

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор Биологического института  
Д.С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

**Аэрокосмические методы**

по направлению подготовки

**35.03.01 Лесное дело**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Лесное и лесопарковое хозяйство»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
С.А. Мельник

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

**Оценочные материалы дисциплины (ОМД)** являются элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ОМД разрабатываются в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включают в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### 1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
			Зачтено	Не зачтено
ОПК-4	ИОПК-4.1	ОР-4.1.1. Знать ключевые понятия и термины аэрокосмических методов в лесном хозяйстве.	Знает основные понятия и термины аэрокосмических методов	Не знает основные понятия и термины
		ОР-4.1.2. Знать физические основы дистанционного зондирования Земли, виды съемочной аппаратуры и ключевые характеристики аэрокосмических снимков.	Демонстрирует знания спектральных диапазонов, технических средств съемки и характеристики снимков	Нет представлений о спектральных диапазонах, технических средств съемки и характеристики снимков
	ИОПК-4.2	ОР-4.2.1. Уметь подбирать материалы дистанционного зондирования для решения различных прикладных задач в лесном хозяйстве.	Обосновано подбирает снимки для решения профессиональных задач	Не может обосновать подбор снимков для решения профессиональных задач
		ОР-4.2.2. Самостоятельно осуществлять выбор методов обработки аэрокосмических изображений.	Может самостоятельно осуществлять выбор методов обработки снимков.	Не может осуществлять выбор методов обработки аэрокосмических изображений.
		ОР-4.2.3. Владеть навыками тематического дешифрирования для решения исследовательских и прикладных задач профессиональной направленности.	Владеет навыками тематического дешифрирования	Не владеет навыками тематического дешифрирования
	ИОПК-5.1.	ОР-5.1.1. Знать основные этапы тематического дешифрирования.	Знает основные этапы технологических операций по обработке	Не знает основные этапы технологических

			снимков	операций по обработке снимков	
<b>ОПК-5</b>		ОР-5.1.2. Владеть методикой организации процесса тематического дешифрирования.	Владеет методикой организации процесса тематического дешифрирования.	Не владеет методикой организации процесса тематического дешифрирования	
	<b>ИОПК-5.2</b>	ОР-5.2.1. Осуществлять геометрическую коррекцию аэрокосмических изображений.	Может осуществлять геометрическую коррекцию снимков	Не может осуществлять геометрическую коррекцию снимков	
		ОР-5.2.2. Проводить различные виды тематической классификации изображений.	Имеет представления и умеет проводить различные виды тематической классификации снимков.	Не имеет представления и не умеет проводить различные виды тематической классификации снимков	
	<b>ИОПК-5.3</b>	ОР-5.3.1. Самостоятельно оценивать точность геометрической коррекции аэрокосмических изображений.	Умеет оценивать точность геометрической коррекции снимков	Не умеет оценивать точность геометрической коррекции снимков	
		ОР-5.3.2. Оценивать надежность результатов дешифрирования.	Может делать оценку надежности результатов дешифрирования	Не может оценивать надежность результатов дешифрирования	
		ОР-5.3.3. Создавать тематические карты по результатам дешифрирования снимков.	Может создавать тематические карты по результатам дешифрирования снимков	Не может создавать тематические карты по результатам дешифрирования снимков	
	<b>ОПК-7</b>	<b>ИОПК-7.2</b>	ОР-7.2.1. Умеет выбирать программное обеспечение для обработки снимков.	Умеет самостоятельно выбирать ПО для обработки снимков	Не имеет представления о ПО для обработки снимков
		<b>ИОПК-7.3</b>	ОР-7.3.1. Владеет навыками работы в программном комплексе ERDAS Imagine для обработки и анализа ДДЗЗ	Владеет навыками работы в программном комплексе ERDAS Imagine для обработки и анализа ДДЗЗ	Не владеет навыками работы в программном комплексе ERDAS Imagine для обработки и анализа ДДЗЗ

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1	Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. Основные понятия и термины	ОР-4.1.1.	Тест
2	История развития аэрокосмических методов	ОР-4.1.1; ОР-4.1.2.	Тест
3	Физические основы аэрокосмических методов	ОР-4.1.1; ОР-4.1.2.	Тест, задание к практической/лабораторной работе «Спектральные индексы»
4	Технические средства и виды съёмки.	ОР-4.1.1; ОР-4.1.2.	Тест, доклад
5	Виды и ключевые характеристики аэрокосмических снимков	ОР-4.1.1. ОР-4.1.2.	Тест
6	Теоретические основы дешифрирования снимков	ОР-4.1.1; ОР-4.2.1; ОР-5.1.1.	Тест
7	Технология и организация дешифрирования снимков	ОР-4.1.1; ОР-4.2.1; ОР-4.2.2; ОР-4.2.3; ОР-5.1.1; ОР-5.1.2; ОР-5.2.1; ОР-5.3.3; ОР-7.2.1.	Задания к практическим работам «Описание-аннотация к снимку» и «Этапы дешифрирования»
8	Основы работы с ДДЗ в программном комплексе ERDAS Imagine	ОР-4.1.1; ОР-4.2.1; ОР-4.2.2; ОР-4.2.3; ОР-5.1.1; ОР-5.1.2; ОР-5.2.1; ОР-5.2.2; ОР-5.3.1; ОР-5.3.2; ОР-5.3.3; ОР-7.3.1.	Задания к лабораторным работам

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине (тесты, задания).

*Темы тестов:*

Тест 1 Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. Основные понятия и термины.

Тест 2. История развития аэрокосмических методов

Тест 3. Физические основы аэрокосмических методов

Тест 4. Технические средства и виды съёмки.

Тест 5. Виды и ключевые характеристики аэрокосмических снимков

Тест 6. Теоретические основы дешифрирования снимков

Тест является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, конкретными знаниями в области отдельного

раздела дисциплины. Форма тестов – закрытая, к каждому заданию даются четыре варианта ответов, один из которых является правильным. Тесты имеют разные уровни сложности; преобладают тесты средней сложности, но встречаются и тесты повышенной трудности. Тесты встроены в лекционный материал, который размещен в системе MOODLE.

*Примеры вопросов тестовых заданий:*

1. Когда появились первые коммерческие программы для работы с ДДЗ?
  - А) В 1990-х гг.
  - Б) В начале 1970-х гг.
  - В) В конце 1980-х гг.
  - Г) В конце 1950-х гг.
  
2. Выберите пример программного комплекса для работы с ДДЗ.
  - А) ER Mapper.
  - Б) ArcView GIS.
  - В) AutoCAD.
  - Г) Corel DRAW.
  
3. Какой способ представления графики характерен для цифровых космических снимков?
  - А) Любой, поддерживающий индексированную цветовую палитру.
  - Б) Фотографический.
  - В) Растровый.
  - Г) Векторный.
  
4. Какой из видов разрешения космических снимков измеряется в битах?
  - А) Пространственное разрешение съёмки.
  - Б) Временное разрешение съёмки.
  - В) Радиометрическое разрешение съёмки.
  - Г) Спектральное разрешение съёмки.
  
5. Что такое спектральное разрешение съёмки?
  - А) Минимальный размер объектов на земной поверхности, различимых на снимке.
  - Б) Количество каналов спектральных диапазонов съёмки.
  - В) Характерные интервалы длин волн электромагнитного спектра, к которым чувствителен датчик съёмочной платформы.
  - Г) Частота съёмки.
  
6. К какому виду космических систем ДДЗ по типу съёмочной аппаратуры относится российский спутник Монитор-Э?
  - А) Фотографические.
  - Б) Сканерные.
  - В) Телевизионные.
  - Г) Радиолокационные.
  
7. Что такое окна прозрачности атмосферы?

А) Диапазоны спектра электромагнитных волн, для которых атмосфера наиболее проницаема.

Б) Диапазоны высот, на которых орбита геостационарных спутников наиболее устойчива.

В) Наиболее благоприятные интервалы времени для площадной аэрофотосъёмки.

Г) Периоды безоблачной погоды для комплексного экологического мониторинга территории на основе ДДЗ.

*Примерный перечень тем лабораторных / практических занятий:*

– Основные типы съёмочных платформ и характеристика наиболее распространённых космических систем ДДЗ.

– ДДЗ с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

– Российские системы дистанционного зондирования Земли.

– Спектральные индексы (вегетационные, почвенные, снежные, водные и др.).

– Знакомство с программным комплексом ERDAS Imagine. Интерфейс.

Основные модули.

– Импорт/экспорт космических снимков в ERDAS Imagine с помощью модуля Import/Export.

– Просмотр изображений в ERDAS Imagine с помощью модуля Viewer.

Основные инструменты

– Измерение на снимках. Измерение площадей объектов. Измерение длины водотоков.

– Привязка (геометрическая коррекция) космического снимка и составление описания-аннотации к нему.

– Автоматическая (безэталонная) классификация изображений методом кластерного анализа (алгоритм ISODATA) и создание тематических растровых карт.

– Алгоритмы контролируемой классификации изображений: создание обучающих выборок, оценка качества эталонов, решающие правила классификации.

– Расчёт спектральных индексов. NDVI и др.

– Экспорт изображений.

– Создание компоновок карт.

*Задание* – подготовка доклада (по выбору студента) по теме «Основные типы съёмочных платформ и характеристика наиболее распространённых космических систем ДДЗ». Доклад длительностью 10 минут готовится по выбранному студентом вопросу. Представление доклада включает презентацию.

*Темы для докладов:*

ДЗ с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Спутники серии LANDSAT (США).

Спутники серии SPOT, Pleiades (Франция).

Sentinel - семейство спутников дистанционного зондирования Земли Европейского космического агентства, созданное в рамках проекта глобального мониторинга окружающей среды.

Гиперспектральные съёмочные системы (ASTER и MODIS – приборы, установленные на борту спутника Terra).

Радиолокационные системы ДДЗ (спутники ALOS, ERS, Envisat, RADARSAT и др.).

Российские системы дистанционного зондирования Земли.

Американские спутниковые системы сверхвысокого пространственного разрешения Ikonos, Quick Bird, GeoEye, WorldView и др.

Китайские спутниковые системы (GF, ZY, Zhuhai и др.).

Индийские спутниковые серии (IRS, Cartosat и др.).

Израильская спутниковая система (EROS и др.).

Бразильская спутниковая система (Amazônia и др.).

DMC - спутниковая группировка.

Кубсат - формат малых искусственных спутников Земли.

*Задание к лабораторной работе по теме «Просмотр изображений в ERDAS Imagine с помощью модуля Viewer»*

1. Основные инструменты.
2. Функции блока визуализации (IMAGINE Viewer).
3. Процедуры визуализации изображений.
4. Создание слоя фрагмента изображения (Menu AOI Options).
5. Управление слоями изображения в окне вьюера.
6. Отображение векторных и растровых слоёв.
7. Редактирования атрибутивной таблицы.
8. Выбор условных знаков.
9. Спектральные синтезы.

*Пример лабораторной работы «Привязка (геометрическая коррекция) космического снимка».*

Часто данные дистанционного зондирования изначально поставляются в «сыром» виде, т.е. без географической привязки. ERDAS Imagine имеет функции геометрической коррекции таких данных по векторным картам или уже привязанным растровым изображениям (т.е. находящимся в какой-либо картографической проекции и системе координат). Ниже будет рассмотрен пример геометрической коррекции снимка Aster по уже спроецированному снимку.

Шаг 1: Запустить модуль Viewer, нажав на соответствующую кнопку в главной панели ERDAS Imagine. Загрузить изображение космического снимка Tomsk.img.

Шаг 2: Отключить расширенную панель инструментов вьюера, нажав на последнюю кнопку в главной панели инструментов.

Шаг 3: Открыть второе окно вьюера, нажав на кнопку Viewer в главной панели ERDAS Imagine.

Шаг 4: Для второго окна вьюера повторить шаг 2.

Шаг 5: Оптимизировать размещение окон вьюеров на экране вручную или с помощью команды Tile Viewers меню Session главной панели ERDAS Imagine.

Шаг 6: Загрузить во второе окно вьюера изображение спроецированного снимка (файл Томск\_15м\_15\_05\_2003\_gk.img). Подтверждение о наличии географической привязки изображения можно увидеть в строке состояния окна вьюера – там показана информация о текущих координатах курсора, картографической проекции и эллипсоиде.

Шаг 7: В меню Raster первого окна вьюера выбрать команду Geometric Correction.

Шаг 8: В появившемся диалоговом окне Set Geometric Model установить геометрическую модель – Polynomial и нажать ОК.

Шаг 9: В появившемся диалоговом окне Polynomial Model Properties нажать Close.

Шаг 10: В появившемся диалоговом окне GCP Tool Reference Setup (управление установкой контрольных точек привязки) выбрать Existing Viewer (т.е. использовать контрольные точки из уже открытого окна вьюера) и нажать ОК.

Шаг 11: Указать на окно вьюера, из которого будут браться контрольные точки, нажав мышью на изображение спроецированного снимка во втором окне вьюера.

Шаг 12: В результате появится диалоговое окно с информацией о картографической проекции, типе сфероиды и системе координат уже привязанного снимка. Закрыть окно, нажав ОК.

Шаг 13: На экране должны появиться два маленьких окна вьюера, содержащих увеличенные фрагменты изображений первого и второго окон, а также таблица контрольных точек с кнопками инструментов привязки.

Шаг 14: Используя инструмент Выбор точек привязки, передвигать поочередно квадраты увеличительных окошек в первом и во втором окне вьюера, находя подходящие точки привязки. В качестве точек привязки лучше всего использовать пересечения асфальтовых и железных дорог, углы крупных строений, т.е. долгосрочные антропогенные объекты. Если на снимке антропогенных объектов нет, то можно использовать объекты гидросети, например устья малых рек, но в таком случае надо учитывать сезон съёмки (изменения гидрологического режима), а также возможность смещения русла в ходе эрозионно-аккумулятивной деятельности реки.

Шаг 15: Используя инструмент Простановка точек привязки, проставить поочередно выбранные опорные точки привязки в маленьких окнах вьюера, отражающих увеличенные фрагменты первого и второго снимков.

Хотя для геометрической коррекции достаточно трёх опорных точек, желательно иметь не менее 10 таких точек. При этом необходимо выбирать точки, как можно более равномерно располагающиеся по территории снимка, и крайне нежелательно ставить только точки, находящиеся почти на одной линии (например, вдоль реки или дороги).

В случае неправильного указания опорной точки, её можно передвинуть с помощью инструмента.

Шаг 16: Для удобства работы с контрольными точками им можно присвоить различные цвета, т.к. по умолчанию для всех точек используется белый цвет. Для этого в таблице контрольных точек поочередно в двух столбцах Color в строке точки надо нажать любую кнопку мыши и выбрать нужный цвет.

Шаг 17: Начиная с четвёртой точки, программа сама начинает проставлять опорную точку во втором окне вьюера, «предполагая» её расположение на основании уже введённых точек привязки. Однако в большинстве случаев такое «предполагаемое расположение» необходимо корректировать с помощью инструмента.

Шаг 18: После ввода трёх контрольных точек программа также начинает рассчитывать среднеквадратическую ошибку расположения для каждой точки – RMS Error. Желательно, чтобы эта ошибка была как можно меньше (в общем случае, меньше 1).



Шаг 19: Если ошибка RMS Error для какой-то точки очень велика, то необходимо перепроверить расположение этой точки на двух снимках и при необходимости переставить точку или удалить её. Для удаления точки необходимо выделить её строку в таблице, нажав на номер точки в столбце Point #, а затем там же нажать правую кнопку мыши и выбрать в ниспадающем меню Delete Selection.

Шаг 20: Если все опорные точки проставлены, и ошибки RMS Error в пределах нормы, то можно переходить к запуску процесса геометрической коррекции изображения. Для этого надо выбрать инструмент Resample в окне Geo Correction Tools.

Шаг 21: В появившемся диалоговом окне Resample в строке Output File указать свою папку и ввести название выходного файла Tomsk\_GK.img. Выбрать Resample Method (метод интерполяции) – Bilinear Interpolation. Установить опцию Ignore Zero in Stats для исключения нулевых значений из статистики изображения. Нажать ОК. В результате будет запущен процесс перепроецирования снимка. После завершения процесса нажать ОК.

Шаг 22: В окне Geo Correction Tools нажать Exit. На запросы системы о сохранении геометрической модели и точек привязки ответить Нет.

Шаг 23: Закрыть первое окно вьюера с исходным непривязанным изображением.

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (задания к зачету). В каждый вариант билета входит три задания; примеры вариантов приведены ниже.

#### Вариант 1

1. Выполнить геометрическую коррекцию изображения по уже привязанному снимку.
2. Провести автоматическую классификацию изображения методом кластерного анализа и создать тематическую растровую карту результатов классификации (дешифрирование лесной растительности).
3. Вычислить вегетационный индекс NDVI и проанализировать полученные показатели.

#### Вариант 2

1. Выполнить геометрическую коррекцию изображения по географической карте.
2. Провести контролируемую классификацию снимка на основе создания обучающих выборок и создать тематическую растровую карту результатов классификации (дешифрирование лесной растительности).
3. Вычислить вегетационный индекс SAVI и проанализировать полученные показатели.

### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Формирование каждого индикатора компетенции оценивается следующим образом:

Компетенция	Индикатор компетенции	Формат оценки	Процедура оценки
ОПК-4	ИОПК-4.1.	Тест	Тесты оцениваются в 10 баллов (максимально) за 10 вопросов
		Задание к практической работе	Выполнение задания оценивается в 10 баллов (максимально)
	ИОПК-4.2	Тест	Тесты оцениваются в 10 баллов (максимально) за 10 вопросов
		Задание к практической работе	Выполнение задания оценивается в 10 баллов (максимально)
ОПК-5	ИОПК-5.1.	Задание к практической/лабораторной работе	Выполнение задания оценивается в 10 баллов (максимально)
	ИОПК-5.2		
	ИОПК-5.3		
ОПК-7	ИОПК-7.2	Задание к практической/лабораторной работе	Выполнение задания оценивается в 10 баллов (максимально)
	ИОПК-7.3		

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится в седьмом семестре на основе суммы баллов, которые студент получил за выполнение всех заданий и тестов. Если студент сдал тесты и выполнил задания на общую сумму баллов, равную 80 % от максимально возможной суммы баллов, то он получает оценку «зачтено».

Учебная деятельность студента (в скобках указано количество видов учебной деятельности в течение семестра)	Максимальное количество баллов		
	за каждое задание	за один вид учебной деятельности	в сумме за все виды учебной деятельности и семестра
Тестирование (6)		10	6x10=60
Лабораторные работы (5)		10	5x10=50
Практические работы (5)		5	5x10=50
<b>ИТОГО</b>			<b>160</b>
<b>ЗАЧТЕНО</b>			<b>128</b>

Компетенция	Индикатор компетенции	Не зачтено	Зачтено
ОПК-4	ИОПК-4.1.	47 и менее баллов	48 -60 баллов
	ИОПК-4.2.		
ОПК-5	ИОПК-5.1.	79 и менее баллов	80-100 баллов
	ИОПК-5.2.		
	ИОПК-5.3.		
ОПК-7	ИОПК-7.2		

	<b>ИОПК-7.3</b>		
	<b>Итого</b>	127 и менее баллов	128-160 баллов

Если набрано меньше 80 % баллов от максимально возможной суммы, то студент сдает зачет по билетам в форме выполнения практических заданий на компьютере. Каждый вариант содержит три задания для проверки практических умений и навыков, включая выполнение основных технологических операций по обработке ДДЗЗ, а также анализ пространственной информации. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» / «не зачтено».

#### Критерии оценивания знаний и умений обучающихся на зачёте

«зачтено»	1) Показаны знания понятийного аппарата. 2) Продемонстрированы навыки работы в программном комплексе ERDAS IMAGINE. 3) Продемонстрированы следующие умения: - выполнять основные технологические операции по обработке снимков; - анализировать и систематизировать пространственную информацию с использованием обработанных снимков. 4) Выполнено правильно два и более практических задания.
«не зачтено»	1) Отсутствие знания понятийного аппарата. 2) Отсутствие навыков работы в программном комплексе ERDAS IMAGINE. 3) Неверное выполнение 2-х заданий и более.

#### Информация о разработчиках

Хромых О.В., канд. геогр. наук, доцент кафедры географии геолого-географического факультета