

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Дистанционное зондирование и фотограмметрия Б1.Б.14

Направление подготовки: 21.03.03 - Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль подготовки: Космическая геодезия и навигация

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Безменов В.М. , Шпекин М.И.

**Рецензент(ы):**

Савельев А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г

Регистрационный № 667017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Безменов В.М. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии , [Vladimir.Bezmenov@kpfu.ru](mailto:Vladimir.Bezmenov@kpfu.ru) ; доцент, к.н. (доцент) Шпекин М.И. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии , [Michael.Shpekin@kpfu.ru](mailto:Michael.Shpekin@kpfu.ru)

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Дистанционное зондирование и фотограмметрия" является формирование профессиональных компетенций, обеспечивающих будущим специалистам знание:

1. современных средств и методов выполнения аэрокосмических съемок, особенностей планирования и выполнения аэрокосмических съемок для решения различных задач;
2. основ теории, методов и технологий фотограмметрической обработки аэрокосмических и наземных снимков для создания и обновления топографических, тематических карт, а также решения задач в различных областях науки и производства;
3. теоретических основ и методических приемов дешифрирования природных и социально-экономических объектов на аэро и космических снимках, технологий топографического дешифрирования снимков и правил оформления результатов дешифрирования.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.14 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3, 4 курсах, 5, 6, 7, 8 семестры.

Данная учебная дисциплина входит в раздел "Б.3. Профессиональный цикл. Базовая (общепрофессиональная) часть" ФГОС ВПО и ПрООП по направлению подготовки "Геодезия и дистанционное зондирование". Изучение дисциплины базируется на курсах цикла естественнонаучных дисциплин (Б2), входящих в модули Математика и Физика, Геоморфология и Оптика, а также на курсах профессионального цикла Геодезия, Теория математической обработки измерений. "Фотограмметрия и дистанционное зондирование" является основной профилирующей дисциплиной по направлению подготовки "Геодезия и дистанционное зондирование".

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять основные технологические процессы получения наземной и аэрокосмической пространственной информации о состоянии окружающей среды, использовать материалы дистанционного зондирования и геоинформационные технологии при моделировании и интерпретации результатов изучения природных ресурсов

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способностью к созданию цифровых моделей местности и других объектов, в том числе по результатам наземной фотограмметрической съемке и лазерному сканированию и к активному использованию инфраструктуры геопространственных данных
ПК-12 (профессиональные компетенции)	готовностью к проектированию и производству топографо-геодезических и аэрофотосъемочных работ при изысканиях объектов строительства и изучении природных ресурсов
ПК-5 (профессиональные компетенции)	готовностью к выполнению специализированных инженерно-геодезических, аэрофотосъемочных и фотограмметрических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов разного назначения (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовностью к работам по топографо-геодезическому обеспечению кадастра территорий и землеустройства, созданию оригиналов кадастровых карт и планов, других графических материалов
ПК-27 (профессиональные компетенции)	способностью к изучению экологического состояния территории Российской Федерации и ее отдельных регионов с использованием материалов дистанционного зондирования
ПК-28 (профессиональные компетенции)	способностью к использованию материалов дистанционного зондирования и ГИС-технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

1. принципы устройства и работы съемочных систем дистанционного зондирования;
2. методы и технологии выполнения аэрокосмических съемок;
3. факторы, влияющие на качество изображений, и методы оценки качества изображений, получаемых съемочными системами дистанционного зондирования;
4. дешифровочные признаки природных и антропогенных объектов;
5. методы и технологии топографического дешифрирования аэрокосмических снимков при создании и обновлении карт различного назначения;
6. основы теории фотограмметрии;
7. основные методы и системы, используемые для фотограмметрической обработки снимков;
8. основные технологии создания и обновления топографических карт и планов, тематических карт фотограмметическими методами;
9. особенности использования фотограмметрических методов при решении не топографических задач в различных областях науки и техники.

2. должен уметь:

1. обосновывать оптимальные варианты технологий создания и обновления топографических планов и карт, тематических карт различного назначения фотограмметическими методами;
2. выполнять комплекс работ по дешифрированию аэрокосмических снимков;

3. выполнять проектирование комплекса работ по наземной фотограмметрической съемке и наземному лазерному сканированию;
4. выполнять обработку материалов аэрокосмических съемок, необходимых для составления карт различного назначения;

3. должен владеть:

1. основными навыками анализа и оценки качества изображений, получаемых съемочными системами дистанционного зондирования;
2. навыками дешифрирования природных и антропогенных объектов;
3. основными навыками работы на цифровых фотограмметрических системах, выполняемых при создании и обновлении топографических карт и планов;
4. основными навыками работы с наземными съемочными камерами и наземными лазерными съемочными системами.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

1. к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке задачи и выбору путей её решения;
2. выполнять комплекс работ по дешифрованию видеоинформации, аэрокосмических и наземных снимков, по созданию и обновлению топографических карт по воздушным, космическим и наземным снимкам фотограмметрическими методами;
3. к тестированию, исследованию, поверкам и юстировке, эксплуатации геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъемочного оборудования;
4. к изучению экологического состояния территории Российской Федерации и ее отдельных регионов с использованием материалов дистанционного зондирования.

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных(ые) единиц(ы) 396 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; зачет в 6 семестре; экзамен в 7 семестре; зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);  
54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Предмет и задачи фотограмметрии.	5	1	2	0	0	Презентация
2.	Тема 2. Аэрофотосъёмка местности. Наземная фотосъемка.	5	2-3	4	2	0	Презентация
3.	Тема 3. Обработка одиночного снимка. Элементы ориентирования снимка.	5	4-5	4	2	0	Презентация
4.	Тема 4. Определение пространственных координат точки объекта по координатам её изображения на снимке.	5	6-7	4	4	0	Презентация
5.	Тема 5. Связь координат изображения точки с ее пространственными координатами. Влияние на формирование изображения рельефа местности.	5	8-9	2	2	0	Презентация
6.	Тема 6. Обработка пары снимков. Элементы внешнего ориентирования пары снимков.	5	10-11	4	4	0	Презентация
7.	Тема 7. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.	5	12-13	4	4	0	Презентация
8.	Тема 8. Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей.	5	14-15	4	0	0	Презентация
9.	Тема 9. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции.	5	16-17	6	0	0	Презентация
10.	Тема 10. Трансформирование аэроснимков.	5	18	2	0	0	Презентация
11.	Тема 11. Обработка снимков (изображений), полученных неметрическими съёмочными камерами.	6	1-2	4	4	0	Устный опрос
12.	Тема 12. Дешифрирование изображений.	6	3-4	2	6	0	Устный опрос
13.	Тема 13. Наземное и воздушное лазерное сканирование.	6	5-6	2	6	0	Презентация

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
14.	Тема 14. Космическая фотосъемка Земли, планет и их спутников.	6	7-8	2	0	0	Презентация
15.	Тема 15. Координатно-временная привязка точек, дешифрируемых на космических снимках.	6	9-11	2	6	0	Презентация
16.	Тема 16. Построение опорных сетей на планетах и спутниках.	6	12-13	2	6	0	Презентация
17.	Тема 17. Изучение материалов аэросъемки.	7	1-3	6	6	0	Письменная работа
18.	Тема 18. Обработка аэрронимков: составление фотосхемы.	7	4-6	10	6	0	Письменная работа
19.	Тема 19. Обработка аэрронимков: создание ортофотоплана.	7	7-15	10	14	0	Реферат
20.	Тема 20. Физические основы дистанционного зондирования Земли.	8	1-3	4	6	0	Реферат
21.	Тема 21. Интерпретация данных дистанционного зондирования земли.	8	4-8	5	10	0	Письменная работа
22.	Тема 22. Тематическая классификация.	8	9-14	4	10	0	Письменная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			89	98	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Предмет и задачи фотограмметрии.

##### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Предмет и основные задачи фотограмметрии. Связь фотограмметрии с другими дисциплинами. История развития мировой и отечественной фотограмметрии. Принципиальная схема фотокамеры. Фотограмметрические характеристики оптической системы.

##### Тема 2. Аэрофотосъёмка местности. Наземная фотосъемка.

##### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Аэрофотосъёмочные работы. Требования к аэросъёмочным работам. Влияние факторов полета самолета на качество съемки. Наземная фотосъемка, задачи решаемые наземной фотосъемкой. Современные аэросъёмочные системы, технические средства для наземной фотосъемки.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Основные параметры аэрофотосъёмки и их определение.

**Тема 3. Обработка одиночного снимка. Элементы ориентирования снимка.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Понятия об аналоговом и цифровом снимках и их основных характеристиках. Системы координат, применяемые в фотограмметрии. Элементы внутреннего ориентирования снимка. Принципы определения элементов внутреннего ориентирования. Элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков. Элементы внешнего ориентирования наземных снимков. Принципы определения элементов внешнего ориентирования.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Определение элементов внутреннего ориентирования снимка, элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков, элементов внешнего ориентирования наземных снимков.

**Тема 4. Определение пространственных координат точки объекта по координатам её изображения на снимке.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Зависимость между пространственными координатами точки объекта и координатами её изображения на аэроснимке. Зависимость между пространственными координатами точки объекта и координатами её изображения на наземном снимке. Особенности обработки одиночного снимка. Масштаб снимка.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Обработка одиночного снимка. Определение масштаба снимка.

**Тема 5. Связь координат изображения точки с ее пространственными координатами.**

**Влияние на формирование изображения рельефа местности.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Зависимость между координатами изображения точки снимка и координатами точки объекта - уравнение коллинеарности. Влияние рельефа местности на координаты изображения.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Определение зависимости между пространственными координатами точки объекта и координатами её изображения на снимке. Прямая фотограмметрическая засечка.

**Тема 6. Обработка пары снимков. Элементы внешнего ориентирования пары снимков.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Теория пары снимков. Элементы внешнего ориентирования пары снимков. Продольный и поперечный параллаксы. Связь между координатами точки местности и координатами ее изображений на стереопаре. Основные случаи наземной стереосъемки

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Построение по паре снимков связок проектирующих лучей и модели местности. Определение элементов внешнего ориентирования пары снимков.

**Тема 7. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Понятие о стереопаре. Системы элементов взаимного ориентирования пары снимков.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Определение элементов взаимного ориентирования снимков.

**Тема 8. Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей. Структура системы нормальных уравнений. Двойная обратная фотограмметрическая засечка. Деформации моделей.

**Тема 9. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Способ связок. Структура системы нормальных уравнений. Учет не фотограмметрических бортовых измерений. Оптимальный алгоритм решения системы нормальных уравнений.

**Тема 10. Трансформирование аэроснимков.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Аналитическое трансформирование снимка. Трансформирование цифровых снимков.

**Тема 11. Обработка снимков (изображений), полученных неметрическими съемочными камерами.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Неметрические съемочные системы (камеры), не метрические снимки. Принципы обработки неметрических снимков. Методы проективной геометрии, использование проективных координат.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Обработка неметрических снимков

**Тема 12. Дешифрирование изображений.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Дешифрирование аэрофотоснимков. Полевое и камеральное дешифрирование. Признаки дешифрирования.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Выполнение дешифрирования аэрофотоснимков.

**Тема 13. Наземное и воздушное лазерное сканирование.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Физические основы лазерной локации. Лазерно-локационные данные и их информационные характеристики. Инструментальные средства лазерной локации. Наземные лазерные сканеры. Воздушная лазерно-локационная съемка. Навигационное обеспечение лазерной локации. Современные методы обработки данных лазерного сканирования.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Изучение современных методов обработки данных лазерного сканирования.

**Тема 14. Космическая фотосъемка Земли, планет и их спутников.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Космическая фотосъемка. Задачи космической фотограмметрии. Системы координат, применяемые космической фотограмметрии. Принципы космической съемки. Состав оборудования искусственного спутника Земли (ИСЗ) и космического аппарата (КА), предназначенных для космической съемки.

**Тема 15. Координатно-временная привязка точек, дешифрируемых на космических снимках.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Фундаментальное уравнение космической фотограмметрии.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Определение спутниково-центрического направления на точку поверхности планеты. Определение гринвичских координат определяемой точки.

**Тема 16. Построение опорных сетей на планетах и спутниках.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Условия построения опорных сетей на планетах и спутниках. Опорные сети на планетах и спутниках.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Построение космической фототриангуляции с одновременным уточнением орбитальных навигационных параметров КА, ИСЗ.

**Тема 17. Изучение материалов аэросъемки.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Неметрические съёмочные камеры, неметрические снимки.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Построение топографических планов и карт по материалам аэрофотосъемки

**Тема 18. Обработка аэрронимков: составление фотосхемы.**

**лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Составление фотосхемы

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Обработка аэрофотоснимков

**Тема 19. Обработка аэрронимков: создание ортофотоплана.**

**лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Основы дистанционного зондирования Земли: интерпретация снимков, спектральные диапазоны съемки. Спектральные образцы объектов. Системы дистанционного зондирования. Системы отображения снимков. Системы обработки данных.

**практическое занятие (14 часа(ов)):**

Обработка аэрофотоснимков в ПО Фотомод

**Тема 20. Физические основы дистанционного зондирования Земли.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Дистанционное зондирование Земли. Спектральные образы объектов. Системы дистанционного зондирования.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Системы отображения снимков. Системы обработки данных.

**Тема 21. Интерпретация данных дистанционного зондирования земли.**

**лекционное занятие (5 часа(ов)):**

Видимый и коротковолновый диапазон спектра. Средний и тепловой инфракрасные диапазоны спектра.

**практическое занятие (10 часа(ов)):**

Общая модель датчика, разрешение. Пространственный отклик. спектральный отклик. Геометрические искажения. Модели данных.

**Тема 22. Тематическая классификация.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Процесс классификации. Выделение признаков. Обучение классификаторов. Параметрическая и непараметрическая классификация. Пространственно-спектральная сегментация.

**практическое занятие (10 часа(ов)):**

Анализ подпикселлов. Анализ гиперспектрального изображения.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Предмет и задачи фотограмметрии.	5	1	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	2	презен-тация
2.	Тема 2. Аэрофотосъёмка местности. Наземная фотосъемка.	5	2-3	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	2	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Обработка одиночного снимка. Элементы ориентирования снимка.	5	4-5	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	2	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Определение пространственных координат точки объекта по координатам её изображения на снимке.	5	6-7	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	4	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Связь координат изображения точки с ее пространственными координатами. Влияние на формирование изображения рельефа местности.	5	8-9	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	3	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Обработка пары снимков. Элементы внешнего ориентирования пары снимков.	5	10-11	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	2	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.	5	12-13	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	4	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей.	5	14-15	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	2	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции.	5	16-17	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	4	презен-тация
10.	Тема 10. Трансформировани¤ аэроснимков.		18	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	2	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
11.	Тема 11. Обработка снимков (изображений), полученных неметрическими съёмочными камерами.	6	1-2	Внеаудиторная выполнение лабораторной работы.	4	устный опрос
12.	Тема 12. Дешифрирование изображений.	6	3-4	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	4	устный опрос
13.	Тема 13. Наземное и воздушное лазерное сканирование.	6	5-6	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	4	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
14.	Тема 14. Космическая фотосъемка Земли, планет и их спутников.	6	7-8	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	6	презен-тация
15.	Тема 15. Координатно-временная привязка точек, дешифрируемых на космических снимках.	6	9-11	Внеаудиторная выполнение лабораторной работы.	6	презен-тация
16.	Тема 16. Построение опорных сетей на планетах и спутниках.	6	12-13	Внеаудиторная выполнение лабораторной работы.	6	презен-тация

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
17.	Тема 17. Изучение материалов аэросъемки.	7	1-3	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	14	письмен-ная работа

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
18.	Тема 18. Обработка аэрронимков: составление фотосхемы.	7	4-6	Внеаудиторная выполнение лабораторной работы	20	письмен-ная работа

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
19.	Тема 19. Обработка аэронимков: создание ортофотоплана.	7	7-15	Внеаудиторная выполнение лабораторной работы	22	реферат

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
20.	Тема 20. Физические основы дистанционного зондирования Земли.	8	1-3	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	10	реферат

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
21.	Тема 21. Интерпретация данных дистанционного зондирования земли.	8	4-8	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	13	письмен- ная работа
22.	Тема 22. Тематическая классификация.	8	9-14	Внеаудиторная Подбор и изучение литературных источников.	10	письмен- ная работа
	Итого				146	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, проверка решения задач самими студентами, построение компьютерных симуляций, написание рефератов, их защита и презентация.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Предмет и задачи фотограмметрии.**

презентация , примерные вопросы:

Цели и задачи фотограмметрии. Преимущества фотограмметрии. Современные технологии фотограмметрии. (ОК-1, ОК-10)

### **Тема 2. Аэрофотосъёмка местности. Наземная фотосъемка.**

презентация , примерные вопросы:

Принципы выполнения аэрофотосъемки. Современное аэросъемочное оборудование. Применяемые летательные аппараты. Системы, позволяющие выполнять наземную съемку. Перечень изученной литературы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12)

### **Тема 3. Обработка одиночного снимка. Элементы ориентирования снимка.**

презентация , примерные вопросы:

Системы координат, элементы ориентирования, Принципы определения элементов ориентирования. Перечень изученной литературы, разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием.(ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16)

### **Тема 4. Определение пространственных координат точки объекта по координатам её изображения на снимке.**

презентация , примерные вопросы:

Основное соотношение. Области применения одиночного снимка. Перечень изученной литературы, разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16)

### **Тема 5. Связь координат изображения точки с ее пространственными координатами.**

#### **Влияние на формирование изображения рельефа местности.**

презентация , примерные вопросы:

Уравнение связи -- уравнение коллинеарности. Задачи, решаемые на основе равнения коллинеарности. Перечень изученной литературы, разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-8)

### **Тема 6. Обработка пары снимков. Элементы внешнего ориентирования пары снимков.**

презентация , примерные вопросы:

Основные соотношения, принцип пространственной засечки. Схемы. Перечень изученной литературы, разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16,)

### **Тема 7. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.**

презентация , примерные вопросы:

Основные соотношения. Схемы. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12)

### **Тема 8. Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей.**

презентация , примерные вопросы:

Основные соотношения. Схемы. Примеры. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21, ПК-27)

### **Тема 9. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции.**

презентация , примерные вопросы:

Основные соотношения. Система уравнений их решение. Схемы. Примеры. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21, ПК-27)

### **Тема 10. Трансформирование аэроснимков.**

презентация , примерные вопросы:

Основные соотношения. Поясняющие схемы. Примеры. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21, ПК-27, ПК-28, ПК-4, ПК-8)

### **Тема 11. Обработка снимков (изображений), полученных неметрическими съёмочными камерами.**

устный опрос , примерные вопросы:

Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21, ПК-27)

### **Тема 12. Дешифрирование изображений.**

устный опрос , примерные вопросы:

Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. Полевое и камеральное дешифрирование. Признаки дешифрирования. Примеры. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-4, ПК-8)

### **Тема 13. Наземное и воздушное лазерное сканирование.**

презентация , примерные вопросы:

Принципы наземного и воздушного лазерного сканирования. Технические средства Примеры. Перечень изученной литературы, разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21)

### **Тема 14. Космическая фотосъемка Земли, планет и их спутников.**

презентация , примерные вопросы:

Принципы выполнения комической съемки. Фундаментальное уравнение. Примеры космической съемки. Снимки высокого разрешения. Решаемые задачи. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12)

### **Тема 15. Координатно-временная привязка точек, дешифрируемых на космических снимках.**

презентация , примерные вопросы:

Принципы координатно-временной привязки. Перечень изученной литературы, ее разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21, ПК-27, ПК-28, ПК-4, ПК-8)

### **Тема 16. Построение опорных сетей на планетах и спутниках.**

презентация , примерные вопросы:

Принципы построения опорных сетей на поверхности планет. Задание систем координат на планетах Солнечной системы. Перечень изученной литературы, разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12)

### **Тема 17. Изучение материалов аэросъемки.**

письменная работа , примерные вопросы:

Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. Перечень изученной литературы, разделы. Примеры. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12)

### **Тема 18. Обработка аэронимков: составление фотосхемы.**

письменная работа , примерные вопросы:

Фотосхема и ее практическое назначение. Технология составления фотосхемы. Описание процесса составления фотосхемы с применением ПО. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21)

### **Тема 19. Обработка аэронимков: создание ортофотоплана.**

реферат , примерные темы:

Ортофотоплан и его практическое назначение. Технология составления ортофотопланов. Практическое применение ортофотоплана для составления топографических карт. Описание процесса составления ортофотоплана с применением ПО. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. Перечень изученной литературы, ее разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21, ПК-27)

### **Тема 20. Физические основы дистанционного зондирования Земли.**

реферат , примерные темы:

Физические основы дистанционного зондирования. Датчик, его модели. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. Примеры. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12)

### **Тема 21. Интерпретация данных дистанционного зондирования земли.**

письменная работа , примерные вопросы:

Основные принципы и приемы Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. Примеры. Перечень изученной литературы, разделы. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-21, ПК-27, ПК-28, ПК-4)

### **Тема 22. Тематическая классификация.**

письменная работа , примерные вопросы:

Основные понятия тематической классификации. Схемы. Перечень изученной литературы, разделы. Отчетные материалы по лабораторной работе в соответствии с заданием. (ОК-1, ОК-10, ПК-10, ПК-12, ПК-16, ПК-17, ПК-21, ПК-27, ПК-28, ПК-4)

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 5 семестре)

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 6 семестре)

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 7 семестре)

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 8 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

### **ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ**

1. Наземное лазерное сканирование и области его применения.
2. Воздушное лазерное сканирование и области его применения.
3. Современные цифровые аэрофотокамеры.
4. Современные технологии выполнения аэрофотосъемки.
5. Современное программное обеспечение для обработки аэроснимков.
6. Аэрофотосъемка с беспилотных летательных аппаратов и возможность ее применения для топографии .
7. Применение неметрических наземных снимков для решения задач реставрации памятников архитектуры и для обработки аэронимков.
8. Космическая съемка высокого разрешения.
9. Практическое применение материалов ДЗЗ.
10. Картографирование планет и их спутников по результатам космической съемки.
11. Навигационное обеспечение аэрокосмических съемок и ДЗЗ.
12. Современных технологий и ПО для создания фотосхем.
13. Создание ортофотопланов: современные технологии и программное обеспечение.

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНАМ, КОЛЛОКВИУМУ, ЗАЧЕТУ**

1. Фотограмметрия как наука, предмет фотограмметрии, основные задачи фотограмметрии.

2. Принципиальная схема фотокамеры. Фотограмметрические характеристики оптической системы.
3. Требования к аэросъёмочным работам. Основные параметры аэрофотосъёмки и принципы их определения.
4. Факторы полета самолета, влияющие на качество съемки.
5. Системы координат, применяемые в фотограмметрии.
6. Элементы внутреннего ориентирования снимка. Вспомогательная система координат.
7. Элементы внешнего ориентирования снимков (наземных и аэрофотоснимков).
8. Зависимость между пространственными координатами точки объекта и координатами её изображения на снимке.
9. Прямая фотограмметрическая засечка. Особенности обработки одиночного снимка (наземного и аэрофотоснимка).
10. Зависимость между координатами изображения точки снимка и координатами точки объекта -- уравнение коллинеарности.
11. Элементы внешнего ориентирования пары снимков.
12. Продольный и поперечный параллаксы.
13. Основные случаи наземной стереосъемки.
14. Связь между координатами точки местности и координатами ее изображений на стереопаре.
15. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.
16. Уравнение взаимного ориентирования снимков.
17. Определение элементов взаимного ориентирования снимков.
18. Неопределенность во взаимном ориентировании снимков.
19. Аэрофототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей.
20. Двойная обратная фотограмметрическая засечка..
21. Деформации фотограмметрической модели, принципы их учёта.
22. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции по способу связок.
23. Определение элементов ориентирования фотоснимка по опорным точкам.
24. Калибровка съёмочной камеры.
25. Масштаб аэроснимка.
26. Искажения изображения, вызываемые рельефом местности .
27. Трансформирование снимка (в том числе цифрового) .
28. Фотоплан. Технология создания фотопланов (в том числе цифровых).
29. Дешифрирование аэрокосмического снимка.
30. Наземная стереофотограмметрическая съёмка.
31. Точность наземной стереофотограмметрической съемки.
32. Проективные координаты, векторная интерпретация проективных координат.
33. Представление уравнения коллинеарности через однородные проективные координаты, особенности его использования.
34. Съёмочные камеры (метрические неметрические). Аэрофотоаппараты.
35. Понятие о кватернионе. Описание вращения с использованием кватернионов.
36. Зависимости между угловыми элементами ориентирования снимков и параметрами кватерниона.
37. Метод определения угловых элементов ориентирования снимка, основанный на использовании кватернионов.
38. Лазерные сканеры, принципиальное устройство сканера.
39. Физические основы лазерной локации.
40. Области применения лазерного сканирования.

41. Наземное лазерное сканирование и воздушное лазерное сканирование.
42. Навигационное обеспечение лазерной локации.
43. Лазерно-локационный метод в топографии и системы картографирования реального времени.
44. Системы дистанционного зондирования.
45. Общая и упрощенная модель датчика (ДЗЗ).
46. Пространственный отклик (ДЗЗ).
47. Спектральный отклик (ДЗЗ).
48. Модели данных дистанционного зондирования.
49. Тематическая классификация.

## **7.1. Основная литература:**

1. Безменов, Владимир Михайлович. Космическая фотограмметрия [Текст: электронный ресурс] : лабораторные работы / Безменов В. М. ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? (Казань : Казанский государственный университет, 2008) . Ч. 1 [Текст: электронный ресурс] . ? Электронные данные (1 файл: 1,14 Мб) . ? (Казань : Казанский государственный университет, 2008) . ? Загл. с экрана . ? Для 5-го, 6-го, 7-го и 8-го семестров . ? Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.  
Оригинал копии: Ч. 1 . - 2008 . - 66 с. : ил. -  
URL:[http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_046\\_A5-000555.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_046_A5-000555.pdf)
2. Красильников Н. Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб. пособие. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 608 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). -  
<http://znamium.com/catalog.php?bookinfo=355314>
3. Шовенгердт, Роберт А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений : [учебное пособие] / Р. А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова . ? Москва : Техносфера, 2010 . ? 556 с.
4. Замятин, А.В. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] / А.В. Замятин, Н.Г. Марков. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2007. ? 176 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59469>. ? Загл. с экрана.
5. Савиных, В.П. Оптико-электронные системы дистанционного зондирования [Электронный ресурс] : учеб. / В.П. Савиных, В.А. Соломатин. ? Электрон. дан. ? Москва : Машиностроение, 2014. ? 432 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63261>. ? Загл. с экрана.

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Лурье, И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений : Учеб. пособие для магистрантов ун-тов / И.К. Лурье, А.Г. Косиков ; Моск. гос. ун-т., Геогр. фак., Каф. картографии и геоинформатики и др. ? М. : Научный мир, 2003 . ? 166с.
2. Обиралов, Алексей Иванович. Фотограмметрия : учеб. для студентов сред. спец. учеб. заведений по спец. 3101 'Землеустройство' / А.И. Обиралов, А.Н. Лимонов, Л.А. Гаврилова ; под ред. А. И. Обиралова . ? Москва : КолосС, 2004 . ? 239, [1] с.

3. Савиных, Виктор Петрович. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования / В. П. Савиных, В. Я. Цветков .? Москва : Картгоцентр - Геодезиздат, 2001 .? 228 с. : ил.
4. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош ; пер. с англ. А. В. Кирюшина .? Москва : Техносфера, 2008 .? 307 с., [8] л. цв. ил. : ил.
5. Компьютерный практикум по цифровой обработке изображений и созданию ГИС [Текст] : [учеб. пособие] / И. К. Лурье, А. Г. Косиков, Л. А. Ушакова [и др.] ; Моск. гос. ун-т, Геогр. фак., Каф. картографии и геоинформатики, Department for Intern. Development .? М. : Науч. мир, 2004 .?
6. Тарасов В. В. Мониторинг атмосферного воздуха: Учебное пособие / В.В. Тарасов, И.С. Тихонова, Н.Е. Кручинина. - М.: Форум, 2008. - 128 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-91134-189-3, 2000 экз. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=136453>
7. Климов Г. К. Науки о Земле: Учебное пособие / Г.К. Климов, А.И. Климова. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 390 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=237608>
7. Федотова Е. Л. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебное пособие / Е.Л. Федотова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2012. - 368 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=322029>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Erdas Imagine - <http://erdas-russia.ru/>  
Intergraph - <http://www.intergraph.com/>  
Microimage - <http://www.microimages.com/>  
ИТЦ Сканекс - [www.scanex.ru](http://www.scanex.ru)  
Ракурс Фотомод - [www.rakurs.ru](http://www.rakurs.ru)  
Совзонд - [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Дистанционное зондирование и фотограмметрия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

- студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам КФУ и сети Интернет через в аудитории для самостоятельной работы и с личных мобильных устройств через WiFi-станцию;
- для поддержки мультимедиа-презентаций во время лекционных занятий используются следующие программные продукты: Micrsft Pwer Pint в составе Micrsft Office 2007 (2 академические лицензии), OpenOffice.org 3.0 Impress (открытая лицензия GPL), Adbe Reader 9 (предоставлено физическим факультетом для 20 рабочих мест на условиях академической лицензии Micrsft);
- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 21.03.03 "Геодезия и дистанционное зондирование" и профилю подготовки Космическая геодезия и навигация .

Автор(ы):

Безменов В.М. \_\_\_\_\_

Шпекин М.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Савельев А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201\_\_ г.