, 1976.
4. Кронберг П. „Дистанционное изучение Земли”, М., Мир, 1988.
5. Лобанов А.К. Фотограмметрия. – М., Недра, 1984.
6. Павлидис Т., Алгоритмы машинной графики и обработки изображений, М., Радио и связь, 1986.
7. Савиных В.П. и др. Аэрокосмическая фотосъемка. М.: Геодезиздат, 1997.

8. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. // М.: Мир. 1978, 413с.
9. Тюфлин Ю.С. Космическая фотограмметрия при изучении планет и спутников. – М., Недра, 1986.
10. Урмаев М.С. Космическая фотограмметрия. М.: Недра, 1989.

### **Дополнительная литература**

11. Киенко Ю. П. Введение в космическое природоведение. Москва, "Картгеоцентр" — "Геодезидат", 1994 г
12. Лобанов А.К., Журкин И.Г. Автоматизация фотограмметрических процессов. – М., Недра, 1980.
13. Основные положения по созданию топографических карт масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000.- М.:РИО ВТС,1984.
14. Фомин Я.А., Тарловский Г. Р. Статистическая теория распознавания образов. // М.: Радио и связь. 1986, 185 с.
15. Периодические издания по вопросам геодезии, картографии, аэрофотосъемки, фотограмметрии, фототопографии.