

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор академии

А. В. Колмыков

26 июня 2019 г.

Регистрационный № УД-34-219-19/02



**ФОТОГРАММЕТРИЯ
И ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ
ЗЕМЛИ**

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальностей:

1-56 01 01 Землеустройство

1-56 01 02 Земельный кадастр

Учебная программа составлена в соответствии с типовыми учебными планами высшего образования первой ступени I-56-1-001/пр – тип и I-56-1-002/пр-тип от 12.07.2018

СОСТАВИТЕЛИ:

О.А. Куцаева, старший преподаватель кафедры геодезии и фотограмметрии учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»;

А.В. Кожеко, ассистент кафедры геодезии и фотограмметрии учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.В. Латушкин, начальник отдела земельно-информационных систем РУП «Проектный институт «Могилевгипрозем»»;

Е.В. Горбачева, доцент кафедры землеустройства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой геодезии и фотограмметрии протокол № 8 от 22 мая 2019 г.

Методической комиссией землеустроительного факультета протокол № от

Научно-методическим советом Учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» протокол № от

Ответственный за редакцию
Ответственный за выпуск

О.А. Куцаева
А.В. Кожеко

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Цель и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины «Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли» является подготовка специалистов, способных на практике использовать материалы дистанционного зондирования для информационного обеспечения землеустроительных и кадастровых работ, охраны земель и контроля за рациональным их использованием.

Задачи дисциплины:

- изучение основ фотографии, съемочных систем, метрических и информационных свойств снимков;
- изучение технологии обработки материалов дистанционного зондирования на цифровых и аналоговых снимках;
- практическое применение дистанционных методов при решении практических задач землеустроительного и кадастрового производства;
- освоение современных методов составления и обновления топографических и тематических планов и карт.

1.2. Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Учебная программа по учебной дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли» разработана на основе типовых учебных планов высшего образования первой ступени по специальностям 1-56 01 01 «Землеустройство» (I-56-1-001/пр – тип от 12.07.2018) и 1-56-01-02 «Земельный кадастр (I-56-1-002/пр-тип от 12.07.2018).

Данная дисциплина базируется на изучении учебных дисциплин: «Геодезия», «Высшая математика», «Физика», а также наук о Земле.

В свою очередь учебная дисциплина «Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли» - одна из профилирующих дисциплин в подготовке инженеров в области землеустройства и земельного кадастра, которая служит также основой для изучения учебных дисциплин, «Аппаратно-программные средства ГИС», «Межхозяйственное землеустройство», «Организация земель и севооборотов», «Организация и устройство территории сельских населенных пунктов» и других специальных курсов.

1.3. Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующую базовую профессиональную компетенцию: быть способным получать цифровые аэрофотоснимки, выполнять их фотограмметрическую обработку и использовать материалы дистанционного зондирования высокого разрешения для целей кадастра и землеустройства.

1.4. Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины

Для дневной (полной) формы получения высшего образования общее количество часов на изучение учебной дисциплины по специальностям 1-56 01 01 «Землеустройство» и 1-56-01-02 «Земельный кадастр» составляет 376 часов, в том числе аудиторных 144 часа (лекции – 72 часа, лабораторные занятия – 72 часа). На самостоятельную работу студентов отводится 128 часов. Форма текущей аттестации – экзамен. Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

Для заочной (полной) формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины по специальности 1-56 01 01 «Землеустройство» отводится всего 272 часа, в том числе аудиторных 32 часа (лекции – 16 часа, лабораторные занятия – 16 часа). На самостоятельную работу студентов отводится 240 часов. Рекомендуемая форма текущей аттестации – экзамен. Дисциплина изучается на 3 курсе.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Понятие о дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли». Задачи и содержание курса, его связь с другими дисциплинами. Физическая сущность дистанционного зондирования. Активное и пассивное зондирования. Краткий исторический обзор развития аэрофотогеодезических методов и методов дистанционного зондирования, современное состояние и перспективы развития.

Влияние научно-технического прогресса на развитие современных методов получения аэрофотоснимков.

2.1. Физические основы аэро- и космических съемок Земли

Понятие об аэро- и космических съемках. Получение видеоинформации при аэро- и космической съемке. Физические основы аэро- и космических съемок. Оптические свойства элементов ландшафта и их использование в съемочном процессе. Объекты земной поверхности как отражатели и излучатели энергии. Электромагнитное излучение, используемое при аэро- и космических съемках земной поверхности, роль атмосферы при проведении аэро- и космических съемок.

Аэро- и космические съемочные системы. Классификация съемочных систем. Фотографические съемочные системы и их характеристики. Кадровые топографические аэрофотоаппараты. Характеристики фотографического объектива. Понятие о фотографическом процессе. Нефотографические съемочные системы: кадровые съемочные системы, сканирующие съемочные системы, телевизионные съемочные системы, оптико-электронные съемочные системы, лазерные съемочные системы, радиофизические съемочные системы.

2.2. Производство аэрофотосъемки

Аэрофотосъемка, как один из методов дистанционного зондирования. Виды аэрофотосъемки. Носители съемочной аппаратуры. Специальное аэрофотосъемочное оборудование: статоскоп, радиовысотометр, аппаратура стабилизации аэрокамеры. Применение систем глобального позиционирования при аэрофотосъемке.

Технические показатели аэрофотосъемки. Составление проекта лётно-съемочных работ. Аэрофотосъемочные работы. Оценка фотограмметрического и фотографического качества материалов аэрофотосъемки.

Основные характеристики цифрового изображения. Источники цифровых изображений. Требования к качеству сканирования аэрофотоматериалов.

2.3. Геометрические свойства аэрофотоснимка. Теория одиночного снимка

Понятие о центральной проекции. Геометрия аэрофотоснимка, основные элементы центральной проекции. Перспектива точки, горизонтальной и отвесной прямой на пространственном чертеже. Теорема Шаля. Понятие об эпюрах. Перспектива точки, прямых и сетки квадратов на эпюре. Системы координат, применяемые в фотограмметрии. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования аэрофотоснимка. Определение направляющих косинусов. Связь координат соответствующих точек наклонного снимка и местности. Зависимость между плоскими координатами точки на наклонном и горизонтальном снимках. Смещение изображения контурной точки на аэрофотоснимке из-за влияния рельефа местности. Смещение контурных точек на снимке за угол наклона. Масштаб изображения на аэрофотоснимке. Главный, средний и частный масштабы аэрофотоснимка. Искажение направлений и площадей на наклонном снимке. Дополнительные факторы, искажающие геометрию аэрофотоснимка.

2.4. Планово-высотная привязка аэрофотоснимков

Сущность планово-высотной привязки снимков. Схемы размещения опорных точек. Опознавание и оформление точек на снимках. Способы планово-высотной привязки снимков. Плановая графическая фототриангуляция. Построение одномаршрутного ряда. Точность графической фототриангуляции.

2.5. Трансформирование снимков. Технология изготовления фотосхем и фотопланов

Понятие о трансформировании аэрофотоснимков. Виды трансформирования. Аналитическое трансформирование. Обоснование числа опорных точек для трансформирования. Теоретические основы фототрансформирования (оп-

тические и геометрические условия фототрансформирования). Техника фототрансформирования аэрофотоснимков равнинной местности. Понятие о фотосхемах и фотопланах. Способы изготовления фотосхем. Технология изготовления фотопланов. Контроль качества изготовления фотосхем и фотопланов.

2.6. Дешифрирование материалов аэро- и космических съемок

Дешифрирование снимков. Классификация дешифрирования. Визуальный метод дешифрирования. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Генерализация информации при дешифрировании. Материалы съемки, используемые при визуальном дешифрировании. Критерии качества дешифрирования. Задачи, содержание и особенности дешифрирования для составления кадастровых планов и карт. Топографическое дешифрирование. Объекты дешифрирования и их признаки. Подготовительные работы при дешифрировании. Технология работ при дешифрировании. Требования к качеству дешифрирования. Нормы генерализации информации. Выбор параметров съемочной системы и параметров аэрофотосъемки для дешифрирования. Дешифрирование населенных пунктов при крупномасштабном картографировании. Дешифрирование снимков для целей кадастра и инвентаризации земель.

2.7. Теория стереоскопической пары снимков

Монокулярное, бинокулярное и стереоскопическое зрение. Условия возникновения стереоэффекта. Способы измерения снимков и стереомодели. Стереокмпараторы. Поперечный и продольный параллаксы точек. Геометрическая модель местности. Пространственная фотограмметрическая засечка. Элементы взаимного ориентирования пары снимков. Условие пересечения пары соответственных лучей. Уравнение взаимного ориентирования. Определение элементов взаимного ориентирования. Построение фотограмметрической модели. Определение превышений по паре снимков при идеальном случае съемки.

2.8. Пространственная фототриангуляция

Сущность пространственной фототриангуляции. Классификация методов. Понятие об аналоговой фототриангуляции. Аналитическая маршрутная фототриангуляция. Способ независимых моделей. Уравнивание связей проектирующих лучей (способ связей). Аналитическая блочная фототриангуляция. Способ независимых маршрутов. Точность фототриангуляционных сетей. Программы построения и уравнивания сетей фототриангуляции.

2.9. Цифровые технологии обработки снимков

Цифровые фотограмметрические системы (ЦФС) и их основные характеристики. Требования к ЦФС.

Автоматическая идентификация точек цифровых снимков. Фотограмметрическая обработка цифровых изображений. Построение и уравнивание фототриангуляционной сети. Цифровые модели рельефа (ЦМР). Способы представления цифровых моделей рельефа. Фотограмметрическая технология построения цифровых моделей рельефа. Принцип цифрового трансформирования снимков. Построение ортофотоизображения в ЦФС.

Особенности обработки сканерных снимков. Создание цифровой модели местности (ЦММ). Технология создания цифровых планов и карт по материалам аэрофотосъемки. Обновление планов и карт с использованием материалов новой аэрофотосъемки.

2.10. Основы дистанционного зондирования Земли из космоса

Особенности технологии дистанционного зондирования. Физические основы дистанционного зондирования в оптическом диапазоне. Оптические методы изучения земли из космоса. Технические средства дистанционного зондирования. Влияние параметров орбит и атмосферы на качественные характеристики материалов дистанционного зондирования. Технология выбора спектральных зон съемки при дистанционном зондировании. Космические системы дистанционного зондирования. Спутники с низким пространственным разрешением. Спутники со средним пространственным разрешением. Спутники с высоким пространственным разрешением. Прием спутниковой информации.

2.11. Материалы дистанционного зондирования Земли и особенности их обработки

Свойства космических снимков и их классификация по отдельным показателям. Основные типы космических снимков. Геометрическое искажение спутниковых изображений. Геометрическая коррекция спутниковых изображений. Предварительная обработка материалов дистанционного зондирования. Радиометрическая коррекция результатов ДЗЗ. Атмосферная коррекция. Восстановление пропущенных пикселей. Улучшение изображений путем изменения контраста. Модель искаженного изображения.

Преобразование исходных изображений при машинно-визуальном и автоматизированном дешифрировании. Автоматизированный метод дешифрирования. Методы классификации изображений. Алгоритмы классификации изображений. Дешифровочные признаки, используемые при автоматизированном дешифрировании. Особенности дешифрирования космических снимков.

2.12. Практическое применение данных дистанционного зондирования Земли

Использование данных дистанционного зондирования для исследования природных ресурсов и картографирования. Дистанционное зондирование при

обследовании и картографировании почв и растительности. Дистанционные наблюдения за состоянием сельскохозяйственных культур. Мониторинг земель дистанционными методами. Экологический мониторинг земель. Использование программного комплекса ENVI для обработки данных дистанционного зондирования. Использование материалов дистанционного зондирования для целей кадастра и решения землеустроительных задач. Использование материалов аэро- и космических съемок при создании геоинформационных систем.

3.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли»

Для специальностей: 1-56 01 01 «Землеустройство»,

1-56 01 02 «Земельный кадастр»

Форма получения высшего образования: дневная (полная)

Номер темы	Название темы	Всего аудиторных	Количество аудиторных часов		Количество часов СР	Форма контроля знаний ¹	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение	2	2	-	2	-	
1	Физические основы аэро- и космических съемок Земли.	12	6	6	10	УО	
2	Производство аэрофотосъемки.	12	6	6	4	УО	
3	Геометрические свойства аэрофото-снимка. Теория одиночного снимка.	18	8	10	6	УО	
4	Планово-высотная привязка аэро-фотоснимков	8	4	4	6	УО	
5	Трансформирование снимков. Технология изготовления фотосхем и фотопланов.	8	4	4	4	УО	
6	Дешифрирование материалов аэро- и космических съемок:	12	6	6	4	Т	
7	Теория стереоскопической пары снимков.	8	4	4	10	УО	
8	Пространственная фототриангуляция.	8	4	4	10	УО	
9	Цифровые технологии обработки снимков.	22	10	12	10	Т	
10	Основы дистанционного зондирования Земли из космоса	6	6	-	22	Т	
11	Материалы дистанционного зондирования Земли и особенности их обработки	20	6	14	20	Т	
12	Практическое применение данных дистанционного зондирования Земли	8	6	2	20	Т	
	Всего	144	72	72	128		

¹ КР - контрольная работа, УО – устный опрос, Т - тестирование

3.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли»

для специальности -56 01 01 «Землеустройство»

Форма получения высшего образования: заочная (полная)

Номер темы	Название темы	Всего аудиторных	Количество аудиторных часов		Количество часов СР	Форма контроля знаний ²	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение	1	1	-	3	-	
1	Физические основы аэро- и космических съемок Земли.	1	1	-	21	УО	
2	Производство аэрофотосъемки.	3	1	2	13	УО	
3	Геометрические свойства аэрофотоснимка. Теория одиночного снимка.	4	2	2	20	УО	
4	Планово-высотная привязка аэрофотоснимков	3	1	2	11	УО	
5	Трансформирование снимков. Технология изготовления фотосхем и фотопланов.	2	1	1	10	УО	
6	Дешифрирование материалов аэро- и космических съемок:	2	1	1	14	Т	
7	Теория стереоскопической пары снимков.	2	1	1	16	УО	
8	Пространственная фототриангуляция.	2	1	1	16	УО	
9	Цифровые технологии обработки снимков.	5	1	4	27	Т	
10	Основы дистанционного зондирования Земли из космоса	2	2	-	26	Т	
11	Материалы дистанционного зондирования Земли и особенности их обработки	3	2	1	37	Т	
12	Практическое применение данных дистанционного зондирования Земли	2	1	1	26	Т	
	Всего	32	16	16	240		

² КР - контрольная работа, УО – устный опрос, Т - тестирование

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4. 1. Список лабораторных работ по дисциплине

1. Составление проекта лётносъёмочных работ.
2. Оценка качества материалов аэро- и космической съёмки.
3. Линейная перспектива.
4. Геометрический анализ аэрофотоснимка.
5. Составление проекта планово-высотной привязки снимков.
6. Фототрансформирование снимков на одну горизонтальную плоскость.
7. Изготовление фотосхем.
8. Изучение дешифровочных признаков элементов ландшафта.
9. Камеральное дешифрирование аэрофотоснимков для составления кадастровых планов.
10. Определение превышений по разности продольных параллаксов.
11. Решение фотограмметрических задач по одиночному снимку.
12. Построение триангуляции в модуле «Photomod AT».
13. Построение ЦМР в модуле «Photomod DTM».
14. Векторизация цифровых снимков в модуле «Photomod Stereo Draw». Создание фрагмента цифровой векторной карты.
15. Создание ортофотоплана в ЦФС «Photomod Mosaic».
16. Обработка материалов аэрофотосъёмки в Agisoft Metashape Professional.
17. Восстановление и улучшение изображений в программе Scanex Image Processor.
18. Обработка данных дистанционного зондирования в ПК ENVI.
19. Классификация данных дистанционного зондирования в программном комплексе ENVI.
20. Проведение мониторинга земель дистанционными методами.

4.2. Литература

Основная

1. Закон Республики Беларусь от 14 июля 2008 года №396-З «О геодезической и картографической деятельности».
2. Ильинский, Н. Д. Фотограмметрия и дешифрирование снимков: учебник для вузов / Н. Д. Ильинский, А. И. Обиралов, А. А. Фостиков. – М.: Недра, 1986. – 375 с. 3. Инструкция по дешифрированию аэроснимков и фотопланов масштаба 1:10000 (временная). – Минск, 1999. – 88 с.
4. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. – М., Недра, 1974. – 80 с.
5. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ОНТА) 02-...-03. Мн., БЕЛНИЦЗЕМ, 2003. –78 с.
6. Кашкин, В. Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие / В.Б. Кашкин, А.И. Сухини. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
7. Лобанов, А.Н. Фотограмметрия / А. Н. Лобанов, М. И. Буров, Б. В. Краснопевцев. – М.: Недра, 1987. – 310 с.

8. Назаров, А.С. Средства получения цифровых снимков и методы их фотограмметрической обработки / Назаров А.С. – Минск: учеб. центр повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы, 2009. – 263 с.
9. Назаров, А. С. Фотограмметрия Учеб. пособие для студентов вузов / А.С. Назаров. – Мн. : Тетра Системс, 2006. – 368 с.
10. Обиралов, А.И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование / А.И. Обиралов, А.Н. Лимонов, Л.А. Гаврилова. – М.: Колос, 2006. – 334 с.

Дополнительная

1. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли: учебно-методический комплекс / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Сост. О.Н. Писецкая, Т. В. Шулякова, О. А. Куцаева. – Горки, 2018. – 400 с.
2. Обработка данных дистанционного зондирования в программном комплексе ENVI: методические указания по выполнению лабораторной работы / С.Н. Кандыбо, Т.В. Шулякова, О.В. Скобенко. – Горки БГСХА, 2012. – 48 с.
3. Фототрансформирование аэрофотоснимков на одну горизонтальную плоскость: методические указания по выполнению лабораторной работы / Т.В. Шулякова, Ю.С. Прохорова. – Горки : БГСХА, 2014. – 16 с.
4. Определение превышений по разности продольных параллаксов: методические указания по выполнению лабораторной работы / Т.В. Шулякова, О.А. Куцаева. – Горки : БГСХА, 2014. – 12 с.
5. Геометрический анализ аэрофотоснимка: методические указания по выполнению лабораторной работы / Т.В. Шулякова, О.Н. Писецкая, О.А. Куцаева. – Горки : БГСХА, 2015. – 24 с.
6. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли. Изготовление фотосхем: методические указания по выполнению лабораторной работы / Т.В. Шулякова, О.Н. Писецкая. – Горки : БГСХА, 2015. – 10 с.
7. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли. Линейная перспектива: методические указания по выполнению лабораторной работы / Т.В. Шулякова, О.Н. Писецкая, О.А. Куцаева. – Горки : БГСХА, 2015. – 16 с.
8. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли: методические указания по проведению учебной практики / О.Н. Писецкая, О.А. Куцаева, О.А. Куцаева. – Горки : БГСХА, 2016. – 40 с.
9. Система Photomod 5.0. Создание проекта: Руководство пользователя. – М.: Ракурс, 2009, 91с.
10. Система Photomod 5.0. Измерение сети: Руководство пользователя. – М.: Ракурс, 2009, 126 с.
11. Система Photomod 5.0. Уравнивание сети: Руководство пользователя. – М.: Ракурс, 2009, 82 с.
12. Система Photomod 5.0. Обработка проекта: Руководство пользователя. – М.: Ракурс, 2009, 208 с.
13. Система Photomod 5.0. Создание ортофото: Руководство пользователя. – М.: Ракурс, 2009, 108 с.
14. Программный комплекс ENVI: Руководство пользователя. – М.: Совзонд, 2007, 265 с.

4.3. Методы (технологии) обучения

Основными методами обучения, отвечающие целям изучения дисциплины являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение) реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и самостоятельной работе.

4.4. Организация самостоятельной работы

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа студентов в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя.

4.5. Диагностика компетенций

Оценка учебных достижений студентов осуществляется на экзамене. Оценка промежуточных учебных достижений студентов также осуществляется в соответствии с десятибалльной шкалой.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных индивидуальных заданий;
- защита индивидуальных заданий, выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы;
- сдача экзамена по дисциплине.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Геодезия	Геодезии и фотограмметрии		
Математика	Высшей математики и физики		