

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



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Фотограмметрия и дистанционное зондирование

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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 72156
Подписал: заведующий кафедрой Розенберг Игорь Наумович
Дата: 22.04.2022

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цели дисциплины «Фотограмметрия и дистанционное зондирование»:

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.

Задачи дисциплины:

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-3 - Способен использовать знания современных методик и технологий мониторинга земель и недвижимости.

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 съёмки

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):	164	84	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	60	28	32
Занятия семинарского типа	104	56	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 124 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	<p>Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы дистанционного зондирования Земли. Спектр электромагнитного излучения. 2. Спектральная отражательная способность объектов. 3. Классификация съемочных систем. 4. Основные характеристики съемочных систем.
2	<p>Фотографические съемочные системы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы фотосъемки. 2. Понятие о цветной, спектральной и многозональной фотографии. 3. Основы цифровой съемки.
3	<p>Дистанционные методы съемок.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фотографические съемочные системы. 2. Нефотографические аэрофотоаппараты. 3. Нефотографические съемочные системы. 4. Цифровые съемочные системы.
4	<p>Понятие о съемке Земли с космоса.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Условия получения космических снимков. 2. Отличие космических фотоснимков от аэрофотоснимков. 3. Космические съемочные системы.
5	<p>Производство аэрофотосъемки.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технические показатели аэрофотосъемки. 2. Расчет задания на аэрофотосъемку площади. 3. Оценка качества результатов аэрофотосъемки. 4. Особые условия проведения аэрофотосъемки застроенных территорий.
6	<p>Анализ одиночного снимка.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снимок – центральная проекция. 2. Элементы центральной проекции. 3. Координаты точек местности и снимка. 4. Элементы ориентирования одиночного снимка. 5. Пространственные координаты точек снимка. 6. Зависимость между координатами точек местности и снимка. 7. Зависимость между координатами соответственных точек горизонтального и наклонного снимков. 8. Связь координат соответственных точек наклонного аэроснимка и местности.
7	<p>Геометрический анализ изображений на аэроснимке.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Искажение масштаба аэроснимка в результате влияния угла наклона. 2. Смещение точек аэроснимка в результате влияния угла наклона. 3. Искажение направлений на аэроснимке в результате влияния угла наклона. 4. Искажение площади контура на аэроснимке в результате влияния угла наклона. 5. Изменение масштаба аэроснимка за счет влияния рельефа местности. 6. Смещение точек аэроснимка в результате влияния рельефа местности. 7. Искажение направлений на аэроснимке в результате влияния рельефа местности. 8. Искажение площади контура на аэроснимке в результате влияния рельефа местности. 9. Совместное влияние угла наклона и рельефа местности на геометрические свойства аэроснимка
8	<p>Анализ пары снимков.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Элементы пары снимков и модель местности. 2. Геометрическая модель местности. 3. Координаты и параллаксы точек стереопары. 4. Элементы ориентирования пары снимков. 5. Зависимость между координатами точки местности и ее изображениями на паре снимков. 6. Зависимость между превышениями точек и разностями продольных параллакс. 7. Поперечный параллакс.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	8. Определение элементов взаимного ориентирования $?_1^{\wedge}, ?_2^{\wedge}, ?_2^{\wedge}, ?_1^{\wedge}, ?_2^{\wedge}$. 9. Определение элементов взаимного ориентирования $?, ?, ??, ??, ??$. 10. Внешнее ориентирование модели.
9	Фототриангуляция. 1. Виды и методы фототриангуляции. 2. Графическая плоскостная фототриангуляция. 3. Точность графического ряда фототриангуляции. 4. Аналитическая фототриангуляция
10	Цифровая обработка изображений. 1. Понятие об изображении. 2. Методы получения цифровой информации. 3. Структура ЦФС.
11	Алгоритмы фотограмметрической обработки цифровых снимков. 1. Основные этапы обработки цифровых снимков на компьютере. 2. Подготовка исходной информации. 3. Внутреннее ориентирование изображений. 4. Взаимное ориентирование снимков и построение стереоскопической модели. 5. Внешнее ориентирование геометрической модели. 6. Определение пространственных координат. 7. Ортотрансформирование цифровых изображений. 8. Векторизация растрового изображения .
12	Наземная фотограмметрическая съемка. 1. Понятие о наземной фототопографической съемке. 2. Фототеодолитный комплект. 3. Производство наземной фотосъемки.
13	Дешифрирование материалов аэро- и космических съемок. 1. Суть дешифрирования снимков. 2. Классификация методов дешифрирования. 3. Визуальный метод дешифрирования. 4. Досъемка не изобразившихся на снимках объектов при дешифрировании. 5. Способы определения положения построек на дешифрируемых снимках.
14	Дешифрирование аэро- и космических снимков и для создания кадастровых планов и карт. 1. Задачи и содержание кадастрового дешифрирования снимков. 2. Объекты дешифрирования при создании базовых карт земель. 3. Требования к качеству дешифрирования для создания кадастровых планов и карт. 4. Подготовительные работы при дешифрировании снимков для создания кадастровых планов и карт. 5. Технология и контроль дешифрирования. 6. Дешифрирование снимков поселений для целей кадастра и инвентаризации земель. 7. Дешифрирование фотоснимков застроенных территорий. 8. Условные знаки, применяемые при дешифрировании снимков населенных пунктов, нормы генерализации и требования к точности результатов дешифрирования. 9. 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	<p>Элементы центральной проекции</p> <ul style="list-style-type: none"> - Построение основных элементов центральной проекции на пространственном чертеже.
2	<p>Перспектива точки и перспектива отрезка</p> <ul style="list-style-type: none"> - Перспектива точки, расположенной в предметной плоскости. - Перспектива отрезков прямых, расположенных в предметной плоскости.
3	<p>Решение задач по теории перспективы</p> <p>Построение перспектив двух треугольников и точки на пространственном чертеже.</p> <p>Построение перспектив двух треугольников и точки на эпюре по способу растяжения.</p> <p>Построение перспектив двух треугольников и точки на эпюре по способу сложения.</p> <p>Построение соответствующих элементов в предметной плоскости по их перспективе на эпюре растяжения.</p> <p>Построение соответствующих элементов в предметной плоскости по их перспективе на эпюре сложения.</p> <p>Построение перспективы сетки квадратов на эпюре по способу растяжения.</p> <p>Построение перспективы пространственной фигуры на пространственном чертеже.</p>
4	<p>Оценка качества материалов аэрофотосъемки</p> <ul style="list-style-type: none"> - Определение продольных и поперечных перекрытий. - Определение главных точек крайних снимков маршрута. - Определение углов наклона снимков. - Определение высоты фотографирования.
5	<p>Математический анализ изображения на аэроснимке</p> <ul style="list-style-type: none"> - Определение положения основных точек и линий аэроснимка. - Вычисление координат изображений вершин квадрата на аэроснимке. - Расчет линейных смещений, обусловленных влиянием угла наклона аэроснимка и рельефа местности. - Вычисление масштабов изображения на аэроснимке
6	<p>Геометрический анализ аэрофотоснимка</p> <ul style="list-style-type: none"> - Исследование влияния наклона снимка равнинной местности на его метрические свойства. - Исследование влияния рельефа местности на метрические свойства снимка всхолмленной местности.
7	<p>Устройство аэрофотоаппарата</p> <ul style="list-style-type: none"> - Назначение аэрофотоаппаратов. - Состав основных узлов аэрофотоаппарат. - Основные характеристики съёмочных камер. - Классификация фотографических съёмочных систем.
8	<p>Изготовление восковки направлений и построение фототриангуляционного ряда</p> <ul style="list-style-type: none"> - Назначение плановой фототриангуляции. - Геометрическое свойство аэрофотоснимка. - Назначение и расположение связующих, ориентирующих и опорных точек при построении фототриангуляции. - Факторы, влияющие на величину искажение центральных направлений аэрофотоснимка.
9	<p>Изготовление одномаршрутной фотосхемы</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методика изготовления одномаршрутной фотосхемы.
10	<p>Составление накидного монтажа</p> <ul style="list-style-type: none"> - Составление накидного монтажа и определение величины продольного и поперечного перекрытия. - Определение рабочей площади снимка
11	<p>Дешифрирование аэроснимков</p> <ul style="list-style-type: none"> - Дешифрирование населенных пунктов. - Дешифрирование дорог. - Дешифрирование растительности.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- Дешифрирование сельскохозяйственных угодий.
12	<p>Определение превышения по снимкам с элементами графического трансформирования</p> <p>- Определение величины превышения h между двумя точками по двум снимкам (стереопаре) и расчёт превышения уже с учётом планового смещения второй точки, обусловленного рельефом местности.</p>
13	<p>Расчёт параметров аэрофотосъёмки</p> <p>- 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.</p>
14	<p>Подбор материалов космической съёмки для аналитической обработки.</p> <p>Работа с учебным интернет-ресурсом United States Geological Survey (USGS). Получение материалов космической съёмки среднего разрешения (Landsat TM, ETM+).</p> <p>Создание набора многоканальных данных для последующей аналитической обработки с помощью специализированного программного обеспечения ERDAS Imagine (Leica Geosystems).</p>
15	<p>Фотомод. Создание и управление проектом.</p> <p>- Создание проекта.</p> <p>- Управление проектами.</p> <p>- Формирование блока.</p> <p>- Управление камерами.</p> <p>- Базовые операции с проектом.</p>
16	<p>Обработка одиночных снимков и построение маршрутных и блочных сетей пространственной фототриангуляции</p> <p>- Внутреннее ориентирование снимков.</p> <p>- Ввод координат и измерение опорных точек.</p> <p>- Измерение связующих точек в областях продольного и поперечного перекрытия.</p>
17	<p>Уравнивание маршрутных и блочных сетей фототриангуляции.</p> <p>Система координат. Уравнивание (построение единой модели и внешнего ориентирования). Отчет.</p>
18	<p>Создание и редактирование (в том числе в стереорежиме) цифровых моделей рельефа (ЦМР).</p> <p>- Задание сетки для автоматического расчета пикетов.</p> <p>- Построение и редактирование TIN.</p> <p>- Создание и редактирование структурных линий.</p> <p>- Создание и редактирование горизонталей.</p> <p>- Контроль точности построения ЦМР.</p>
19	<p>Построение непрерывных ортофотопланов из отдельных растровых изображений.</p> <p>- Построение качественной мозаики.</p> <p>- Создание ортофотоплана.</p>
20	<p>Создание и редактирование трёхмерных векторных объектов в стереорежиме.</p> <p>- Управление маркером.</p> <p>- Создание векторных объектов.</p> <p>- Редактирование векторных объектов.</p> <p>- Настройки и дополнительные интерфейсные возможности.</p> <p>- Импорт/экспорт векторных объектов.</p>
21	<p>Создание и редактирование цифровых карт.</p> <p>- Создание векторных объектов по координатам из файла, растровым подложкам, аэро- и космическим снимкам.</p> <p>- Интерактивная векторизация.</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- Геопривязка и трансформирование растровых изображений. - Создание и редактирование матрицы высот. - Нанесение надписей в соответствии с выбранными атрибутами.
22	Обработка аэрофотоснимков на ЦФС Agisoft Metashape - Генерация ортофотопланов и ЦМР (без опорных точек). - Создание ортофотопланов и ЦМР (с опорными точками). - Измерения на основе ЦМР.
23	Обработка спутниковых снимков - Обработка спутниковых снимков с сопутствующими данными RPC в Agisoft Metashape Professional.
24	Прямое определение элементов ориентирования космического снимка 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.
25	Определение сферических координат объекта из обработки снимка звездного неба Определение сферических координат объекта выполняется с использованием прямого метода – метода Ю.М. Трунина, основанного на векторной интерпретации проективных координат.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Тема курсовой работы «Создание топографических карт заданного района по материалам аэрофотосъемки».

Характеристики местности в районе картографирования и масштаб создаваемой (обновляемой) карты задается преподавателем. Вариативность курсовой работы обеспечивается различием заданной местности.

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	Гук, А. П. Фотограмметрия и	Текст : электронный // Лань : электронно-

	дистанционное зондирование : учебное пособие / А. П. Гук. — Новосибирск : СГУГиТ, 2018. — 248 с.	библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157317 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Создание цифровых топографических планов по данным аэрофотосъемки : учебное пособие / В. В. Мусихин, И. А. Столбов, И. А. Лысков, А. А. Кривенко. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 109 с.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160667 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Ниязгулов, У. Д. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебное пособие / У. Д. Ниязгулов. - Москва : РУТ (МИИТ), 2018. - 451 с.	Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1895078 . — Режим доступа: по подписке.

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

1. <http://library.miit.ru/> - Электронно-библиотечная система НТБ МИИТ
2. www.kadastr.ru / Официальный сайт Федерального агентства кадастра объектов недвижимости Российской Федерации
3. www.mgi.ru / Официальный сайт Федерального агентства по управлению государственным имуществом Российской Федерации
4. www.msh.mosreg.ru / Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Московской области
5. www.roskadastre.ru www.mgi.ru / Официальный сайт некоммерческого партнерства «Кадастровые инженеры»
6. www.gisa.ru / Официальный сайт ГИС-ассоциации

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

Компьютеры на рабочих местах в компьютерном классе должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007.

Интегрированные программные ГИС/САПР комплексы: «КРЕДО-ДИАЛОГ», Автокад «Sivil 3D», «Geoniks Желдор»

Инструментальные средства геоинформационных систем (ГИС).

Цифровые фотограмметрические системы «ФОТОМОД», «ЦНИИГАиК».

Учебные фильмы о проложении трассы на местности, о съемке местности, маршрутной аэросъемке железных дорог, автоматизированной съемке железных дорог с помощью геодезических приемников СРНС.

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

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

Для проведения лабораторных занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Core 2 Duo, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

Для проведения курсовой работы необходимо программное обеспечение ГИС Панорама, ГИС Карта 2011, PHOTOMOD.

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:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Геодезия, геоинформатика и
навигация»

У.Д. Ниязгулов

ассистент кафедры «Геодезия,
геоинформатика и навигация»

Ф.Х. Ниязгулов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ГГН

И.Н. Розенберг

Председатель учебно-методической
комиссии

М.Ф. Гуськова