

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

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

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 11.08.2024 11:05:58

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ 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. директора института мелиорации,

водного хозяйства и строительства

имени А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

“28” августа 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Б1.В.07 ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 05.04.06 Экология и природопользование

Направленность: Агроэкологический менеджмент и IoT мониторинг с верификацией почво- и углерод сберегающих технологий

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

**Разработчик (и):**

Морев Д.В., к.б.н.

Потапова В.А.



«28» августа 2023г.

«28» августа 2023г.

**Рецензент:**

Мазиров М. А., д. б. н., профессор,

профессор кафедры земледелия и

методики опытного дела




«28» августа 2023г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, профессиональных стандартов: 13 «Сельское хозяйство», 26 «Химическое, химико-технологическое производство» по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии  
протокол № 11/24 от «28» августа 2023г.

Зав. кафедрой Васенев И.И. д.б.н., профессор



«28» августа 2023г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической

комиссии института мелиорации,

водного хозяйства и строительства

имени А.Н.Костякова, к.ф.-м.н., доцент



Ивахненко Н.Н.

«28» августа 2023г.

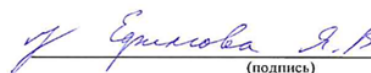
Заведующий выпускающей кафедрой экологии



И.И. Васенев

«28» августа 2023г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИС-ТЕХНОЛОГИИ И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ» .....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	<b>6</b>
ПО СЕМЕСТРАМ .....	<b>6</b>
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>9</b>
4.3 ЛЕКЦИИ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	<b>12</b>
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>15</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	<b>16</b>
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	<b>19</b>
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
7.1 Основная литература .....	<b>20</b>
7.2 Дополнительная литература .....	<b>21</b>
7.3 Нормативные правовые акты .....	<b>21</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИС-ТЕХНОЛОГИИ И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ» .....</b>	<b>22</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>22</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИС-ТЕХНОЛОГИИ И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ АГРО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ» .....</b>	<b>23</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>24</b>
Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям .....	<b>24</b>
Рекомендации по подготовке к лабораторным работам и практическим занятиям .....	<b>25</b>
Рекомендации по подготовке к экзамену .....	<b>25</b>
Рекомендации по выполнению студентами самостоятельной работы .....	<b>26</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	<b>26</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>27</b>

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины

### **Б1.В.07 ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования**

по направлению подготовки 05.04.06 – Экология и природопользование,

Направленность: Агроэкологический менеджмент и IoT мониторинг с верификацией почво- и углерод сберегающих технологий

**Цель дисциплины** – сформировать у магистров 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, в т.ч. при организации экологического и агроэкологического мониторинга с использованием IoT-технологий. Освоение дисциплины подразумевает использование в учебном процессе цифровых инструментов и технологий

**Место дисциплины в основной образовательной программе:** цикл Б1.В, дисциплина входит в часть формируемой участниками образовательных отношений; дисциплина осваивается во третьем семестре.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:** ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-4.1; ПКос-2.1.

**Краткое содержание дисциплины:** основы геоинформатики и перспективы использования данных дистанционного зондирования базовых компонентов экосистем; использование ГИС и данных дистанционного зондирования при организации экологического и агроэкологического мониторинга; основные задачи ГИС; разрешающая способность систем дистанционного зондирования; анализ данных дистанционного зондирования с применением программного обеспечения QGIS и SAGA GIS для планирования землепользования; методы цифровой обработки данных дистанционного зондирования. Решение 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 в т.ч. с использованием IoT-технологий.

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 5 зачетных единицы (180 часа)

**Промежуточный контроль по дисциплине:** экзамен.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «**ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования**» является формирование у магистров целостного представления в области применения современных методов анализа данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем при

решении задач планирования экологического и агроэкологического мониторинга, в т.ч. с использованием технологий интернета вещей, моделирования и прогнозирования экологического состояния и функционального качества базовых компонентов природных, агро- и урбоэкосистем, а также овладение магистрами 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**

**«ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»** относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана Дисциплина **«ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»** реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессиональных стандартов: 13 «Сельское хозяйство» 13.023 агрохимик-почвовед, 26 «Химическое, химико-технологическое производство» 26.008 технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий и ОПОП ВО 3++ и Учебного плана по направлению 05.04.06 Экология и природопользование

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина **«ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»** являются Метрологические основы экологических исследований, Агроэкологический менеджмент и оценка воздействия на окружающую среду, Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании.

Дисциплина **«ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»** является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Оборудование для проведения исследований аграрных карбоновых полигонов, Аграрные карбоновые рынки и протокол MRV, Верификация углеродных единиц и механизмы продаж.

Особенностью дисциплины является то, что она тесно взаимосвязана с дисциплинами базовой и вариативной части по направлению 05.04.06 – Экология и природопользование и является основополагающей для анализа проблемных экологических ситуаций при выполнении профессиональных задач и исследований.

Рабочая программа дисциплины **«ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»** 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 «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»**

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 5 зач.ед. (180 часа), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 1

**Требования к результатам освоения учебной дисциплины «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен решать задачи научно-исследовательской деятельности, включая планирование, организацию, проведение, приборное, метрологическое и информационно-методическое обеспечение экологического и агроэкологического мониторинга, инженерно-экологических изысканий в системе экологического проектирования и ОВОС, с использованием методов экологической цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования	ПКос-1.1 - Знать и уметь использовать на практике современные методы планирования и организации экологического и агроэкологического мониторинга, базовые основы его приборного, информационно-методического и метрологического обеспечения	Основные принципы и подходы к планированию и организации экологического и агроэкологического мониторинга.	Использовать на практике современные методы и решения в области планирования и организации экологического и агроэкологического мониторинга.	Программными продуктами и навыками работы по оценке основных компонентов окружающей среды для решения задач планирования экологического и агроэкологического мониторинга
			ПКос-1.3 - Владеть современными методами цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии	Современные методы и подходы при составлении цифровых продуктов, включая ЦМР, картограммы, картосхемы и т.п.	Визуализировать композиты снимков в различных спектральных диапазонах, проводить дешифрирование космических мультиспектральных снимков	Владеть навыками работы со специализированным программным обеспечением (QGIS и SA-GA GIS) для подготовки ГИС и решения задач пространственного анализа и моделирования.
2.	ПКос-4	Владение сквозными цифровыми технологиями работы с большими данными включая результаты IoT мониторинга и верификации углерод сберегающих технологий	ПКос-4.1 - Приобретение опыта работы с большими данными (big data)	Основы спектрального и пространственного анализа изображений подстилающей поверхности для определения контролируемых показателей вегетации растительного покрова	Систематизировать и комплексировать данные ДЗЗ полученные из различных источников с использованием космической, беспилотной съемки с данными состояния растительности на основе агрономических и вегетационных показателей растительности для принятия решений об осуществлении мероприятий точного земледелия.	Методами работы с большими данными, в т.ч. визуализации больших массивов данных, владеть навыками проведения статистической обработки с выявлением возможных зависимостей между факторами и показателями условий.

3.	ПКос-2	Способен решать задачи экспертно-аналитической деятельности, включая базовые элементы экологического менеджмента и аудита, экологической сертификации и лицензирования, разработку и экологическую экспертизу профильных разделов проектов оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду	ПКос-2.1 - Знать и уметь использовать на практике основополагающие принципы и современные методы оценки воздействия на окружающую среду и проведения экологической экспертизы проектной документации	Основные вегетационные индексы и получение вегетационных индексных изображений для анализа распределения контролируемых показателей вегетации растительности для осуществления мероприятий точного земледелия.	Осуществлять расчет основных вегетационных индексов и строить пространственные индексные изображения.	Владеть навыками проведения анализа космических и аэрофотоснимков с идентификацией отдельных типов объектов и их состояния
----	--------	---	--	--	---	--



Таблица 2

**Распределение трудоёмкости дисциплины «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. во 3 семестре №
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>49,4</b>	<b>49,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>49,4</b>	<b>49,4</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	12	12
практические занятия (ПЗ)	8/4*	8/4*
лабораторные работы (ЛР)	24	24
консультации перед экзаменом	2	2
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>130,6</b>	<b>130,6</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>	106	106
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	экзамен	

\* в том числе практическая подготовка.

#### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	ЛР всего/*	
Раздел 1 «Основные представления о геоинформатике, геоинформационных системах и перспективах их использования в экологии»	58	4			2	52
Раздел 2 «Основные источники данных дистанционного зондирования. Типы космических снимков и основные подходы работы с данными дистанционного зондирования»	68	6			22	40
Раздел 3 «Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем при организации экологического и агроэкологического мониторинга»	48,6	2	8(4*)			38,6
Курсовой проект (КП) (консультация, защита)	3					
консультации перед экзаменом	2			2		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4		
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>8(4*)</b>	<b>2,4</b>	<b>24</b>	<b>130,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1 «Основные представления о геоинформатике, ГИС и перспективах их применения в экологии»**

### **Тема 1.1. Геоинформатика и дистанционное зондирование. Возможности использования в системе экологического и агроэкологического мониторинга**

Геоинформатика и пространственный анализ. Экологический мониторинг и особенности его реализации для разных компонентов окружающей среды с использованием ГИС и дистанционного зондирования. Оценка условий окружающей среды для размещения опорных точек наблюдения. Анализ глобальных изменений климата, прогнозы и модели. Базовые представления о географических информационных системах. Функции ГИС. Растровые и векторные модели представления пространственно распределенных данных. Особенности использования растровых и векторных систем.

### **Тема 1.2 Основные задачи и возможности ГИС и дистанционного зондирования в решении профессиональных задач экологического мониторинга и проектирования**

Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем при разработке, адаптации и верификации систем поддержки принятия решений. Совмещение картосхем для анализа динамики. Оперативное обновление картосхем. Статистическая обработка полученных пространственных данных.

### **Тема 1.3 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 «Основные источники данных дистанционного зондирования. Космические снимки, их типы и основные подходы в их обработке»**

### **Тема 2.1. Использование снимков низкого разрешения для анализа условий рельефа территории выбранного района.**

Принципиальная схема дистанционного зондирования. Наземное расположение управляющих и принимающих станций. Орбитальный сегмент. Пространственная разрешающая способность. Пространственное разрешение. Радиометрическое и временное разрешение. Абсолютная временная

разрешающая способность. Спектральное разрешение. Мульти- и гиперспектральная съемка.

Общая классификация сенсоров и платформ дистанционного зондирования. Пассивные и активные сенсоры. Наземные, воздушные, космические платформы. Орбиты спутников дистанционного зондирования. Субполярные и солнечно-синхронные орбиты. Радарная миссия шаттла SRTM. Решение задач мониторинга окружающей среды. Основные виды ресурсных спутников, краткая характеристика их орбит, сенсорных систем и спектральных диапазонов.

## **Тема 2.2. Использование снимков среднего и высокого разрешения для пространственного анализа территории**

Спутниковые системы миссий Landsat. Особенности работы сенсоров. Основные параметры и характеристики. Преимущества и области использования данных Landsat. Ресурсные спутники высокого разрешения SPOT, IKONOS и OrbView. Основные направления использования данных, полученных со спутников SPOT-6, 7. Области применения различных уровней обработки снимков IKONOS. Российские спутниковые системы серий полярно-орбитальных космических аппаратов «Метеор-М», «Канопус-В», «Ресурс-П». Дешифрирование космических снимков. Программное обеспечение для работы с данными дистанционного зондирования. Принципы и методы дешифрирования. Радиометрическая корректировка, синтез цветов, создание индексных изображений. Создание и анализ индексных изображений.

## **Раздел 3 «Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем при организации экологического и агроэкологического мониторинга»**

### **Тема 3.1. Подходы и методы решения профессиональных задач в области экологического мониторинга и ОВОС с использованием данных дистанционного зондирования**

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.

Возможности применения данных дистанционного зондирования и ГИС при организации экологического мониторинга, в проектах ОВОС и экологического контроля.

## Тема 3.2. Использование методов фотограмметрии для решения задач анализа местности при организации экологического и агроэкологического мониторинга.

Фотограмметрия. Основные методы и подходы. Создание цифровых моделей рельефа. Оборудование и программное обеспечение для фотограмметрии.

### 4.3 Лекции/ практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1 «Основные представления о геоинформатике, ГИС и перспективах их применения в экологии»</b>				<b>6</b>
	Тема 1.1 Геоинформатика и дистанционное зондирование. Возможности использования в системе экологического и агроэкологического мониторинга	Лекция №1. Основные представления о ГИС и их применение в системе экологического мониторинга и проектирования	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-4.1; ПКос-2.1	Выдача индивидуальных заданий	2
		Лабораторная работа № 1. Возможности использования ГИС и данных дистанционного зондирования при решении задач организации экологического и агроэкологического мониторинга. Работа с программами SAS. Планета, Google Планета Земля	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-4.1;	Групповая дискуссия №1	2
	Тема 1.2 Основные задачи и возможности ГИС и дистанционного зондирования в решении профессиональных задач экологического мониторинга и проектирования	Лекция № 2. Основные задачи ГИС и дистанционного зондирования Земли	ПКос-1.1; ПКос-2.1	Экспресс-опрос №1	2
2	<b>Раздел 2 «Основные источники данных дистанционного зондирования. Космические снимки, их типы и основные подходы в их обработке»</b>				<b>28</b>
	Тема 2.1. Использование снимков низкого разрешения для анализа условий рельефа территории выбранного района.	Лекция № 3. Снимки низкого разрешения. Оборудование и области использования	ПКос-1.1; ПКос-1.3;	Экспресс-опрос №2	2
		Лабораторная работа № 2. Открытые источники данных дистанционного зондирования. Способы получения космических снимков с использованием ресурсов NASA, USGS и Copernicus	ПКос-1.1; ПКос-4.1;	Групповая дискуссия №2	2
		Лабораторная работа №3. Загрузка снимков SRTM. Подбор и корректировка системы координат. Склейка снимка в QGIS	ПКос-1.1; ПКос-4.1;	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №1)	2
		Лабораторная работа №4. Загрузка векторного слоя с границами регионов Российской Федерации. Обрезка объединенного снимка по маске.	ПКос-1.1; ПКос-1.3;	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №2)	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		Лабораторная работа №5. Подготовка карты рельефа выбранного региона с изолиниями и оформлением макета инструментами QGIS.	ПКос-1.1; ПКос-1.3;	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №3)	2
		Лабораторная работа №6-7. Создание картосхемы крутизны склонов. Выявление эрозивно-опасных участков и подсчёт их площадей для условий выбранного района. Подготовка макета.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-2.1	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №4)	4
		Лабораторная работа №8. Подготовка картосхемы экспозиции склонов и анализ площадей склонов южной экспозиции. Подготовка макета.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-2.1	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №5)	2
		Лабораторная работа №9. Анализ гидрографической сети. Подготовка скорректированной цифровой модели рельефа и расчёт водосборной площади. Подготовка макета.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-2.1	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №6)	2
	Тема 2.2. Использование снимков среднего и высокого разрешения для пространственного анализа территории	Лекция №4. Снимки среднего и высокого разрешения. Оборудование для их получения и области использования.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-4.1; ПКос-2.1	Экспресс-опрос №3	2
		Лабораторная работа №10. Подбор снимков системы Landsat-8 и загрузка в проект. Создание композита мультиспектрального снимка.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-4.1;	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №7)	2
		Лекция №5. Дешифрирование космических снимков. Принципы и методы дешифрирования. Радиометрическая корректировка, синтез цветов, создание индексных изображений.	ПКос-1.1; ПКос-1.3;	Экспресс-опрос №4	2
		Лабораторная работа №11. Передискретизация снимков (паншарпенинг). Расчёт вегетационных индексов на примере NDVI, SAVI, OSAVI. Анализ динамики роста биомассы на основе индексных изображений	ПКос-1.1; ПКос-1.3;	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №8)	2
		Лабораторная работа №12. Повышение читаемости снимков путем анализа гистограммы. Контрастирование.	ПКос-1.1; ПКос-1.3;	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №9)	2
3	<b>Раздел 3 «Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем при организации экологического и агроэкологического мониторинга»</b>				<b>10/4</b>
	<b>Тема 3.1. Подходы и методы решения профессиональных задач в области экологического мониторинга и ОВОС с использованием данных дистанционного зондирования</b>	Лекция №6. Возможности применения данных дистанционного зондирования и ГИС при организации экологического мониторинга, в проектах ОВОС и экологического контроля.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-4.1; ПКос-2.1	Экспресс-опрос №5	2
		Практическая работа № 1. Проведение классификации снимков с использованием методов ISODATA и k-средних в программах QGIS и SAGA GIS.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-2.1	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №10)	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		Практическая работа №2-3. Проведение инвентаризации объектов в условиях выбранного района с использованием классификации с обучающей выборкой. Расчёт площадей отдельных видов природных и антропогенных объектов.	ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-2.1	Защита отчёта в программе QGIS (Индивидуальная расчётная работа №11)	4/4
		Практическая работа №4. Перспективы использования IoT-технологий в дистанционном зондировании.	ПКос-1.1; ПКос-4.1; ПКос-2.1	Групповая дискуссия №3 Тестирование	2

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 «Основные представления о геоинформатике, ГИС и перспективах их применения в экологии»</b>		
1.	Тема 1.1. Геоинформатика и дистанционное зондирование. Возможности использования в системе экологического и агроэкологического мониторинга	1. История развития методов дистанционного зондирования; 2. Области применения данных дистанционного зондирования УК-1.2; ПКос-2.1; ПКос-4.3; ПКос-3.1
2.	Тема 1.2 Основные задачи и возможности ГИС и дистанционного зондирования в решении профессиональных задач экологического мониторинга и проектирования	1. Волновая модель электромагнитного излучения, скорость его распространения; 2. Основные диапазоны длин волн электромагнитного спектра (от гамма-излучения до радиоволн). УК-1.2; ПКос-2.1; ПКос-4.3; ПКос-3.1
3.	Тема 1.3 Методы и оборудование геопозиционирования	1. Теоретические и технологические основы функционирования систем глобального позиционирования (GPS, А-GPS, ГЛОНАСС). 2. Факторы, влияющие на точность определения координат. Работа с комбинированными системами А-GPS / GPS и GPS / ГЛОНАСС. 3. Ориентирование и привязка картографических материалов на местности с использованием навигаторов. 4. Принципы работы систем детального позиционирования DGPS. УК-1.2; ПКос-2.1; ПКос-4.3; ПКос-3.1
<b>Раздел 2 «Основные источники данных дистанционного зондирования. Космические снимки, их типы и основные подходы в их обработке»</b>		
4.	Тема 2.1. Использование снимков низкого разрешения для анализа условий рельефа территории выбранного района.	1. Инфракрасная съемка, термография; 2. Кривая спектральной отражательной способности; 3. Спектральные характеристики объекта и выбор спектрального диапазона дистанционного зондирования для решения определенной задачи. УК-1.2; ПКос-2.1; ПКос-4.3; ПКос-3.1
5.	Тема 2.2. Использование снимков среднего и высокого разрешения для пространственного анализа территории	1. Связь вегетационных индексов и состояния растительности; 2. Технические ограничения и барьеры гиперспектральной съемки, пути преодоления; 3. Форматы записи данных дистанционного

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		зондирования УК-1.2; ПКос-2.1; ПКос-4.3; ПКос-3.1
<b>Раздел 3 «Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем при организации экологического и агроэкологического мониторинга»</b>		
6.	Тема 3.1. Подходы и методы решения профессиональных задач в области экологического мониторинга и ОВОС с использованием данных дистанционного зондирования	1. Программные средства планирования аэрофотосъемки с использованием БВС; 2. Цифровая почвенная картография: основные понятия и задачи; 3. Задачи агроэкологического картографирования; 4. Цветосинтез, визуализация ГИ. УК-1.2; ПКос-2.1; ПКос-4.3; ПКос-3.1
7.	Тема 3.2. Использование методов фотограмметрии для решения задач анализа местности при организации экологического и агроэкологического мониторинга.	1. Фотограмметрия. Основные методы и подходы. 2. Создание цифровых моделей рельефа. Оборудование и программное обеспечение для фотограмметрии. УК-1.2; ПКос-2.1; ПКос-4.3; ПКос-3.1

## 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 ГИС и их применение в системе экологического мониторинга и проектирования	Л	Лекция-визуализация
2	Основные задачи ГИС и дистанционного зондирования Земли	Л	Лекция-визуализация
3	Снимки низкого разрешения. Оборудование и области использования	Л	Лекция-визуализация
4	Снимки среднего и высокого разрешения. Оборудование для их получения и области использования.	Л	Лекция-визуализация
5	Дешифрирование космических снимков. Принципы и методы дешифрирования. Радиометрическая корректировка, синтез цветов, создание индексных изображений.	Л	Лекция-визуализация
6	Возможности применения данных дистанционного зондирования и ГИС при организации экологического мониторинга, в проектах ОВОС и экологического контроля.	Л	Лекция-визуализация
7.	Возможности использования ГИС и данных дистанционного зондирования при решении задач организации экологического и агроэкологического мониторинга. Работа с программами SAS.Планета, Google Планета Земля	ЛР	Групповая дискуссия
8	Открытые источники данных дистанционного зондирования. Способы	ЛР	Групповая дискуссия

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	получения космических снимков с использованием ресурсов NASA, USGS и Copernicus		
9	Перспективы использования IoT-технологий в дистанционном зондировании.	ПЗ	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**

#### **Примерная тематика индивидуальных заданий**

1. Агроэкологическая оценка регионально-типологических особенностей Пристенского района Курской области с использованием данных дистанционного зондирования.
  - 1) Провести анализ географического положения района
  - 2) Провести анализ рельефа и геоморфологии территории с построением карт рельефа, крутизны и экспозиции склонов;
  - 3) Рассчитать площади эрозионно-опасных территорий и склонов южной экспозиции с построением соответствующих картосхем;
  - 4) Провести анализ гидрографии с построением карты водосборов для условий района;
  - 5) Выявить и оценить состояние растительности с построением индексных картосхем;
  - 6) Провести инвентаризацию типов землепользования на территории района с помощью дешифрирования снимков среднего разрешения и рассчитать их площади
  - 7) Подготовить рекомендации по организации экологического мониторинга на сельскохозяйственных угодьях с учетом регионально-типологических особенностей района.
  
2. Агроэкологическая оценка регионально-типологических особенностей Безенчукского района Самарской области с использованием данных дистанционного зондирования.
  - 1) Провести анализ географического положения района
  - 2) Провести анализ рельефа и геоморфологии территории с построением карт рельефа, крутизны и экспозиции склонов;



- 3) Рассчитать площади эрозионно-опасных территорий и склонов южной экспозиции с построением соответствующих картосхем;
  - 4) Провести анализ гидрографии с построением карты водосборов для условий района;
  - 5) Выявить и оценить состояние растительности с построением индексных картосхем;
  - 6) Провести инвентаризацию типов землепользования на территории района с помощью дешифрирования снимков среднего разрешения и рассчитать их площади
  - 7) Подготовить рекомендации по организации экологического мониторинга на сельскохозяйственных угодьях с учетом регионально-типологических особенностей района.
3. Агроэкологическая оценка регионально-типологических особенностей Орского района Оренбургской области с использованием данных дистанционного зондирования.
- 1) Провести анализ географического положения района
  - 2) Провести анализ рельефа и геоморфологии территории с построением карт рельефа, крутизны и экспозиции склонов;
  - 3) Рассчитать площади эрозионно-опасных территорий и склонов южной экспозиции с построением соответствующих картосхем;
  - 4) Провести анализ гидрографии с построением карты водосборов для условий района;
  - 5) Выявить и оценить состояние растительности с построением индексных картосхем;
  - 6) Провести инвентаризацию типов землепользования на территории района с помощью дешифрирования снимков среднего разрешения и рассчитать их площади
  - 7) Подготовить рекомендации по организации экологического мониторинга на сельскохозяйственных угодьях с учетом регионально-типологических особенностей района.

### **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 энергоемкость 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).

## **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.

Для оценки работы студента по дисциплине в целом используется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии оценок успеваемости студентов приведены в таблице 7.

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

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.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1.Цветков, В. Я. Основы геоинформатики: учебник для вузов / В. Я. Цветков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-9456-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная

система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195464> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гук, А. П. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебное пособие / А. П. Гук. — Новосибирск : СГУГиТ, 2018. — 248 с. — ISBN 978-5-906948-89-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157317> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 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> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 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 « ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования»**

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 «Основные представления о геоинформатике, ГИС и перспективах их применения в экологии»	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
2	Раздел 2 «Основные источники данных дистанционного зондирования. Космические снимки, их типы и основные подходы в их обработке»	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
		ILWIS Academic	Расчётная	52°North ILWIS Community	2007
3	Раздел 3 «Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем при организации экологического и агроэкологического мониторинга»	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
		MultiSpec©	Расчётная	Университет Пурдю (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 «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агро-экологического мониторинга и проектирования»**

Описание материально-технической базы, имеющейся на кафедры и необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» представлено в таблице 9.

Таблица 9

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**</b>
1	2
Лекционная аудитория (корпус №6 – аудитория 305)	Интерактивная мультимедиа система SMART, ноутбук, 14 персональных компьютеров с доступом в интернет (компьютерный класс), маркерная доска, 10 моноблоков для обучающихся с доступом в интернет +1 преподавателя (компьютерный класс), беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Учебная аудитория (корпус №6 – аудитория 156)	Интерактивная мультимедиа система SMART, ноутбук, 14 персональных компьютеров с доступом в интернет (компьютерный класс), маркерная доска, 10 моноблоков для обучающихся с доступом в интернет +1 преподавателя (компьютерный класс), беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Учебная аудитория (корпус №6 – аудитория 155)	Маркерная доска – экран для проектора, мобильный Wi-Fi мультимедиа проектор, моноблок, беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Учебная аудитория (корпус №6 – аудитория 154)	Маркерная доска – экран для проектора, мобильный Wi-Fi мультимедиа проектор, моноблок, беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Читальный зал (Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова), Комнаты самоподготовки (общежития)	Для самостоятельной работы студентов

## **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);  
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 и практическим занятиям**

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

Лабораторные работы и практические занятия 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 и практическим занятиям 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 расчетную работу, имеют возможность отчитаться по ним в течение последующей недели.

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

При подготовке к экзамену 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 экзамене 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 «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования».

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. В случае пропуска лекционного занятия студент обязан подготовить и предоставить преподавателю конспект по

пропущенной теме, выполненный от руки на листах А4 объемом не менее 5 страниц.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Дисциплина «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» 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 развитию 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, входе 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 разработали:**

Морев Д.В., к.б.н.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Потапова В.А.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

### на рабочую программу дисциплины

Б1.В.07 ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования  
ОПОП ВО по направлению 05.04.06 – *Экология и природопользование*,  
направленность, Агроэкологический менеджмент и IoT мониторинг с верификацией почво- и углерод сберегающих технологий  
(квалификация выпускника – магистр)

Мазировым Михаилом Арнольдовичем, профессором кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором биологических наук, проведена рецензия рабочей программы дисциплины Б1.В.07 «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» ОПОП ВО по направлению **05.04.06 – Экология и природопользование** по направленности «Агроэкологический менеджмент и IoT мониторинг с верификацией почво- и углерод сберегающих технологий» (магистр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» Моревым Д.В., к.б.н., доцентом кафедры экологии и Потаповой В.А. инженером НЦМУ Агротехнологии будущего ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины Б1.В.07 «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.04.06 – *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 части формируемой участниками образовательных отношений части учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 05.04.06 – *Экология и природопользование*

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» закреплено 4 компетенции. Дисциплина «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» 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 «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агро-экологического мониторинга и проектирования» составляет 5 зачётных единиц (180 часов/из них практическая подготовка 4).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.04.06 – *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 «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» предполагает 9 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.04.06 – *Экология и природопользование*

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (экспресс-опрос и участие в групповых дискуссиях, тестировании), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части формируемой участниками образовательных отношений части учебного цикла – Б1.В ФГОС ВО направления 05.04.06 – *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 – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.04.06 – *Экология и природопользование*

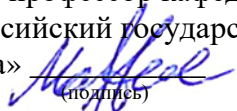
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агро-экологического мониторинга и проектирования» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования» ОПОП ВО по направлению 05.04.06 – *Экология и природопользование* направленность: «» «Агроэкологический менеджмент и IoT мониторинг с верификацией почво- и углерод сберегающих технологий» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Моревым Д.В., к.б.н., доцентом кафедры экологии и Потаповой В.А. инженером НЦМУ «Агротехнологии будущего» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Мазиров М.А. профессор, д.б.н. профессор кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» «28» августа 2023 г.

  
(подпись)