

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: и.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства

Инициалы: Д.М. Бенин

Дата подписания: 2026 11:25:28

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315354aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова  
Кафедра Экологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директор института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

«25 августа» 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.01.01 ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность: Агроэкология и экологически безопасная продукция

Курс 4

Семестр 7

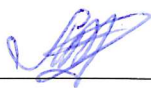
Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик:

Морев Д.В., к.б.н.



«25» июня 2025г.

Рецензент:

Гусева Ю.Е., к.б.н.



«26» июня 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии  
протокол № 16/25 от «27» июня 2025 г.

И.о. зав. кафедрой экологии, к.б.н., доцент



М.В. Тихонова

«27» июня 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
института мелиорации, водного хозяйства и  
строительства имени А.Н. Костякова,  
к.пед.н., доцент



Е.В. Щедрина

«25» августа 2025г.

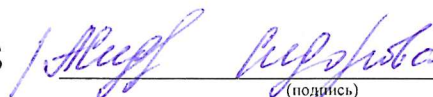
И.о. зав. выпускающей кафедрой экологии,  
к.б.н., доцент



М.В. Тихонова

«25» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ЗАНЯТИЯ .....	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	18
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	20
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	21
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	24
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	24
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	25
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	25
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	25
Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.....	26
Рекомендации по подготовке к лабораторным работам.....	27
Рекомендации по подготовке к экзамену .....	27
Рекомендации по выполнению студентами самостоятельной работы. ....	28
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ» .....	28

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.В.ДВ.01.01 «Основы дистанционного зондирования»  
для подготовки бакалавра по направлению  
05.03.06 Экология и природопользование  
направленность Агроэкология и экологически безопасная продукция

**Цель освоения дисциплины:** предложенная дисциплина ориентирована на формирование у бакалавров знаний, умений и навыков по теоретическим основам, технологическим аспектам, базовым элементам, информационно-методическим вопросам, программным платформам и особенностям применения данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в экологических исследованиях. Освоение дисциплины подразумевает использование в учебном процессе цифровых инструментов и технологий.

**Место дисциплины в учебном плане:** Цикл Б1.В.ДВ.01, вариативная часть, дисциплина по выбору осваивается в 7 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1.6 и ПКос-1.7.

**Краткое содержание дисциплины:** основы геоинформатики и использования данных дистанционного зондирования базовых компонентов экосистем; методы и оборудование геопозиционирования; проведение детальной топографической съёмки с использованием приборов геопозиционирования повышенной точности; основы анализа электромагнитного излучения в системе дистанционного зондирования; основные особенности взаимодействия электромагнитного излучения с поверхностью Земли; разрешающая способность систем дистанционного зондирования; анализ данных дистанционного зондирования с применением программного комплекса QGIS для планирования землепользования; методы цифровой обработки данных дистанционного зондирования. Растровые и векторные геоинформационные системы; геоинформационное обеспечение данными дистанционного зондирования задач ландшафтной таксации, мониторинга состояния и инвентаризации базовых компонентов гео- и урбоэкосистем; использование открытых информационно-картографические ресурсов Интернета для геоинформационного обеспечения задач ландшафтной таксации, мониторинга состояния и инвентаризации базовых компонентов гео- и урбоэкосистем.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов/3 з.е. (в т.ч. 4 часа практическая подготовка).

**Промежуточный контроль:** Экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Основы дистанционного зондирования» является выработка у бакалавров целостного представления в области применения современных методов анализа данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в экологических исследованиях, при решении задач экологического планирования землепользования, моделирования и прогнозирования экологического состояния и функционального качества базовых компонен-

тов природных, агро- и урбоэкосистем, а также овладение бакалаврами современными методами анализа данных дистанционного зондирования, применения геоинформационных (ГИС-) технологий, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере геоинформационного моделирования и оценки функционально-экологического качества базовых компонентов природных, агро- и урбоэкосистем.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Основы дистанционного зондирования» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули) учебного плана. Дисциплина «Основы дистанционного зондирования» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП и Учебного плана по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы дистанционного зондирования», являются «Методы экологических исследований», «Основы геостатистики в АПК на основе цифровых инструментов и технологий», «ГИС в экологии и природопользовании».

Дисциплина «Основы дистанционного зондирования» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Охрана окружающей среды», «Агроэкологическое моделирование» и «Агроэкологический мониторинг».

Особенностью дисциплины является то, что она тесно взаимосвязана с дисциплинами базовой и вариативной части по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование и является основополагающей для анализа проблемных экологических ситуаций при выполнении профессиональных задач и исследований.

Рабочая программа дисциплины «Основы дистанционного зондирования» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

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

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3,0 зач. ед. (108 часов\ в т.ч. 4 часа практическая подготовка), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Владеть основными методами научно-исследовательской деятельности, включая методы отбора и полевых исследований основных компонентов экосистем, проведения лабораторных анализов и статистической обработки получаемых данных, экологического моделирования и прогнозирования, экологического мониторинга и системного анализа проблемных экологических ситуаций, экологического нормирования, проектирования и ОВОС, использования ГИС и данных дистанционного зондирования с применением цифровых инструментов и технологий	ПКос-1.6 Знает экологические основы планирования землепользования с использованием данных дистанционного зондирования	Теоретические основы планирования с учётом экологических особенностей основных компонентов экосистем; Основные способы получения данных дистанционного зондирования для различных регионов исследования, с использованием цифровых программных инструментов: Яндекс.Карты, OSM	Проводить преобразование и коррекцию данных дистанционного зондирования; Выполнять классификацию пространственных объектов на космических и аэрофотоснимках различного разрешения с использованием алгоритмов обучающей выборки и без них в открытых программах проектных дуктах типа SAGA, IL-WIS	Основными средствами обработки данных дистанционного зондирования; Программными процедурами для выполнения основных операций анализа данных дистанционного зондирования в т.ч. QGIS, SAS Планета и др; Навыками экспертной оценки при проведении классификации и инвентаризации объектов землепользования.
2.			ПКос-1.7 Владеть основными методами геоинформационных исследований, геоэкономической и статистической обработки данных в экологии и природопользовании с применением цифровых инструментов и технологий	Теоретические основы и принципы работы наиболее распространенных алгоритмов интерполяции пространственных данных, таких как кригинг, метод обобщенных расстояний и т.п.; Теоретические основы геоэкономической, построения регрессионных моделей, семивариограмм.	Выявлять значимые экологические факторы на основе полученных данных дистанционного зондирования (в т.ч. используя MS Excel); Составлять производные картограммы и картограммы на основе данных дистанционного зондирования с помощью методов интерполяции;	Программным обеспечением для составления ГИС различных пространственных объектов с дальнейшим анализом основных агроэкологических параметров и выявлением проблемных экологических ситуаций (Модуль QGIS: OTB, QMS и др.)

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	Семестр № 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>52,4</b>	<b>52,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>52,4</b>	<b>52,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	4/4	4/4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	30	30
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>55,6</b>	<b>55,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	28,6	28,6
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/*	ЛР	ПКР	
Раздел 1. Основы использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в геоэкологических исследованиях базовых компонентов урбоэкосистем	31	4	2/2	6		19
Раздел 2. Получение и анализ данных дистанционного зондирования базовых компонентов гео- и урбоэкосистем.	40	8	2/2	8		22
Раздел 3. Использование геоинформационных систем для анализа и интерпретации данных дистанционного зондирования базовых компонентов гео- и урбоэкосистем.	34,6	4		16		14,6
Консультация перед экзаменом	2				2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>4/4</b>	<b>30</b>	<b>2,4</b>	<b>55,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>4/4</b>	<b>30</b>	<b>2,4</b>	<b>55,6</b>

\* в т.ч. практическая подготовка

## **Раздел 1 Основы использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в геоэкологических исследованиях базовых компонентов урбоэкосистем**

### **Тема 1.1 Основы геоинформатики и использования данных дистанционного зондирования базовых компонентов экосистем**

Основные представления о дистанционном зондировании и понятия. Идеальная схема дистанционного зондирования. Причины нарушения работы идеальной схемы дистанционного зондирования. Основные методы съемки и анализа данных дистанционного зондирования. История развития методов дистанционного зондирования. Преимущества данных дистанционного зондирования. Недостатки систем получения и анализа данных дистанционного зондирования. Области применения данных дистанционного зондирования.

### **Тема 1.2 Методы и оборудование геопозиционирования**

Теоретические и технологические основы функционирования систем глобального позиционирования (GPS, А-GPS, ГЛОНАСС). Факторы, влияющие на точность определения координат. Работа с комбинированными системами А-GPS / GPS и GPS / ГЛОНАСС. Ориентирование и привязка картографических материалов на местности с использованием навигаторов. Принципы работы систем детального позиционирования DGPS. Изучение работы спутниковых GNSS систем на примере Stonex. Изучение возможностей базовой станции, ровера и контроллера GNSS Stonex. Проведение топографической съемки с использованием GNSS. Экспорт полученных данных.

## **Раздел 2 Получение и анализ данных дистанционного зондирования базовых компонентов природных, агро-, гео- и урбоэкосистем**

### **Тема 2.1 Основы анализа электромагнитного излучения в системе дистанционного зондирования. Основные особенности взаимодействия электромагнитного излучения с поверхностью Земли**

Физические основы электромагнитного излучения. Волновая модель электромагнитного излучения, скорость его распространения. Корпускулярная теория электромагнитного излучения. Определение количества энергии, измеряемой многозональным сенсором при заданной длине волны. Основные диапазоны длин волн электромагнитного спектра (от гамма-излучения до радиоволн). Краткая характеристика оптического и видимого диапазонов длин волн электромагнитного спектра. Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой. Типы рассеивания. Взаимодействие излучения с почвой, водной поверхностью и растительным покровом. Спектральная отражательная способность почв. Основные особенности взаимодействия электромагнитного излучения с водной поверхностью (в зависимости от длины волны и увеличении экологической нагрузки). Спектральные характеристики объекта и выбор спектрального диапазона дистанционного зондирования для решения определенной задачи

## **Тема 2.2 Разрешающая способность систем дистанционного зондирования**

Пространственная разрешающая способность. Пространственное разрешение. Радиометрическое и временное разрешение. Абсолютная временная разрешающая способность. Общая классификация сенсоров и платформ дистанционного зондирования. Пассивные и активные сенсоры. Наземные, воздушные, космические платформы. Орбиты спутников дистанционного зондирования. Субполярные и солнечно-синхронные орбиты. Решение задач мониторинга окружающей среды. Основные виды ресурсных спутников, краткая характеристика их орбит, сенсорных систем и спектральных диапазонов.

## **Тема 2.3 Использование данных дистанционного зондирования с БПЛА и вегетационных индексов для анализа локальных проблемных агроэкологических ситуаций**

Основные типы беспилотных летательных аппаратов. Преимущества изображений дистанционного зондирования, полученных с использованием БПЛА, по сравнению со спутниковыми снимками и пилотируемых летательных аппаратов. Критерии внедрения БПЛА в хозяйственную деятельность. Возможности агроэкологического мониторинга за состоянием посевов с использованием вегетационных индексов. Значение индексов NDVI, SAVI, OSAVI и GDVI для анализа состояния различных сельскохозяйственных культур. Качество регрессионных моделей, построенных с использованием вегетационных индексов.

## **Тема 2.4 Пространственная коррекция спутниковых снимков и основные форматы записи данных дистанционного зондирования. Контрастирование, фильтрация и тематическая обработка мультиспектральных снимков.**

Особенности пространственной ориентации спутников. Снимки на основе координатной схемы съемки и со смещением вдоль трассы. Снимки с геопривязкой и стереоснимки. Основные форматы записи. Формат LGSOWG и его составляющие. Файлы снимков в формате LGSOWG. Функциональное спектральное разрешение в дистанционном зондировании. Характеристики спектральных диапазонов в дистанционном зондировании Земли. Соотношение масштаба карт с пространственным разрешением снимков, полученных с использованием различных платформ. Уровни обработки спутниковых снимков. Методы обработки космических снимков ДЗЗ. Способы атмосферной коррекции снимков и восстановление пропущенных пикселей. Контрастирование снимков ДЗЗ и методы повышения контраста. Фильтрация и тематическая обработка мультиспектральных снимков. Анализ главных компонент и метод спектрального разделения.

## **Раздел 3 Использование геоинформационных систем для анализа и интерпретации данных дистанционного зондирования базовых компонентов природных, агро-, гео- и урбоэкосистем**

**Тема 3.1 Методы цифровой обработки данных дистанционного зондирования. Основы дешифрирования снимков. Разработка геоинформационных систем на основе дешифрирования снимков спутников. Агроэкологическое картографирование ландшафта и почвенного покрова с использованием данных дистанционного зондирования.**

Основные этапы дешифрирования снимков (данных) дистанционного зондирования. Основные дешифровочные признаки данных дистанционного зондирования. Методы дешифрирования ДДЗ. Реестр результатов дешифрирования. Этапы обработки цифровых снимков ДДЗ. Цифровая почвенная картография: основные понятия и задачи. Задачи агроэкологического картографирования. Использование данных SRTM для создания цифровой модели рельефа. Классификация почвенных описаний и дискриминантный анализ. Корректировка яркости снимков дистанционного зондирования. Операции по исключению атмосферных помех.

**Тема 3.2 Классификация пикселей растровых изображений с обучением и без при дешифрировании мультиспектральных снимков. Использование открытых информационно-картографических ресурсов Интернета для геоинформационного обеспечения задач ландшафтной таксации, мониторинга состояния и инвентаризации базовых компонентов гео- и урбо-экосистем**

Понятие классификации как одного из методов дешифрирования снимков. Виды классификаций и условия применения. Этапы классификации пикселей с обучением. Способы и варианты классификации. Основные особенности использования способа спектрального угла. Основные особенности использования способа минимального расстояния. Основные особенности использования способа параллелепипедов. Основные особенности использования способа максимального правдоподобия. Основные особенности использования способа дистанции Махаланобиса. Основные особенности использования способа бинарного кодирования. Открытые информационно-картографические ресурсы интернета. Яндекс-карты. Применение и редакция «Яндекс Народная карта». Приложение Google-Earth. Возможности программы, Редактирование и использование данных. Программа SAS.Планета. Обзор возможностей программы. Работа со слоями, полигонами, метками. Проведение измерений. Обзор и получение космо- и аэрофотоснимков с сайта геопортала Роскосмоса, открытых карт Google, Yandex, Yahoo, Wikimapia с использованием SAS.Планета. Чтение картографической информации. Спектральная классификация объектов

#### **4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия**

Курс лекций, лабораторных работ и практических занятий включает в себя 3 основных раздела, описание которых приведено в табл. 4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения приведён в табл. 5.

**Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторного практикума/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Основы использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в геоэкологических исследованиях базовых компонентов урбоэкосистем.</b>				12/2
	Тема 1.1. Основы геоинформатики и использования данных дистанционного зондирования базовых компонентов экосистем.	Лекция № 1. Основные представления о дистанционном зондировании и методах его проведения. Основные методы съемки и анализа данных дистанционного зондирования. Идеальная схема и причины нарушения её работы. Преимущества и недостатки систем получения ДДЗ.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Экспресс-опрос №1	2
		Лабораторная работа № 1. Оценка основных этапов дистанционного зондирования и анализа данных дистанционного зондирования, возможности их редактирования и прикладной интерпретации в экологических исследованиях.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Групповая дискуссия №1	2
	Тема 1.2. Методы и оборудование геопозиционирования.	Лекция № 2. Принцип работы и технологические особенности систем спутникового позиционирования на примере GPS. История развития глобальных систем позиционирования. Точность определения координат и условия. Технологии A-GPS и DGPS.	ПКос-1.7	Экспресс-опрос №2	2
		Практическое занятие №1. Проведение наземной топографической съемки с использованием системы точного позиционирования GNSS Stonex S9 III для корректировки данных дистанционного зондирования	ПКос-1.7	Групповая дискуссия №2	2/2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторного практикума/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа №2 Экспорт данных детального геопозиционирования с контроллера системы Stonex S9 III в программу QGIS с подбором топографической основы	ПКос-1.7	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №1)	2
		Лабораторная работа №3. Оценка основных методов получения данных дистанционного зондирования и анализ их преимуществ и недостатков	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Тестирование №1	2
	<b>Раздел 2. Получение и анализ данных дистанционного зондирования базовых компонентов гео- и урбоэкосистем.</b>				18/2
2.	Тема 2.1. Основы анализа электромагнитного излучения в системе дистанционного зондирования. Основные особенности взаимодействия электромагнитного излучения с поверхностью Земли.	Лекция №3. Основы анализа электромагнитного излучения в системе Дистанционного Зондирования. Физические аспекты электромагнитного излучения. Корпускулярная теория электромагнитного излучения. Зависимость несущей энергии от длины волны и спектральный состав излучения. Взаимодействие излучения с атмосферой. Типы рассеивания. Взаимодействие излучения с почвой, водной поверхностью и растительным покровом.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Экспресс-опрос №3	2
		Лабораторная работа №4. Определение количества энергии, измеряемой многозональным сенсором при заданной длине волны. Краткая характеристика оптического и видимого диапазонов длин волн электромагнитного спектра. Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой	ПКос-1.7	Групповая дискуссия №3	2
	Тема 2.2. Разрешающая способность систем дистанционного	Лекция №4. Разрешающая способность систем дистанционного зондирова-	ПКос-1.6; ПКос-	Экспресс-опрос №4	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторного практикума/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	зондирования.	ния. Пространственное, спектральное, радиометрическое и временное разрешение. Общая классификация сенсоров и платформ. Орбиты спутников. Ресурсы спутники.	1.7		
		Лабораторная работа №5. Получение снимков низкого разрешения систем Landsat и Sentinel, а также радарной миссии SRTM с использованием сервисов геологической службы США, Европейской службы мониторинга и NASA.	ПКос-1.7	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №2)	2
		Лабораторная работа №6. Импорт полученных снимков низкого разрешения в проект ГИС. Использование инструмента ОТВ программного пакета QGIS.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №3)	2
	Тема 2.3. Использование данных дистанционного зондирования с БПЛА и вегетационных индексов для анализа локальных проблемных агроэкологических ситуаций.	Лекция №5. Особенности использования БПЛА для получения ДДЗ. Вегетационные индексы и их использование в рамках агроэкологического мониторинга состояния растительных сообществ на примере NDVI, SAVI, OSAVI и GDVI.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Экспресс-опрос №5	2
		Практическое занятие №2. Расчёт индексов NDVI, SAVI, OSAVI и GDVI с использованием различных алгоритмов и калькулятора растров в программе QGIS	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчёт в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №4)	2/2
	Тема 2.4. Пространственная коррекция спутниковых снимков и основные форматы записи данных дистанционного зондирования. Контрастирование, фильтрация и тематическая обработка мультиспек-	Лекция №6. Функциональное спектральное разрешение в дистанционном зондировании. Основные спектральные диапазоны в ДДЗ. Масштабы карт и разрешение снимков. Уровни и способы коррекции снимков. Атмосферная коррекция ДДЗ. Контрастирование,	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Экспресс-опрос №6	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторного практикума/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	тральных снимков.	фильтрация и анализ главных компонент при работе с ДДЗ.			
		Лабораторная работа №7. Контрастирование снимков космических аппаратов Landsat. Работа с гистограммой в программе ILWIS Academic	ПКос-1.7	Защита отчёт в программе ILWIS (Индивидуальная расчётная работа №5)	2
	<b>Раздел 3. Использование геоинформационных систем для анализа и интерпретации данных дистанционного зондирования базовых компонентов природных, агро-, гео- и урбозкосистем</b>				<b>20</b>
3.	Тема 3.1. Методы цифровой обработки данных дистанционного зондирования. Основы дешифрирования снимков. Разработка геоинформационных систем на основе дешифрирования снимков спутников. Агроэкологическое картографирование ландшафта и почвенного покрова с использованием данных дистанционного зондирования.	Лекция № 7. Методы дешифрирования и коррекции данных дистанционного зондирования. Основные этапы дешифрирования ДДЗ. Основные методы дешифрирования ДДЗ. Этапы обработки цифровых снимков. Коррекция и восстановление цифровых снимков дистанционного зондирования.	ПКос-1.7	Экспресс-опрос №7	2
		Лабораторная работа №8. Морфометрический анализ территории. Составление картограмм крутизны и экспозиции склонов участков на основе данных SRTM в программе QGIS. Подготовка изолиний.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №6)	2
		Лабораторная работа №9. Анализ гидрологических условий на основе ДДЗ. Составление картограммы водосборной поверхности и анализ водных потоков с использованием данных SRTM в программе QGIS.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №7)	2
		Лабораторная работа №10. Создание и анализ вертикальных профилей ландшафтов на основе цифровых моделей рельефа с использованием модуля Profile tool	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчёт в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №8)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторного практикума/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа №11. Извлечение точек высотных отметок из растровых изображений и создание на их основе векторных слоев. Интерполяция данных с помощью методов триангуляции, обратных расстояний и кригинга.	ПКос-1.7	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №9)	2
	Тема 3.2. Классификация пикселей растровых изображений с обучением и без при дешифрировании мультиспектральных снимков. Использование открытых информационно-картографических ресурсов интернета. Спектральная классификация объектов.	Лекция № 8. Классификация как один из методов дешифрирования ДДЗ. Способы и этапы классификации. Алгоритмы классификации с обучением и без обучения. Использование открытых информационно-картографических ресурсов интернета. Спектральная классификация объектов.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Экспресс-опрос №8	2
		Лабораторная работа №12. Проведение классификации пикселей без использования обучающей выборки в программе MultiSpec	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчета в программе MultiSpec (Индивидуальная расчётная работа №10)	2
		Лабораторная работа № 13. Проведение классификации пикселей алгоритмами с обучением и без обучения с использованием программы QGIS	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчёт в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №11)	2
		Лабораторная работа №14. Изучение основных возможностей открытой программы SAS.Планета при работе с открытыми источниками картографической информации.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Защита отчёт в программе MapInfo (Индивидуальная расчётная работа №12)	2
		Лабораторная работа №15. Изучение основных аспектов использования ДДЗ при разработке ГИС в задачах экологии и природопользования.	ПКос-1.6; ПКос-1.7	Тестирование №2	2

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Основы использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в геоэкологических исследованиях базовых компонентов урбоэкосистем.</b>		
1.	Тема 1.1. Основы геоинформатики и использования данных дистанционного зондирования базовых компонентов экосистем.	1. История развития методов дистанционного зондирования; 2. Области применения данных дистанционного зондирования.  ПКос-1.6
2.	Тема 1.2. Методы и оборудование геопозиционирования	1. Работа с комбинированными системами А-GPS / GPS и GPS / ГЛОНАСС; 2. Ориентирование и привязка картографических материалов на местности с использованием навигаторов; 3. Основные глобальные навигационные системы Galileo, BeiDou и др.; 4. Проведение топографической съемки с использованием GNSS.
<b>Раздел 2. Получение и анализ данных дистанционного зондирования базовых компонентов гео- и урбоэкосистем.</b>		
3.	Тема 2.1. Основы анализа электромагнитного излучения в системе дистанционного зондирования. Основные особенности взаимодействия электромагнитного излучения с поверхностью Земли	1. Волновая модель электромагнитного излучения, скорость его распространения; 2. Основные диапазоны длин волн электромагнитного спектра (от гамма-излучения до радиоволн).  ПКос-1.7
4	Тема 2.2. Разрешающая способность систем дистанционного зондирования.	1. Кривая спектральной отражательной способности; 2. Спектральные характеристики объекта и выбор спектрального диапазона дистанционного зондирования для решения определенной задачи.  ПКос-1.6; ПКос-1.7
5	Тема 2.3. Использование данных дистанционного зондирования с БПЛА и вегетационных индексов для анализа локальных проблемных агроэкологических ситуаций.	1. Основные типы беспилотных летательных аппаратов; 2. Качество регрессионных моделей, построенных с использованием вегетационных индексов.  ПКос-1.6; ПКос-1.7
6	Тема 2.4. Пространственная коррекция спутниковых снимков и основные форматы записи данных дистанционного зондирования	1. Тематическая обработка космических снимков; 2. Форматы записи данных дистанционного зондирования

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ния. Контрастирование, фильтрация и тематическая обработка мультиспектральных снимков.	ПКос-1.7
<b>Раздел 3. Использование геоинформационных систем для анализа и интерпретации данных дистанционного зондирования базовых компонентов природных, агро-, гео- и урбоэкосистем</b>		
7	Тема 3.1. Методы цифровой обработки данных дистанционного зондирования. Основы дешифрирования снимков. Разработка геоинформационных систем на основе дешифрирования снимков спутников. Агроэкологическое картографирование ландшафта и почвенного покрова с использованием данных дистанционного зондирования.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цифровая почвенная картография: основные понятия и задачи;</li> <li>2. Задачи агроэкологического картографирования;</li> <li>3. Получение данных SRTM из открытых источников.</li> </ol> <p>ПКос-1.6; ПКос-1.7</p>
8	Тема 3.2. Классификация пикселей растровых изображений с обучением и без при дешифрировании мультиспектральных снимков. Использование открытых информационно-картографических ресурсов Интернета для геоинформационного обеспечения задач ландшафтной таксации, мониторинга состояния и инвентаризации базовых компонентов гео- и урбоэкосистем.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные проблемы классификации объектов при разработке инвентаризационных картосхем в экологии и природопользовании.</li> <li>2. Основные открытые источники получения космических снимков Landsat, Sentinel и других ресурсных спутников</li> </ol> <p>ПКос-1.6; ПКос-1.7</p>

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Основные представления о дистанционном зондировании и методах его проведения. Основные методы съемки и анализа данных дистанционного зондирования. Идеальная схема и причины нарушения её работы. Преимущества и недостатки систем получения ДДЗ.	Л Лекция-визуализация
2.	Оценка основных этапов дистанционного зондирования и анализа данных дистанционного зондирования, воз-	ЛР Групповая дискуссия

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	возможности их редактирования и прикладной интерпретации в экологических исследованиях.	
3.	Проведение наземной топографической съемки с использованием системы точного позиционирования GNSS Stonex S9 III для корректировки данных дистанционного зондирования	ПЗ Групповая дискуссия
4.	Определение количества энергии, измеряемой многозональным сенсором при заданной длине волны. Краткая характеристика оптического и видимого диапазонов длин волн электромагнитного спектра. Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой	ЛР Групповая дискуссия

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### Тесты для текущего контроля знаний обучающихся (образец)

##### 1. Первые воздушные снимки в России были получены:

а) 18 апреля 1886 г; б) 18 мая 1886 г; в) 18 мая 1896 г; г) 8 марта 1890 г.

##### 2. Тон объекта характеризует:

а) яркость объекта; б) форму объекта; в) размеры объекта; г) профиль объекта;

##### 3. Когда был запущен первый спутник Landsat?

а) 15 апреля 1999 г; б) 1 января 1984; в) 23 июля 1972; г) 5 марта 1978.

##### 4. Сколько каналов покрывает MSS сенсор?

а) 2; б) 5; в) 7; г) 3.

##### 5. Какое разрешение имеют панхроматические снимки, полученные со спутников SPOT-5?

а) 10 м; б) 5 м в) 1 м; г) 20 м.

#### Примерный перечень вопросов для организации экспресс-опросов

1. Что собой представляют окна прозрачности атмосферы?
2. В каком случае доля регистрируемого сенсором в диапазоне видимого света рассеянного излучения составляет 5%?

3. Взаимодействие излучения с какими частицами является причиной рассеивания Релея и рассеивания Ми?
4. Как используется кривая спектральной отражательной способности при тематическом анализе ДДЗ?
5. Что собой представляет поверхность Ламберта?

#### **Примерный перечень вопросов для организации групповой дискуссии**

1. Какие задачи решает использование ДЗЗ в коротковолновом инфракрасном диапазоне?
2. Насколько применение технологии ALI позволило снизить вес и энергоёмкость аппаратуры спутников серии Landsat по сравнению с комплексом Enhanced Thematic Mapper (ETM+)?
3. Для решения каких задач используется радиометр AVHRR?
4. Как при дешифрировании ДДЗ используются расчеты статистических показателей исходных данных?
5. Чем различаются визуальные и численные методы дешифрирования ДДЗ?

#### **Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных расчетных работ**

1. Какие задачи можно решать с использованием индекса вегетации NDVI?
2. Какие спектральные каналы позволяют рассчитывать индекс OSAVI?
3. Как изменяется гистограмма яркости, при изменении контрастности?
4. Как подобрать оптимальное количество классов для классификации объектов окружающей среды?
5. Какие открытые картографические источники поддерживает программа SAS.Планета?

#### **Примерный перечень вопросов, выносимых на аттестацию (Экзамен)**

1. Основные представления о дистанционном зондировании. Базовые понятия и термины. История и перспективы развития. Применение в геоинформатике.
2. Методы дистанционного зондирования. Перспективы развития и использования в экологии и природопользовании.
3. Процесс сбора данных дистанционного зондирования и их использование в географических информационных системах экологии и природопользования.
4. Идеальная схема дистанционного зондирования. Электромагнитное излучение. Отраженное электромагнитное излучение. Идеальный сенсор.
5. Причины нарушения работы идеальной системы дистанционного зондирования. Взаимодействия излучения с газами атмосферы. Технические ограничения передачи данных и их интерпретации.
6. История развития методов дистанционного зондирования. Функциональные возможности и задачи современных методов дистанционного зондирования.

7. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных дистанционного зондирования, возможности их редактирования и прикладной интерпретации в экологии и природопользовании.
8. Основные методы съемки и анализа данных дистанционного зондирования. Использование многовременной, многозональной, многополяризационной съемки
9. Преимущества данных дистанционного зондирования в области наук о Земле и экологии. Применение космических снимков для обновления карт.
10. Типичные недостатки современных систем получения и анализа данных дистанционного зондирования. Использование растровых ГИС.
11. Области применения данных дистанционного зондирования. Определение пространственных границ и структуры объектов.
12. Оценка состояния территории по данным дистанционного зондирования. Инвентаризация пространственных объектов в экологии и природопользовании.
13. Основные области применения данных дистанционного зондирования в экологии и природопользовании, землепользовании, сельском и лесном хозяйстве.
14. Основы анализа электромагнитного излучения в системе дистанционного зондирования. Физические основы электромагнитного излучения.
15. Основные особенности и характеристики электромагнитного излучения. Волновая модель электромагнитного излучения, скорость его распространения.
16. Корпускулярная теория электромагнитного излучения. Определение количества энергии, измеряемой многозональным сенсором при заданной длине волны.
17. Излучательная способность природных объектов. Основные диапазоны длин волн электромагнитного спектра (от гамма-излучения до радиоволн).
18. Краткая характеристика оптического и видимого диапазонов длин волн электромагнитного спектра.
19. Основные особенности взаимодействия электромагнитного излучения с атмосферой. Три основных типа взаимодействия солнечного излучения.
20. Окна прозрачности атмосферы и их краткая характеристика.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

**Виды текущего контроля:** экспресс-опросы, защита индивидуальных расчетных работ, тестирование, групповые дискуссии.

**Виды промежуточного контроля:** экзамен.

### Критерии оценки результатов экспресс-опросов студентов:

Экспресс-опрос реализован в форме онлайн тестирования с использованием сервиса unislide.io (или аналогичного). Количество вопросов в тесте ограничено (не более пяти). Время тестирования до 5 минут. Оценивание результатов тестирования предлагается осуществлять в соответствии со шкалой, представленной в таблице 7.

Таблица 7

Шкала оценивания, Количество верных ответов	Оценка
5	Высокий уровень «5» (отлично)
4	Средний уровень «4» (хорошо)
3	Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)
2 и менее	Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)

### Критерии оценки работы студентов на групповой дискуссии:

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, который свободно ориентируется в теме групповой дискуссии, четко аргументирует собственную позицию, выделяет ключевые проблемы обсуждения, подводит промежуточные итоги, проявляет искреннюю заинтересованность во мнении других участников обсуждения, правильно отвечает на вопросы преподавателя. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, который хорошо разобрался в теме групповой дискуссии, освоил теоретический материал, но по отдельным вопросам требуется помощь преподавателя или других студентов. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, который частично с пробелами ориентируется в теме групповой дискуссии, часто обращается к помощи преподавателя или других студентов, слабо вовлечен в дискуссию с другими участниками. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не разобрался в теме групповой дискуссии, не проявил заинтересованности, не поддерживает обсуждаемые темы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

### Критерии оценки тестов:

Время тестирования - 30 минут.

Оценивание результатов тестирования предлагается осуществлять в соответствии со шкалой, представленной в таблице 9.

Таблица 9

Шкала оценивания, % правильных ответов от максимально возможного	Оценка
85-100	Высокий уровень «5» (отлично)
70-84	Средний уровень «4» (хорошо)
55-69	Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)
54 и менее	Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)

Критерии оценки расчетных заданий:

Таблица 10

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценка «пять» ставится в том случае, если студент свободно владеет методикой работы и обладает необходимыми теоретическими знаниями по теме работы, правильно выполнил все задания, работа оформлена должным образом. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	Оценка «четыре» ставится в том случае, если во время защиты работы, при надлежаще оформленной работе и верно выполненных заданиях, преподавателю приходилось периодически задавать студенту уточняющие/пояснительные вопросы для выяснения глубины знаний. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Оценка «три» выставляется студенту, если во время защиты работы, при надлежаще оформленной работе и верно выполненных заданиях, студент продемонстрировал отрывочные знания теоретической базы и методики выполнения работы, недостаточно проработан анализ. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Оценка «два» выставляется в том случае, если в ответах студента на вопросы преподавателя выявлена слабая осведомленность о цели, задачах и методике работы, работа оформлена ненадлежащим образом, анализ выполнен поверхностно и/или неверно. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

Для оценки работы студента по дисциплине в целом используется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии оценок успеваемости студентов приведены в таблице 11.

## Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 11

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Расчётные работы оформляются в компьютерном классе. Время отработки пропущенных занятий устанавливается по предварительной договоренности с преподавателем. Студент, не выполнивший расчётные работы и не прошедший тестирование до экзамена не допускается.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1 Основная литература

1. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / составитель А. Н. Соловицкий. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 66 с. — ISBN 978-5-8353-2418-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135244>
2. Короткова, Е. М. Применение данных дистанционного зондирования Земли для оценки окружающей среды : учебно-методическое пособие / Е. М. Короткова. — Томск : ТГАСУ, 2023. — 92 с. — ISBN 978-5-6049514-1-5. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/408602>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Самсонова В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: на примере дерново-подзолистых почв. –М.:Изд-во ЛКИ, 2008. -160с.
2. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. — Красноярск : СФУ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-7638-3084-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64590>
3. Любимов, А. В. Дистанционные методы оценки ресурсов лесного фонда : учебное пособие для спо / А. В. Любимов, А. В. Грязькин, С. В. Вавилов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-7121-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155687>
4. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. — Красноярск : СФУ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-7638-3084-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64590>
5. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин ; под редакцией А. С. Борейшо. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87570>

## 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р ИСО 5725. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. М: ГОССТАНДАРТ России, 2010.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://earthexplorer.usgs.gov/> - сайт геологической службы США, на котором в открытом доступе размещены снимки с космических спутников;
2. <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/> - международный проект который позволяет скачивать цифровые модели любых участков Земли;
3. <http://www.mnr.gov.ru/> - вебсайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (открытый доступ).
4. <http://www.mosecom.ru/> - вебсайт специально уполномоченной организации города Москвы по осуществлению государственного экологического мониторинга.
5. <http://www.dpioos.ru/eco/ru/ecology> - раздел сайта Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, посвященный экологии.

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) Справочная правовая система «КонсультантПлюс».

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1. Основы использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем в геоэкологических исследованиях базовых компонентов урбоэкосистем	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
2	Раздел 2. Получение и анализ данных дистанционного зондирования базовых компонентов гео- и урбоэкосистем.	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
		ILWIS Academic	Расчётная	52°North ILWIS Community	2007
3	Раздел 3. Использование геоинформационных систем для анализа и интерпретации данных дистанционного зондирования базовых компонентов природных, агро-, гео- и урбоэкосистем	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
		MultiSpec©	Расчётная	Университет Пурдюю (David Landgrebe и Larry Biehl)	2020
		MapInfo	Расчётная	Pitney Bowes Software Inc	2019
		SAS.Планета	Расчётная	Группа SAS	2020

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине экология

Описание материально-технической базы, имеющейся на кафедры и необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Экология» представлено в таблице 9.

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
29 учебный корпус, компьютерный класс №212.	14 ПК, Моноблок преподавателя, ТВ, 15 столов, 29 стульев

29 учебный корпус, компьютерный класс №214.	12 моноблоков, моноблок преподавателя, 13 столов, 25 стульев, без мультимедиа систем.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки (ауд. №144)	Компьютеризированная система поиска научных и учебных материалов, сканер, сотрудник-консультант
Общежитие №11 Комната для самоподготовки	Письменные столы, стулья

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.

Перед очередной лекцией студентам необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то необходимо обратиться к преподавателю.

Особое внимание следует уделять терминам. Важно понимать, что во многих терминологических системах традиционно встречаются многозначные термины. Все термины и понятия, семантика которых недостаточно ясна обучающемуся, он должен проверять с помощью энциклопедий, словарей и справочников и выписывать толкование в тетрадь. Студенту необходимо помнить, что от владения специальной терминологией - знания термина и успешного оперирования им - часто зависит успех как в учебной, так и в профессиональной сфере.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Студент, получивший по итогам экспресс-опроса неудовлетворительную оценку также обязан проработать материал дополнительно и предоставить конспект.

### **Рекомендации по подготовке к лабораторным работам.**

Цель лабораторных работ – помочь студентам в усвоении наиболее важных и сложных тем курса, а также способствовать выработке у студентов умения ориентироваться в вопросах дистанционного зондирования.

Лабораторные работы представляют собой расчётные работы. Студент должен: а) ознакомиться с алгоритмом выполнения планируемого расчёта; б) изучить необходимую для выполнения работы программную и приборную базу; в) оформить полученные результаты в соответствии с установленными требованиями;

В ходе подготовки к лабораторным работам студентам следует начать с ознакомления с методикой проведения расчёта и теоретической базой, которая отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучении обязательной литературы, рекомендованной к данной теме. Кроме основной литературы, необходимо ознакомиться с дополнительной литературой, публикациями в периодических изданиях. Студент, кроме рекомендованного списка литературы, может пользоваться источниками, найденными самостоятельно.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к занятию, следует своевременно явиться на консультацию к преподавателю в назначенное им время и отчитаться по изучавшейся теме. Студенты, не отчитавшиеся в срок по каждой не проработанной ими на занятиях теме или не защитившие индивидуальную расчётную работу, имеют возможность отчитаться по ним в течение последующей недели.

### **Рекомендации по подготовке к экзамену.**

При подготовке к зачету с оценкой необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций, так как они обладают преимуществами по сравнению с печатными изданиями. Обычно конспекты более детальны, отражают самую современную и оперативную информацию, подробно освещают вопросы, интересующие обучающихся. Однако подготовка только по лекционным материалам все же недостаточна, студентам необходимо использовать и другую учебную литературу. Для серьезного раскрытия проблем изучаемой дисциплины рекомендуется использовать два или более учебных пособия, так как не существует идеальных учебников, но каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Сопоставление разных подходов к описанию научных проблем, сравнение теоретической информации позволяют более глубоко и основательно усвоить учебный курс.

С вопросами к экзамену рекомендуется ознакомиться в самом начале изучения дисциплины, это позволит в течение семестра эффективно организовать самостоятельную работу, корректировать свои конспекты и особое внимание уделять тем научным проблемам, которые выделены как важнейшие.

Приступая к подготовке, важно с самого начала правильно распределить время и силы. Начинать подготовку следует с ознакомления с программой, списком литературы и основными понятиями. Подготовка должна заключаться

не в простом прочтении пособий или учебников, а в составлении готовых текстов устных ответов на каждый вопрос изучаемой темы. При изучении литературы нужно выделять главное (определения, признаки, значимые факты, причинно-следственные связи и т.п.). Одновременно рекомендуется составлять краткий (4-5 пунктов) план ответа на каждый вопрос темы и располагать информацию согласно пунктам этого плана. Важным условием высокой оценки на зачёте является аргументация своей точки зрения с опорой на использованную специальную литературу.

На экзамене ответ студента по любому вопросу может длиться в пределах 8-10 минут (без учёта времени на подготовку – 40 минут). На это время и нужно ориентироваться при отборе содержания и объема необходимого материала, набросать план будущего ответа.

### **Рекомендации по выполнению студентами самостоятельной работы.**

Самостоятельная работа студентов в вузе является важным видом его учебной и научной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу, студент должен освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный по дисциплине «Основы дистанционного зондирования».

Осуществляя самостоятельную работу, студент может использовать дополнительные учебные, учебно-методические и методические пособия и т.д., не указанные в списке, предложенным преподавателем. Если по определенной теме в соответствии с рабочей программой не осуществляется чтение лекции, то данная тема может обсуждаться на лабораторной работе, либо студенты получают дополнительное задание и представляют в той или иной форме отчет о его выполнении.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к занятию, следует своевременно явиться на консультацию к преподавателю в назначенное им время и отчитаться по изучавшейся теме. Студенты, не отчитавшиеся в срок по каждой не проработанной ими на занятиях теме или не защитившие индивидуальную расчетную работу, имеют возможность отчитаться по ним в течение последующей недели. Отработка расчётных работ проводится в компьютерном классе кафедры экологии с использованием компьютеров и программного обеспечения кафедры.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине «Основы дистанционного зондирования»**

Дисциплина «Основы дистанционного зондирования» позволит студентам расширить профессиональные знания и подготовит их к грамотному анализу данных и их интерпретации. Процесс обучения предполагает сочетание аудиторной и самостоятельной работы, поскольку именно дополнение аудиторной работы самостоятельной деятельностью студентов способствует разви-

тию самостоятельности и творческой активности как при овладении, так и практическом использовании полученных знаний. В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания.

Использование интерактивных форм и методов на занятиях являются актуальной проблемой современного вуза и, вероятно, наступает эпоха расцвета интерактивных методов обучения. ФГОС ВО студентов всех направлений делают обязательным использование именно активных методов обучения. Активные методы обучения являются одним из наиболее эффективных средств вовлечения студентов в учебно-познавательную деятельность. Интерактивный – означает способность взаимодействовать или находится в режиме беседы, диалога. Следовательно, интерактивное обучение – диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие педагога и студента.

К категории таких методов относится групповая дискуссия. В разработанных тематических планах тема групповой дискуссии затрагивает оценку основных этапов дистанционного зондирования и анализа данных дистанционного зондирования, возможностей их редактирования и прикладной интерпретации в экологических исследованиях. Преподаватель не должен ограничивать студентов в детализации выбранных ими вопросов дискуссии. Как правило, выбираются основные этапы и аспекты проведения зондирования и анализа данных. Теоретическая конференция требует планомерной, кропотливой подготовки материала заранее. Преподаватель знакомится с планами, подготовленными студентами, рекомендует новую литературу, кроме той, что была уже дана в общей тематике, консультирует участников дискуссии. После окончания выступления с проработанным вопросом студенты задают вопросы по представленной информации. Вопросы и ответы на них составляют центральную часть лабораторной работы. Как известно, способность поставить вопрос предполагает известную подготовленность по соответствующей теме. И чем основательнее подготовка, тем глубже и квалифицированнее задается вопрос. Отвечает на вопросы сначала докладчик, потом любой студент, изъявивший желание высказаться по тому или другому из них. Особенно активны в этих случаях бывают дублиеры докладчика, если таковые назначались. Как правило, по обсуждаемому вопросу разворачивается активная дискуссия. Помимо полученных знаний студенты приобретают бесценный опыт общения с аудиторией.

Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения каждого из основных разделов дисциплины. Промежуточный контроль знаний проводится письменно (тестирование). Оценки доводятся до сведения студентов и отражаются в рабочей ведомости преподавателя.

В итоге на экзамене студент должен продемонстрировать преподавателю широкую компетентность по вопросам дистанционного зондирования в рамках пройденного курса с использованием всех имеющихся современных методических и технических средств обучения на кафедре.

### **Программу разработал:**

Морев Д.В., к.б.н.

---

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01 «Основы дистанционного зондирования»

ОПОП ВО по направлению 05.03.06 - «Экология и природопользование»,

направленность «Агроэкология и экологически безопасная продукция»)

(квалификация выпускника – бакалавр)

Гусевой Юлией Евгеньевной, доцентом кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом биологических наук. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы дистанционного зондирования» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование», направленности «Агроэкология и экологически безопасная продукция» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (разработчики – Морев Дмитрий Владимирович, доцент кафедры экологии, кандидат биологических наук; Потапова Владислава Андреевна, ассистент кафедры экологии).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы дистанционного зондирования» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 – «Экология и природопользование».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы дистанционного зондирования» закреплено **2 компетенции**. Дисциплина «Основы дистанционного зондирования» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы дистанционного зондирования» составляет 3 зачётные единицы (108 часов/из них практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы дистанционного зондирования» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Основы дистанционного зондирования» предполагает 4 занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.03.06 – Экология и природопользование.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и участие в групповых дискуссиях, участие в тестировании, экспресс-опросах и защиты отчётов по индивидуальным расчётным работам), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 05.03.06 – **Экология и природопользование**.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (учебные пособия), дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсами – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 *Экология и природопользование*.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы дистанционного зондирования» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы дистанционного зондирования».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы дистанционного зондирования» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 *Экология и природопользование*, направленность «*Агроэкология и экологически безопасная продукция*» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной доцентом кафедры экологии, кандидатом биологических наук Моревым Д.В., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Гусева Ю.Е., к.б.н. доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» Ю.Е. Гусева « 26 » июня 2025 г.  
(подпись)