

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
21.03.02 Землеустройство и кадастры,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониним В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории

Направление подготовки: 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Направленность (профиль): Кадастр недвижимости

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 72156

Подписал: заведующий кафедрой Розенберг Игорь Наумович

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины являются:

Освоение теоретических и практических основ применения данных дистанционного зондирования для создания планов и карт.

Изучение основных положений формирования картографической и оперативной информации по материалам дистанционного зондирования.

Ознакомление с современными съёмочными системами и технологиями цифровой фотограмметрической обработки снимков.

Формирование навыков применения данных дистанционного зондирования в управлении земельными ресурсами, экологии и охране окружающей среды.

Задачами дисциплины являются:

Изучение метрических свойств аэроснимков и способов изготовления фотосхем.

Ознакомление с технологиями цифровой фотограмметрической обработки снимков.

Изучение современных технологий дешифрирования снимков для создания планов.

Ознакомление с технологиями создания планов и карт для землеустройства и кадастров.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-2 - Способен использовать знания современных методик и технологий мониторинга земель и недвижимости;

ПК-7 - Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- метрические и дешифровочные свойства аэро- и космических изображений, получаемых различными съёмочными системами.

Уметь:

- формировать заказ на специализированные аэро- и космические съемки.

Владеть:

- терминологией, принятой в дистанционном зондировании; способностью ориентироваться в специальной литературе; навыками применения полученных данных в целях реализации проектных решения по землеустройству и кадастрам.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	150	70	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	60	28	32
Занятия семинарского типа	90	42	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 138 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) Рассматриваемые вопросы: - Основы дистанционного зондирования Земли. - Спектр электромагнитного излучения. - Спектральная отражательная способность объектов. - Классификация съемочных систем. - Основные характеристики съемочных систем.
2	Фотографические съемочные системы Рассматриваемые вопросы: - Основы фотосъемки. - Понятие о цветной, спектрально-аналитической и многозональной фотографии. - Основы цифровой съемки.
3	Дистанционные методы съемок Рассматриваемые вопросы: - Фотографические съемочные системы. - Нетопографические аэрофотоаппараты.
4	Дистанционные методы съемок Рассматриваемые вопросы: - Нефотографические съемочные системы. - Цифровые съемочные системы.
5	Понятие о съемке Земли с космоса Рассматриваемые вопросы: - Условия получения космических снимков. - Отличие космических фотоснимков от аэрофотоснимков.
6	Понятие о съемке Земли с космоса Рассматриваемые вопросы: - Космические съемочные системы.
7	Производство аэрофотосъемки Рассматриваемые вопросы: - Технические показатели аэрофотосъемки. - Расчет задания на аэрофотосъемку площади.
8	Производство аэрофотосъемки Рассматриваемые вопросы: - Оценка качества результатов аэрофотосъемки. - Особые условия проведения аэрофотосъемки застроенных территорий.
9	Анализ одиночного снимка Рассматриваемые вопросы: - Снимок – центральная проекция. - Элементы центральной проекции. - Координаты точек местности и снимка.
10	Анализ одиночного снимка Рассматриваемые вопросы: - Элементы ориентирования одиночного снимка. - Пространственные координаты точек снимка.
11	Анализ одиночного снимка Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Зависимость между координатами точек местности и снимка. - Зависимость между координатами соответственных точек горизонтального и наклонного снимков. - Связь координат соответственных точек наклонного аэроснимка и местности.
12	Геометрический анализ изображений на аэроснимке Рассматриваемые вопросы: - Искажение масштаба аэроснимка в результате влияния угла наклона. - Смещение точек аэроснимка в результате влияния угла наклона.
13	Геометрический анализ изображений на аэроснимке Рассматриваемые вопросы: - Искажение направлений на аэроснимке в результате влияния угла наклона. - Искажение площади контура на аэроснимке в результате влияния угла наклона.
14	Геометрический анализ изображений на аэроснимке Рассматриваемые вопросы: - Изменение масштаба аэроснимка за счет влияния рельефа местности. - Смещение точек аэроснимка в результате влияния рельефа местности.
15	Геометрический анализ изображений на аэроснимке Рассматриваемые вопросы: - Искажение направлений на аэроснимке в результате влияния рельефа местности. - Искажение площади контура на аэроснимке в результате влияния рельефа местности. - Совместное влияние угла наклона и рельефа местности на геометрические свойства аэроснимка
16	Анализ пары снимков Рассматриваемые вопросы: - Элементы пары снимков и модель местности. - Геометрическая модель местности. - Координаты и параллаксы точек стереопары.
17	Анализ пары снимков Рассматриваемые вопросы: - Элементы ориентирования пары снимков. - Зависимость между координатами точки местности и ее изображениями на паре снимков. - Зависимость между превышениями точек и разностями продольных параллаксов.
18	Анализ пары снимков Рассматриваемые вопросы: - Поперечный параллакс. - Определение элементов взаимного ориентирования. - Внешнее ориентирование модели.
19	Фототриангуляция Рассматриваемые вопросы: - Виды и методы фототриангуляции. - Графическая плоскостная фототриангуляция.
20	Фототриангуляция Рассматриваемые вопросы: - Точность графического ряда фототриангуляции. - Аналитическая фототриангуляция
21	Цифровая обработка изображений Рассматриваемые вопросы: - Понятие об изображении. - Методы получения цифровой информации. - Структура ЦФС.
22	Алгоритмы фотограмметрической обработки цифровых снимков Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Основные этапы обработки цифровых снимков на компьютере. - Подготовка исходной информации.
23	Алгоритмы фотограмметрической обработки цифровых снимков Рассматриваемые вопросы: - Внутреннее ориентирование изображений. - Взаимное ориентирование снимков и построение стереоскопической модели. - Внешнее ориентирование геометрической модели.
24	Алгоритмы фотограмметрической обработки цифровых снимков Рассматриваемые вопросы: - Определение пространственных координат. - Ортотрансформирование цифровых изображений. - Векторизация растрового изображения.
25	Наземная фотограмметрическая съемка Рассматриваемые вопросы: - Понятие о наземной фототопографической съемке. - Фототеодолитный комплект. - Производство наземной фотосъемки.
26	Дешифрирование материалов аэро- и космических съемок Рассматриваемые вопросы: - Суть дешифрирования снимков. - Классификация методов дешифрирования.
27	Дешифрирование материалов аэро- и космических съемок Рассматриваемые вопросы: - Визуальный метод дешифрирования. - Досъемка не изобразившихся на снимках объектов при дешифрировании.
28	Дешифрирование материалов аэро- и космических съемок Рассматриваемые вопросы: - Способы определения положения построек на дешифрируемых снимках.
29	Дешифрирование аэро- и космических снимков для создания кадастровых планов и карт Рассматриваемые вопросы: - Задачи и содержание кадастрового дешифрирования снимков. - Объекты дешифрирования при создании базовых карт земель. - Требования к качеству дешифрирования для создания кадастровых планов и карт. - Подготовительные работы при дешифрировании снимков для создания кадастровых планов и карт.
30	Дешифрирование аэро- и космических снимков для создания кадастровых планов и карт Рассматриваемые вопросы: - Технология и контроль дешифрирования. - Дешифрирование снимков поселений для целей кадастра и инвентаризации земель. - Дешифрирование фотоснимков застроенных территорий. - Условные знаки, применяемые при дешифрировании снимков населенных пунктов, нормы генерализации и требования к точности результатов дешифрирования. - Выбор съемочной системы и условий съемки для выполнения дешифровочных работ при составлении кадастровых карт и планов.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Элементы центральной проекции Рассматриваемые вопросы: Построение основных элементов центральной проекции на пространственном чертеже.
2	Перспектива точки и перспектива отрезка Рассматриваемые вопросы: - Перспектива точки, расположенной в предметной плоскости. - Перспектива отрезков прямых, расположенных в предметной плоскости.
3	Решение задач по теории перспективы Рассматриваемые вопросы: - Построение перспектив двух треугольников и точки на пространственном чертеже. - Построение перспектив двух треугольников и точки на эюре по способу растяжения.
4	Решение задач по теории перспективы Рассматриваемые вопросы: - Построение перспектив двух треугольников и точки на эюре по способу сложения. - Построение соответствующих элементов в предметной плоскости по их перспективе на эюре растяжения.
5	Решение задач по теории перспективы Рассматриваемые вопросы: - Построение соответствующих элементов в предметной плоскости по их перспективе на эюре сложения. - Построение перспективы сетки квадратов на эюре по способу растяжения. - Построение перспективы пространственной фигуры на пространственном чертеже.
6	Оценка качества материалов аэрофотосъемки Рассматриваемые вопросы: - Определение продольных и поперечных перекрытий. - Определение главных точек крайних снимков маршрута.
7	Оценка качества материалов аэрофотосъемки Рассматриваемые вопросы: - Определение углов наклона снимков. - Определение высоты фотографирования.
8	Математический анализ изображения на аэроснимке Рассматриваемые вопросы: - Определение положения основных точек и линий аэроснимка. - Вычисление координат изображений вершин квадрата на аэроснимке.
9	Математический анализ изображения на аэроснимке Рассматриваемые вопросы: - Расчет линейных смещений, обусловленных влиянием угла наклона аэроснимка и рельефа местности. - Вычисление масштабов изображения на аэроснимке.
10	Геометрический анализ аэрофотоснимка Рассматриваемые вопросы: - Исследование влияния наклона снимка равнинной местности на его метрические свойства.
11	Геометрический анализ аэрофотоснимка Рассматриваемые вопросы: - Исследование влияния рельефа местности на метрические свойства снимка всхолмленной местности.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
12	Устройство аэрофотоаппарата Рассматриваемые вопросы: - Назначение аэрофотоаппаратов. - Состав основных узлов аэрофотоаппарат.
13	Устройство аэрофотоаппарата Рассматриваемые вопросы: - Основные характеристики съёмочных камер. - Классификация фотографических съёмочных систем.
14	Изготовление восковки направлений и построение фототриангуляционного ряда Рассматриваемые вопросы: - Назначение плановой фототриангуляции. - Геометрическое свойство аэрофотоснимка.
15	Изготовление восковки направлений и построение фототриангуляционного ряда Рассматриваемые вопросы: - Назначение и расположение связующих, ориентирующих и опорных точек при построении фототриангуляции. - Факторы, влияющие на величину искажение центральных направлений аэрофотоснимка.
16	Изготовление одномаршрутной фотосхемы Рассматриваемые вопросы: - Методика изготовления одномаршрутной фотосхемы.
17	Составление накидного монтажа Рассматриваемые вопросы: - Составление накидного монтажа и определение величины продольного и поперечного перекрытия. - Определение рабочей площади снимка.
18	Дешифрирование аэроснимков Рассматриваемые вопросы: - Дешифрирование населенных пунктов. - Дешифрирование дорог.
19	Дешифрирование аэроснимков Рассматриваемые вопросы: - Дешифрирование растительности. - Дешифрирование сельскохозяйственных угодий.
20	Определение превышения по снимкам с элементами графического трансформирования Рассматриваемые вопросы: - Определение величины превышения h между двумя точками по двум снимкам (стереопаре) и расчёт превышение уже с учётом планового смещения второй точки, обусловленного рельефом местности.
21	Расчёт параметров аэрофотосъёмки Рассматриваемые вопросы: - Расчёт основных параметров аэрофотосъёмки: масштаб, продольное и поперечное перекрытия, базис фотографирования, расстояние между смежными маршрутами, ширина аэрофотосъёмочного маршрута в натуре, число маршрутов, снимков в маршруте и число снимков на участке.
22	Подбор материалов космической съёмки для аналитической обработки Рассматриваемые вопросы: - Работа с учебным интернет-ресурсом United States Geological Survey (USGS). Получение материалов космической съёмки среднего разрешения (Landsat TM, ETM+).

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
23	Подбор материалов космической съемки для аналитической обработки Рассматриваемые вопросы: - Создание набора многоканальных данных для последующей аналитической обработки с помощью специализированного программного обеспечения ERDAS Imagine (Leica Geosystems)
24	Фотомод. Создание и управление проектом Рассматриваемые вопросы: - Создание проекта. - Управление проектами. - Формирование блока.
25	Фотомод. Создание и управление проектом. Рассматриваемые вопросы: - Управление камерами. - Базовые операции с проектом.
26	Обработка одиночных снимков и построение маршрутных и блочных сетей пространственной фототриангуляции Рассматриваемые вопросы: - Внутреннее ориентирование снимков. - Ввод координат и измерение опорных точек.
27	Обработка одиночных снимков и построение маршрутных и блочных сетей пространственной фототриангуляции Рассматриваемые вопросы: - Измерение связующих точек в областях продольного и поперечного перекрытия.
28	Уравнивание маршрутных и блочных сетей фототриангуляции Рассматриваемые вопросы: - Система координат. Уравнивание (построение единой модели и внешнего ориентирования). Отчет.
29	Создание и редактирование (в том числе в стереорежиме) цифровых моделей рельефа (ЦМР) Рассматриваемые вопросы: - Задание сетки для автоматического расчета пикетов. - Построение и редактирование TIN.
30	Создание и редактирование (в том числе в стереорежиме) цифровых моделей рельефа (ЦМР) Рассматриваемые вопросы: - Создание и редактирование структурных линий.
31	Создание и редактирование (в том числе в стереорежиме) цифровых моделей рельефа (ЦМР) Рассматриваемые вопросы: - Создание и редактирование горизонталей. - Контроль точности построения ЦМР.
32	Построение непрерывных ортофотопланов из отдельных растровых изображений Рассматриваемые вопросы: - Построение качественной мозаики. - Создание ортофотоплана.
33	Создание и редактирование трёхмерных векторных объектов в стереорежиме Рассматриваемые вопросы: - Управление маркером. - Создание векторных объектов. - Редактирование векторных объектов.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
34	Создание и редактирование трёхмерных векторных объектов в стереорежиме Рассматриваемые вопросы: - Настройки и дополнительные интерфейсные возможности. - Импорт/экспорт векторных объектов.
35	Создание и редактирование цифровых карт Рассматриваемые вопросы: - Создание векторных объектов по координатам из файла, растровым подложкам, аэро- и космическим снимкам.
36	Создание и редактирование цифровых карт Рассматриваемые вопросы: - Интерактивная векторизация. - Геопривязка и трансформирование растровых изображений.
37	Создание и редактирование цифровых карт Рассматриваемые вопросы: - Создание и редактирование матрицы высот. - Нанесение надписей в соответствии с выбранными атрибутами.
38	Обработка аэрофотоснимков на ЦФС Agisoft Metashape Рассматриваемые вопросы: - Генерация ортофотопланов и ЦМР (без опорных точек).
39	Обработка аэрофотоснимков на ЦФС Agisoft Metashape Рассматриваемые вопросы: - Создание ортофотопланов и ЦМР (с опорными точками).
40	Обработка аэрофотоснимков на ЦФС Agisoft Metashape Рассматриваемые вопросы: - Измерения на основе ЦМР.
41	Обработка спутниковых снимков Рассматриваемые вопросы: - Обработка спутниковых снимков с сопутствующими данными RPC в Agisoft Metashape Professional.
42	Прямое определение элементов ориентирования космического снимка Рассматриваемые вопросы: - В данной лабораторной работе рассматривается способ прямого определения угловых элементов ориентирования космического снимка - геометрический способ. Данный способ основан на использовании аппарата алгебры кватернионов и служит для предварительного определения угловых элементов ориентирования.
43	Определение сферических координат объекта из обработки снимка звездного неба Рассматриваемые вопросы: - Определение сферических координат объекта выполняется с использованием прямого метода – метода Ю.М. Трунина, основанного на векторной интерпретации проективных координат.
44	Анализ спектрозональных снимков Рассматриваемые вопросы: Изучение ИК-диапазона для оценки состояния растительности. Расчет вегетационных индексов (NDVI)
45	Методы лазерного сканирования Рассматриваемые вопросы: -Обработка данных LiDAR. - Построение облаков точек и их фильтрация.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с интернет источниками и учебной литературой
2	Выполнение курсового проекта.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Проект аэрофотосъемки села Красное;
2. Проект аэрофотосъемки деревни Васильевка;
3. Проект аэрофотосъемки села Варениковской;
4. Проект аэрофотосъемки деревни Ивановка;
5. Проект аэрофотосъемки села Андреевка;
6. Проект аэрофотосъемки деревни Белое;
7. Проект аэрофотосъемки села Дубровка;
8. Проект аэрофотосъемки деревни Русское;
9. Проект аэрофотосъемки села Красная поляна;
10. Проект аэрофотосъемки деревни Гусь;
11. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки села Красное;
12. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки деревни Васильевка;
13. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки села Варениковской;
14. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки деревни Ивановка;
15. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки села Андреевка;
16. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки деревни Белое;
17. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки села Дубровка;
18. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки деревни Русское;
19. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки села Красная поляна;

20. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки деревни Гусь.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Ниязгулов, У. Д. Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебное пособие / У. Д. Ниязгулов. — Москва: РУТ (МИИТ), 2020. — 543 с.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175890 — Режим доступа: для авториз. пользователей..
2	Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории: учебное пособие / составители С. С. Рацен [и др.]. — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. — 149 с. ISBN 978-5-98346-146-8.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/392105 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Соловьев, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование земли: учебное пособие / А. Н. Соловьев. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2021. — 84 с. — ISBN 978-5-9239-1256-2.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/191118 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Чибуничев, А. Г. Фотограмметрия: учебник / А. Г. Чибуничев. — Москва: МИИГАиК, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-91188-080-4.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/263402 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Система автоматизированного проектирования Autocad;
2. Система автоматизированного проектирования Nanocad;
3. Специализированная Цифровая Фотограмметрическая Система Photomod;
4. При проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 6, 7 семестрах.

Экзамен в 6, 7 семестрах.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

У.Д. Ниязгулов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ГГН

И.Н. Розенберг

Председатель учебно-методической
комиссии

М.Ф. Гуськова