

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института зоотехнии и биологии

Дата подписания: 18.02.2024 10:48:49

Уникальный программный ключ:

fcd01ecb1fdf7689acc51f245ad12c3f716ce658



**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

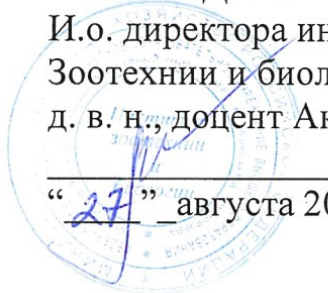
УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института

Зоотехнии и биологии

д. в. н., доцент Акчурин С.В.

“27” августа 2024г.



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института

Агробιοтехнологии д. с.-х. н.,

профессор Шитикова А.В.

“26” августа 2024г.



### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.04.02 «Применение БАС в мониторинге экосистем»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направления:

06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия»

Направленности: «Зоология», «Генетика животных», «Управление водными и биологическими ресурсами», «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий», «Биотехнология и молекулярная биология», «Климатическая безопасность», «Точное земледелие», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Защита растений и фитосанитарный контроль», «Генетика растений», «Агробизнес»

Курс 3


Семестр 6

Форма обучения: очная


Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

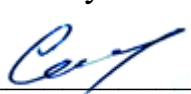
Разработчики:  
А.В. Бузылёв, ст. преподаватель

  
«23» августа 2024г.


Н.А. Александров, ст. преподаватель

  
«23» августа 2024г.

И.А. Серёгин, ассистент

  
«23» августа 2024г.

Рецензент:  
С.Л. Белопухов, д.с.-х.н., профессор

  
«23» августа 2024г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлениям подготовки: 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия» и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии  
протокол № 13/24 от «23» августа 2024г.


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

  
«23» августа 2024г.

**Согласовано:**  
Председатель учебно-методической комиссии  
Института агробиотехнологии  
д.с-х н., профессор Шитикова А.В.

  
«26» августа 2024г.

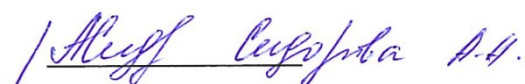
Председатель учебно-методической  
комиссии института зоотехнии и биологии  
д.б.н., профессор Маннапов А.Г.

  
«27» августа 2024г.

Заведующий выпускающей кафедрой экологии  
И.И. Васенев д.б.н., профессор

  
«23» августа 2024г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
<b>6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>15</b>
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	20
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	21
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	21
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	22
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	23
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>23</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>23</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>24</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	25
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>25</b>

## **Аннотация**

### **рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.04.02 «Применение БАС в мониторинге экосистем»**

**для подготовки бакалавров по направлению по направлениям 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия», по направленности: «Зоология», «Генетика животных», «Управление водными и биологическими ресурсами», «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий», «Биотехнология и молекулярная биология», «Климатическая безопасность», «Точное земледелие», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Защита растений и фитосанитарный контроль», «Генетика растений», «Агробизнес»**

Дисциплина «Применение БАС в мониторинге экосистем» рассматривает основные технологические и инженерные аспекты применения БАС в целях наблюдения и мониторинга экосистем. Способствует освоению студентами основных понятий и принципов практического использования БАС.

#### **Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» является получение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области осуществления дистанционного экологического мониторинга и оценки качества экосистем на основе данных дистанционного зондирования (ДДЗ), полученных с применением БАС.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.04.02 «Применение БАС в мониторинге экосистем» включена в обязательный перечень ФГОС ВО в вариативную часть. Реализация в дисциплине «Применение БАС в мониторинге экосистем» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению – 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия». Дисциплина осваивается в 6 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются профессиональные (ПКдпо 4.1.1; ПКдпо 4.1.2; ПКдпо 4.1.3; ПКдпо 4.2.1; ПКдпо 4.2.2; ПКдпо 4.2.3; ПКдпо 4.3.1; ПКдпо 4.3.2; ПКдпо 4.3.3) компетенции.

#### **Краткое содержание дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем»:**

Раздел 1 «Экологический мониторинг и законодательство РФ в области охраны окружающей среды».

Раздел 2 «Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС».

Раздел 3 «Получение ДДЗ с применением БАС».

Раздел 4 «Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС».

Раздел 5. «Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС».

Раздел 6 «Применение сквозных технологий и искусственного интеллекта при обработке ДДЗ, полученных с применением БАС».

Раздел 7 «Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС».

**Общая трудоемкость дисциплины 2 зачётные единицы (72 часа).**

**Промежуточный контроль – зачёт.**

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области осуществления дистанционного экологического мониторинга и оценки качества экосистем на основе данных, полученных с применением БАС.

При разработке программы учитывался профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее», утвержденный приказом от «14» сентября 2022 № 526н Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, трудовая функция: код 17.071, Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.04.02 «Применение БАС в мониторинге экосистем» включена в вариативную часть обязательных дисциплин. Реализация в дисциплине «Применение БАС в мониторинге экосистем» осуществляется на основе требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению – 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Применение БАС в мониторинге экосистем» являются: «Информатика», «Системы искусственного интеллекта», «Веб-картография», «Введение в ГИС», «Основы управления БАС».

Особенностью дисциплины является, то, что она способствует формированию у студентов базовых навыков практического применения БАС в экологическом мониторинге, а также обработке, дешифрированию и анализе данных дистанционного зондирования, полученных с применением БАС.

Рабочая программа дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» 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**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

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

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), 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.	ПКдпо 4.1	Владение основными навыками подготовки беспилотной авиационной системы к использованию	ПКдпо 4.1.1 Знать нормативные правовые акты, установленные воздушным законодательством РФ, регулирующие использование беспилотных авиационных систем	Нормативные правовые акты, установленные воздушным законодательством РФ, регулирующие использование беспилотных авиационных систем	Осуществлять полётные задания с соблюдением воздушного законодательства РФ	Навыками разработки полётных планов и маршрутов на основе нормативно-правовых актов, установленных воздушным законодательством РФ
			ПКдпо 4.1.2 Уметь использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета беспилотной авиационной системы	Перечень и виды основного специализированного программного обеспечения для составления программ полёта БАС	Проектировать базовые полётные задания в специализированном ПО	Навыками проведения расчётных и расчётно-графических работ при составлении полётных задания БАС
			ПКдпо 4.1.3 Уметь оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы	Основные узлы, элементы и компоненты БАС, а также принципы их функционирования	Проводить визуальную техническую оценку и готовность к использованию БАС	Навыками оперативной диагностики основных неисправностей и некомплектностей БАС
2	ПКдпо 4.2	Владение навыками использования беспилотных авиационных систем в природоохранной и научно-исследовательской деятельности	ПКдпо 4.2.1 Уметь анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку	Основные метеорологические и орнитологические полётные ограничения БАС	Оперативно оценивать и прогнозировать полётную обстановку	Навыками оперативной корректировки полётных заданий и планирования полётов на основе текущей аэронавигационной обстановки
			ПКдпо 4.2.2 Знать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций	Специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций	Работать с платформой СППИ (система представления планов полётов)	Навыками планирования и корректировки полётов в воздушном пространстве РФ с применением СППИ

			ПКдпо 4.2.3 Владеть навыком дистанционного управления полетом одного беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее и (или) контроля параметров полета	Методы и способы дистанционного управления полётами БАС	Управлять БАС с применением основного и резервного контроллеров управления и специализированного программного обеспечения	Навыками дистанционного управления БАС при выполнении базовых задач и выполнении маршрутных заданий
3	ПКдпо 4.3	Проведение мониторинга природных экосистем и управление биологическими ресурсами с использованием беспилотных авиационных систем	ПКдпо 4.3.1 Знать локальные нормативные акты, регулирующие использование беспилотных авиационных систем в местах проведения мониторинговых работ	Локальные нормативные акты, регулирующие использование беспилотных авиационных систем в местах проведения мониторинговых работ	Применять локальные нормативные акты, регулирующие использование БАС при составлении и/или корректировке полётных заданий при проведении мониторинговых работ	Навыками пилотирования БАС с чётким соответствием полётным заданиям, учитывающим нормативные требования к проведению работ с их применением
			ПКдпо 4.3.2 Владеть навыками по управлению природными экосистемами с использованием беспилотных авиационных систем	Основные классификации, критерии и виды оценки природных экосистем с использованием БАС	Получать и обрабатывать данные дистанционного зондирования экосистем с применением БАС	Навыками проведения расчётно-аналитических работ с данными дистанционного зондирования для управления природными экосистемами
			ПКдпо 4.3.3 Уметь решать задачи по мониторингу и управлению природными экосистемами с использованием беспилотных авиационных систем	Основные проблемные экологические ситуации и их признаки, выявляемые с применением БАС	Интерпретировать данные мониторинга, полученные с применением БАС с научно-практической точки зрения	Практическими навыками разработки способов и приёмов управления природными экосистемами на основе данных, полученных с применением БАС

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. в семестре №6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72/4</b>	<b>72/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40,25</b>	<b>40,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>		
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	20	20
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	20/4	20/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>31,75</b>	<b>31,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	22,75	22,75
<i>Подготовка к зачёту (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт	

\* в том числе практическая подготовка.

## 4.2 Содержание дисциплины

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ПКР	
Раздел 1 «Экологический мониторинг и законодательство РФ в области охраны окружающей среды»	12,25	6	2		4,25
Раздел 2 «Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС»	10	4	4		2
Раздел 3 «Получение ДДЗ с применением БАС»	10,25/2	2	4/2		4,25
Раздел 4 «Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС»	6	2	2		2
Раздел 5. «Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС»	8,25	2	2		4,25
Раздел 6 «Применение сквозных технологий и искусственного интеллекта при обработке ДДЗ, полученных с применением БАС».	12	2	2		8
Раздел 7 «Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС».	13/2	2	4/2		7
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>72/4</b>	<b>20</b>	<b>20/4</b>	<b>0,25</b>	<b>31,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72/4</b>	<b>20</b>	<b>20/4</b>	<b>0,25</b>	<b>31,75</b>

\* в том числе практическая подготовка.



## **Раздел 1 «Экологический мониторинг и законодательство РФ в области охраны окружающей среды».**

### **Тема 1.1 Экологический мониторинг**

Экологический мониторинг и охрана окружающей среды, основные определения и понятийный аппарат. Уровни экологического мониторинга. Применение данных дистанционного зондирования в экологическом мониторинге.

### **Тема 1.2 Законодательство РФ в области охраны окружающей среды**

Экологическое нормирование и основные нормативные акты в области охраны окружающей среды. Закон Об охране окружающей среды. Экологическая экспертиза. Санитарные нормы и правила. Строительные нормы и правила. Применение принципов экологического нормирования в мониторинге экосистем.

## **Раздел 2 «Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС».**

### **Тема 2. Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС.**

Съёмочная аппаратура и цифровые возможности БАС. Основные характеристики применяемой аппаратуры. Виды съёмочной аппаратуры БАС. RGB, мультиспектральные, гиперспектральные, инфракрасные камеры и датчики. Особенности выбора и установки. Учёт метеоусловий и накладываемые ограничения. Выбор и установка съёмочной аппаратуры в зависимости от задач и прогнозируемых (текущих) метеоусловий. Тестирование и калибровка съёмочной аппаратуры для получения ДДЗ.

## **Раздел 3 «Получение ДДЗ с применением БАС».**

### **Тема 3. Получение ДДЗ с применением БАС.**

Особенности пилотирования БАС при получении ДДЗ. Юридические и практические аспекты. Планирование маршрутов съёмки. Получение разрешения на полёты. Получение ДДЗ с применением БАС. Применение дронов в мониторинге экосистем.

## **Раздел 4 «Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС».**

### **Тема 4. Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС.**

Предварительная обработка ДДЗ. Пространственная коррекция, настройка каналов, контрастирование и, сшивание снимков.

## **Раздел 5 «Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС».**

### **Тема 5. Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС.**

Классификация пикселей с обучением и по шаблонам. Базовое дешифрирование. Фильтрация подготовленных снимков по качеству. Географическая привязка снимков и сэмпл-листов. Построение облака точек.

## **Раздел 6 «Применение сквозных технологий и искусственного интеллекта при обработке ДДЗ, полученных с применением БАС».**

### **Тема 6. Машинное обучение при обработке данных ДДЗ.**

Применение методов машинного обучения в дешифрировании ДДЗ и оценке экосистем. Построение цифровой модели рельефа и ортофотоплана в видимом и ИК-спектре с применением технологий искусственного интеллекта.

## **Раздел 7 «Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС».**

**Тема7.** Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС.

Вегетационные индексы и их использование в рамках экологического мониторинга состояния растительных сообществ. NDVI, SAVI, OSAVI, GDVI. Расчёт вегетационных индексов по RGB-снимкам (BGI, GLI, VARI, NGRDI) и мультиспектральным снимкам (NDVI, DVI, OSAVI). Поиск участков неоднородности по ортофотопланам и ЦМР. Разметка проблемных участков на основе участков неоднородности и вегетационных индексов.

#### 4.3 Лекции, практические занятия

##### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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 ПП
1.	Раздел 1. «Экологический мониторинг и законодательство РФ в области охраны окружающей среды»				8
	Тема 1.1 Экологический мониторинг	Лекция № 1. Экологический мониторинг и охрана окружающей среды, основные определения и понятия.	ПКдпо 4.3.2 ПКдпо 4.3.3		2
		Лекция № 2. Уровни экологического мониторинга. Применение данных дистанционного зондирования в экологическом мониторинге.			2
	Тема 1.2 Законодательство РФ в области охраны окружающей среды	Лекция № 3. Экологическое нормирование и основные нормативные акты в области охраны окружающей среды.			2
		Практическое занятие №1. Применение принципов экологического нормирования в мониторинге экосистем.		Электронное тестирование	2
2.	Раздел 2 «Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС»				8
	Тема 2 Применение БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС	Лекция №4. Съёмочная аппаратура и цифровые возможности БАС. Основные характеристики применяемой аппаратуры.	ПКдпо 4.1.3 ПКдпо 4.1.3		2
		Практическое занятие №2. Виды съёмочной аппаратуры БАС. Особенности выбора и установки.	ПКдпо 4.1.3	Защита практической работы	2
		Лекция №5. Получение данных дистанционного зондирования с применением БАС. Учёт метеобстановки.	ПКдпо 4.2.1		2
		Практическое занятие №3. Тестирование и калибровка съёмочной аппаратуры для получения ДДЗ.	ПКдпо 4.1.3	Защита практической работы	2
3.	Раздел 3 «Получение ДДЗ с применением БАС»				6
	Тема 3 Получение ДДЗ с применением БАС	Лекция №6. Особенности пилотирования БАС при получении ДДЗ. Юридические и практические аспекты.	ПКдпо 4.1.1 ПКдпо 4.1.2 ПКдпо 4.2.2 ПКдпо 4.2.3 ПКдпо 4.3.1	Защита практической работы	2
		Практическое занятие №4. Планирование маршрутов съёмки. Получение разрешения на полёты.			2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций /практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них ПП
		Практическое занятие №5. Получение ДДЗ с применением БАС. Применение дронов в мониторинге экосистем.		Защита практической работы	2
4.	Раздел 4 «Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС»				4
	Тема 4 Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС	Лекция №7. Предварительная обработка ДДЗ. Пространственная коррекция, настройка каналов, контрастирование, сшивание снимков.	ПКдпо 4.2.2 ПКдпо 4.3.2 ПКдпо 4.3.3		2
		Практическое занятие №6. Предварительная обработка полученных ДДЗ. Пространственная коррекция, настройка каналов, контрастирование, сшивание снимков.		Защита практической работы	2/2
5	Раздел 5 «Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС»				4
	Тема 5 Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС	Лекция №8. Классификация пикселей с обучением и по шаблонам. Базовое дешифрирование.	ПКдпо 4.2.2 ПКдпо 4.3.2 ПКдпо 4.3.3		2
		Практическое занятие №7. Фильтрация снимков по качеству, геопривязка и построение облака точек.		Защита практической работы	2
6.	Раздел 6 «Применение сквозных технологий и искусственного интеллекта при обработке ДДЗ, полученных с применением БАС»				4
	Тема 6 Машинное обучение при обработке данных ДДЗ	Лекция №9. Применение методов машинного обучения в дешифрировании ДДЗ и оценке экосистем.	ПКдпо 4.2.2 ПКдпо 4.3.2 ПКдпо 4.3.3		2
		Практическое занятие № 8. Построение цифровой модели рельефа и ортофотоплана в видимом и ИК-спектре.		Защита практической работы	2
7.	Раздел 7 «Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС»				6
	Тема 7 Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС	Лекция № 10. Применение вегетационных индексов в оценке экосистем.	ПКдпо 4.2.2 ПКдпо 4.3.2 ПКдпо 4.3.3		2
		Практическое занятие № 9. Расчёт вегетационных индексов по RGB и мультиспектральным снимкам.		Выполнение контрольного задания	2
		Практическое занятие № 10. Поиск участков неоднородности по ортофотопланам и ЦМР. Разметка проблемных участков на основе участков неоднородности и вегетационных индексов.		Выполнение контрольного задания, Итоговое тестирование	2

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Экологический мониторинг и законодательство РФ в области охраны окружающей среды»</b>		

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1.1 Экологический мониторинг	Основы экологии. Методы экологического мониторинга. Технологии и оборудование для проведения экологического мониторинга. ПКДпо 4.3.2, ПКДпо 4.3.3.
	Тема 1.2 Законодательство РФ в области охраны окружающей среды	Самостоятельно изучаются: ФЗ «О гидрометеорологической службе», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Об обеспечении единства измерений»; ПП РФ «О государственном экологическом мониторинге и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга». ПКДпо 4.3.2, ПКДпо 4.3.3.
<b>Раздел 2 «Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС»</b>		
2.	Тема 2 Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС	Подробные характеристики и назначение съёмочной аппаратуры: Фото и видеокамеры, мультиспектральные камеры, гиперспектральные камеры, лидары, тепловизоры и радиометры. Гиростабилизированные платформы и навигационные системы. Разрешающая способность систем дистанционного зондирования. Пространственное, спектральное, радиометрическое и временное разрешение. ПКДпо 4.1.3
<b>Раздел 3 «Получение ДДЗ с применением БАС»</b>		
3.	Тема 3 Получение ДДЗ с применением БАС	Виртуальное пилотирование в симуляторах полёта (ArduPilot, Betaflight, Liftoff, Небо-22 – в зависимости от наличия лицензии) с целью наработки навыков пилотирования для получения данных дистанционного зондирования. ПКДпо 4.1.2, ПКДпо 4.2.1, ПКДпо 4.2.2, ПКДпо 4.2.3.
<b>Раздел 4 «Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС»</b>		
4.	Тема 4 Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС	Физические аспекты электромагнитного излучения в системе дистанционного зондирования. Взаимодействие излучения с атмосферой. Типы рассеивания. Диапазоны длин волн электромагнитного спектра. Взаимодействие излучения с различными поверхностями. ПКДпо 4.2.2, ПКДпо 4.3.2, ПКДпо 4.3.3
<b>Раздел 5 «Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС»</b>		
5.	Тема 5 Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС	Программные продукты и платформы для предварительной обработки данных дистанционного зондирования. Использование специальных инструментов для фильтрации и улучшения качества снимков. Программная платформа QGIS. ПКДпо 4.2.2, ПКДпо 4.3.2, ПКДпо 4.3.3
<b>Раздел 6 «Применение сквозных технологий и искусственного интеллекта при обработке ДДЗ, полученных с применением БАС»</b>		
6.	Тема 6 Машинное обучение при обработке данных ДДЗ	Нейросетевые возможности искусственного интеллекта на примере DeepLab, YOLO, Autoencoders и GANs. Инструменты машинного обучения TensorFlow и PyTorch. ПКДпо 4.2.2, ПКДпо 4.3.2, ПКДпо 4.3.3
<b>Раздел 7 «Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС»</b>		
7.	Тема 7 Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС	Открытые алгоритмы обесчёта вегетационных индексов и калькуляторы раstra. Нейросетевые возможности искусственного интеллекта на примере Change Detection и прогностической модели LSTM (Long Short-Term Memory). ПКДпо 4.2.2, ПКДпо 4.3.2, ПКДпо 4.3.3

## 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.	Тема 1.1 Классификация и типология БАС. <i>Лекция № 1.</i> Экологический мониторинг и охрана окружающей среды, основные определения и понятия.	Л	Лекция - визуализация
2.	Тема 1.1 Классификация и типология БАС. <i>Лекция № 2.</i> Уровни экологического мониторинга. Применение данных дистанционного зондирования в экологическом мониторинге.	Л	Лекция - визуализация
3.	Тема 1.2 Законодательство РФ в области охраны окружающей среды. <i>Лекция № 3.</i> Экологическое нормирование и основные нормативные акты в области охраны окружающей среды.	Л	Лекция - визуализация
4.	Тема 1.2 Законодательство РФ в области охраны окружающей среды. <i>Практическое занятие №1.</i> Применение принципов экологического нормирования в мониторинге экосистем.	ПЗ	Игровое обучение
5.	Тема 2. Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС. <i>Лекция №4.</i> Съёмочная аппаратура и цифровые возможности БАС. Основные характеристики применяемой аппаратуры.	Л	Лекция - визуализация
6.	Тема 2. Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС. <i>Практическое занятие №2.</i> Виды съёмочной аппаратуры БАС. Особенности выбора и установки.	ПЗ	Игровое обучение, физическое моделирование
7.	Тема 2. Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС. <i>Лекция №5.</i> Получение данных дистанционного зондирования с применением БАС. Учёт метеобстановки.	Л	Лекция - визуализация
8.	Тема 2. Применением БАС в мониторинге. Съёмочная аппаратура БАС. <i>Практическое занятие №3.</i> Тестирование и калибровка съёмочной аппаратуры для получения ДДЗ.	ПЗ	Игровое обучение, физическое моделирование
9.	Тема 3. Получение ДДЗ с применением БАС. <i>Лекция №6.</i> Особенности пилотирования БАС при получении ДДЗ. Юридические и практические аспекты.	Л	Лекция - визуализация
10.	Тема 3. Получение ДДЗ с применением БАС. <i>Практическое занятие №4.</i> Планирование маршрутов съёмки. Получение разрешения на полёты.	ПЗ	Игровое обучение, ситуационный анализ
11.	Тема 3. Получение ДДЗ с применением БАС. <i>Практическое занятие №5.</i> Получение ДДЗ с применением БАС. Применение дронов в мониторинге экосистем.	ПЗ	Игровое обучение, ситуационный анализ
12.	Тема 4. Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС.	Л	Лекция - визуализация

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	<i>Лекция №7.</i> Предварительная обработка ДДЗ. Пространственная коррекция, настройка каналов, контрастирование, сшивание снимков.	
13.	Тема 4. Предобработка ДДЗ, полученных с применением БАС. <i>Практическое занятие №6.</i> Предварительная обработка полученных ДДЗ. Пространственная коррекция, настройка каналов, контрастирование, сшивание снимков.	ПЗ Компьютерное моделирование
14.	Тема 5. Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС. <i>Лекция №8.</i> Классификация пикселей с обучением и по шаблонам. Базовое дешифрирование.	Л Лекция - визуализация
15.	Тема 5. Дешифрирование ДДЗ, полученных с применением БАС. <i>Практическое занятие №7.</i> Фильтрация снимков по качеству, геопривязка и построение облака точек.	ПЗ Компьютерное моделирование
16.	Тема 6. Машинное обучение при обработке данных ДДЗ. <i>Лекция №9.</i> Применение методов машинного обучения в дешифрировании ДДЗ и оценке экосистем.	Л Лекция - визуализация
17.	Тема 6. Машинное обучение при обработке данных ДДЗ. <i>Практическое занятие № 8.</i> Построение цифровой модели рельефа и ортофотоплана в видимом и ИК-спектре.	ПЗ Компьютерное моделирование
18.	Тема 7. Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС. <i>Лекция № 10.</i> Применение вегетационных индексов в оценке экосистем.	Л Лекция - визуализация
19.	Тема 7. Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС. <i>Практическое занятие № 9.</i> Расчёт вегетационных индексов по RGB и мультиспектральным снимкам.	ПЗ Ситуационный анализ, компьютерное моделирование
20.	Тема 7. Анализ и оценка экосистем на основе ДДЗ, полученных с применением БАС. <i>Практическое занятие № 10.</i> Поиск участков неоднородности по ортофотопланам и ЦМР. Разметка проблемных участков на основе участков неоднородности и вегетационных индексов.	ПЗ Ситуационный анализ, компьютерное моделирование

## 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

Тест для контроля по Разделу 1. Экологический мониторинг и законодательство РФ в области охраны окружающей среды.

1. Экологический мониторинг – это:

- a) анализ данных состояния окружающей среды с применением БАС*
- b) система наблюдений, анализа и прогноза состояния окружающей среды***
- c) прогноз экологической ситуации на основе ДДЗ*
- d) комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды*

2. Основным объектом экологической безопасности выступает:

- a) человек***                      *b) гидросфера*                      *c) сельское хозяйство*
- d) атмосфера*                      *e) почвенный покров*                      *f) литосфера*

3. Какого уровня экологического мониторинга не существует?

- a) импактный*                      *b) фоновый*                      ***c) медианный***
- d) региональный*                      *e) локальный*                      *f) точечный*

4. Какого вида нормативов не существует в экологическом нормировании?

- a) санитарно-гигиенические*                      *b) экологические*
- c) мониторинговые***                      *d) вспомогательные*

5. Каким законом регламентируется допустимое воздействие на окружающую среду?

- a) 152-ФЗ*                      *b) 478-ФЗ*                      ***c) 7-ФЗ***                      *d) 113-ФЗ*                      *e) 102-ФЗ*

6. Система специально организованных во времени и пространстве наблюдений за основными компонентами агроэкосистем, процессами их взаимодействия и выполняемыми ими функциями с целью выработки рекомендаций по оптимизации их использования, сохранения и/или восстановления – это:

- a) экологический мониторинг*                      *b) дистанционное зондирование земли*
- c) экологический аудит*                      ***d) агроэкологический мониторинг***
- e) план полётов БАС*                      *f) методика оценки футпринт*

7. Укажите основной принцип экологического нормирования, требующий проведения экологического мониторинга:

- a) обязательности соблюдения экологических нормативов*                      *b) комплексности*
- c) принцип дифференцированности*                      *d) научной обоснованности*
- e) презумпции потенциальной опасности***                      *f) приоритетности*

8. Укажите принцип экологического нормирования, характеризующийся ФЗ «Об охране окружающей среды» определением: «Экологическое нормирование должно осуществляться на основе методических подходов и критериев, обеспечивающих согласованность и сопоставимость результатов».

- a) единства***                      *b) научной обоснованности*                      *b) гласности*
- d) комплексности*                      *e) дифференцированности*                      *f) приоритетности*

9. СанПиНами не регулируются:

- a) требования к условиям обучения
- b) планировка застройки
- c) **применение БАС в жилой застройке**
- d) почва населённых мест
- e) содержание городских территорий
- f) условия труда

10. Основным государственным органом, уполномоченным на проведение экологического мониторинга экосистем – это:

- a) министерство природных ресурсов и экологии РФ
- b) **Росгидромет**
- c) специализированные аккредитованные организации, действующие члены СРО
- d) федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

### Итоговый тест для контроля по Разделам 2-7.

1. Укажите датчик оснащения квадрокоптера, наиболее часто применяемый для получения ДДЗ, на основе которых создаются трёхмерные модели местности:

- a) лидар
- b) **фотооптический**
- c) мультиспектральный
- d) тепловизионный
- e) гиперспектральный
- f) видеооптический

2. По данным какого датчика БАС рекомендуется проводить расчёты вегетационных индексов?

- a) лидар
- b) фотооптический
- c) **мультиспектральный**
- d) тепловизионный
- e) гиперспектральный
- f) видеооптический

3. Какие датчики БАС применяют для получения ДДЗ в туманную погоду?

- a) **инфракрасные**
- b) гиперспектральные
- c) лазерные
- d) оптические
- e) ультразвуковые
- f) навигационные

4. Почему небо голубое?

- a) влажный воздух
- b) цвет газов атмосферы
- c) это цвет космоса
- d) эффект Ми
- e) **эффект Рэлея**
- f) сила Кориолиса

5. На основе чего производится калибровка мультиспектральных датчиков БАС?

- a) снимки полученные при идеальных погодных условиях
- b) **калибровочные эталоны**
- c) снимки, сделанные в закрытых помещениях
- d) датчики калибруются при изготовлении и перекалибровке не подлежат
- e) калибровка осуществляется программно без использования снимков
- f) тестовый полёт с использованием и без использования датчиков

6. Большинство малых дронов могут безопасно осуществлять сбор ДДЗ при скорости ветра до:

- a) 5 м/с
- b) 7 м/с
- c) **10 м/с**
- d) 15 м/с
- e) 20 м/с
- f) 25 м/с

7. Укажите онлайн-платформу, применяемую в РФ для планирования и согласования полётов БВС весом до 30 кг:

- a) **Небосвод (skyarc)**
- b) Геоскан планнер
- c) Digital Sky Platform
- d) UAV Forecast
- e) Flightradar24
- f) **СППИ**



8. К прямым дешифровочным признакам ДДЗ относят:

- a) форма, тень, размер, текстура
- b) структура, цвет, фототон, образ
- c) текстура, фон, образ, расположение
- d) форма, рельеф, тон, текстура
- e) рельеф, форма, тень, площадь
- f) цвет, текстура, яркость, объём

9. Какие элементы из перечисленных ниже входят в математическую основу карты?

- a) масштаб
- b) компоновка
- c) проекция
- d) легенда
- e) полярность
- f) экспликация

10. Одновременно с полевым дешифрированием на аэрофотоснимок наносят:

- a) дополнительные объекты по желанию заказчика
- b) объекты по желанию проектировщика
- c) реперные объекты и метки геопривязки
- d) объекты экологического мониторинга
- e) подземные сооружения и линии подземных коммуникаций
- f) те объекты, которые не отобразились на снимке

11. Как называется операция отыскания ближайшего центра сети для каждой точки местности?

- a) селекция
- b) визуализация
- c) интерполяция
- d) геопривязка
- e) аллокация
- f) экстраполяция

12. Расположите последовательно этапы предобработки ДДЗ:

- a) радиометрическая коррекция
- b) ортотрансформирование
- c) масштабирование
- d) сшивка и мозаика
- e) удаление шума и артефактов
- f) геометрическая коррекция

**Ответ: a, f, b, e, c, d**

13. Процесс создания изображений, где устранены искажения, вызванные рельефом местности и углом съёмки называется:

- a) атмосферная коррекция
- b) ортотрансформирование
- c) масштабирование
- d) геометрическая коррекция
- e) радиометрическая коррекция
- f) геокодирование

14. Методы машинного обучения, применяющиеся дешифрирования ДДЗ, классификации и регрессии, позволяя анализировать сложные взаимосвязи между различными параметрами и характеристиками объектов:

- a) свёрточные нейронные сети (CNN)
- b) глубокое обучение
- c) рекуррентные нейронные сети (RNN)
- d) генеративно-сопоставительные сети (GAN)
- e) методы случайного леса и опорных векторов (SVM)
- f) семантические сегментационные сети

15. Какие сети применяют для анализа временных рядов и прогнозирования изменений при мониторинге экосистем с применением БАС?

- a) свёрточные нейронные сети (CNN)
- b) глубокое обучение
- c) рекуррентные нейронные сети (RNN)
- d) генеративно-сопоставительные сети (GAN)

*e) методы случайного леса и опорных векторов (SVM)*

*f) семантические сегментационные сети*

16. Укажите нейронную сеть, предназначенную для обнаружения объектов на изображениях в реальном времени с целью автоматического мониторинга и анализа аэрофотоснимков в процессе их получения:

*a) семантические сегментационные сети*

*b) нейронные сети с вниманием*

*c) сети U-Net*

*d) DeepLab*

*e) YOLO (You Only Look Once)*

*f) Change Detection*

17. Процесс преобразования наклонных снимков в горизонтальные с устранением искажений, вызванных рельефом и углом съёмки позволяет создать:

*a) ЦМР*

*b) ортофотоплан*

*c) генеральный план*

*d) геоподоснову*

*e) инженерный план*

*f) карту*

18. Укажите вегетационные индексы, применяемые для оценки стресса растений:

*a) WDRVI*

*b) SAVI*

*c) NDVI*

*d) MNDWI*

*e) GEMI*

*f) PSRI*

19. Какие вегетационные индексы основаны на красном и ближнем инфракрасном каналах?

*a) WDRVI*

*b) SAVI*

*c) NDVI*

*d) MNDWI*

*e) GEMI*

*f) PSRI*

20. Для чего используются индексы Морана, Гири-Хампела и энтропия Шенона?

*a) для ускорения спектрального анализа*

*b) для ортотрансформации данных БАС*

*c) для геопривязки реперных точек ДДЗ*

*d) для учёта метеоусловий при построении маршрута БАС*

*e) для поиска участков неоднородности*

*f) для автоматического дешифрирования ДДЗ*

**Практическое задание № 2.** Виды съёмочной аппаратуры БАС. Особенности выбора и установки.

1. На основе персонального задания выбрать необходимый комплект съёмочной аппаратуры и установить его на учебный дрон.
2. Подключить шлейфы и передатчики (при необходимости).
3. Осуществить визуальную проверку целостности системы и качества подключения модулей.

**Практическое задание № 3.** Тестирование и калибровка съёмочной аппаратуры для получения ДДЗ.

1. Подключить источник питания с собранному на предыдущем занятии учебному дрону.
2. Подключиться к борту с применением FPV маски или программы производителя.
3. Провести диагностику работоспособности камер.
4. Осуществить пробную фото и видеозапись без подъёма борта.

**Практическое задание № 4.** Планирование маршрутов съёмки. Получение разрешения на полёты.

1. На основе персонального задания осуществить расчёты планирования полёта на бумажном носителе с использованием картографического материала.
2. Перенести полётное задание в Небосвод (СППИ в зависимости от наличия учётной записи).
3. Провести корректировки на основе действующих ограничений.
4. Внести маршрут полёта в компьютер борта.

**Практическое занятие № 5** Получение ДДЗ с применением БАС. Применение дронов в мониторинге экосистем.

1. Провести предполётную диагностику учебного дрона.
2. Провести пробное пилотирование с ручным управлением в ограниченном пространстве (учебный куб).
3. Провести пробное пилотирование с ручным управлением и пробной фото/видеофиксацией контрольных точек/площадей.

**Практическое занятие № 6** Предварительная обработка полученных ДДЗ. Пространственная коррекция, настройка каналов, контрастирование, сшивание снимков.

1. По персональному заданию и полученным от преподавателя аэрофотоснимкам осуществить пространственную коррекцию, цветовое выравнивание и контрастирование изображений.
2. Осуществить пробное сшивание предварительно обработанных изображений.

**Практическое занятие № 7** Фильтрация снимков по качеству, геопривязка и построение облака точек.

1. Отфильтровать предобработанные снимки по качеству (заменить некачественные).
2. Построить облако точек и осуществить геопривязку снимков по реперным/контрольным точкам или маркерам в зависимости от персонального задания.

**Практическое занятие № 8** Построение цифровой модели рельефа и ортофотоплана в видимом и ИК-спектре.

1. Сшить снимки, построив ортофотопланы объекта экологического мониторинга по персональному заданию в видимом и инфракрасном спектре.
2. На основе облака точек построить цифровую модель рельефа.

**Практическое занятие № 9** Расчёт вегетационных индексов по RGB и мультиспектральным снимкам.

1. С применением специализированного программного обеспечения рассчитать вегетационные индексы по RGB и мультиспектральным снимкам в соответствии с персональным заданием.

**Практическое занятие № 10** Поиск участков неоднородности по ортофотопланам и ЦМР. Разметка проблемных участков на основе участков неоднородности и вегетационных индексов.

1. На основе ЦМР и ортофотопланов создать интегральный слой участков неоднородности.

2. На основе картограмм участков неоднородности и вегетационных индексов создать интегральный слой проблемных участков мониторинга агро(урбо)экосистемы.

**Примерные вопросы для подготовки к зачету по дисциплине  
«Применение БАС в мониторинге экосистем»**

1. Основные настройки и правила при использовании СППИ.
2. Электронные карты местности.
3. Формы и размеры Земли. Основные географические точки, линии и круги на земном шаре.
4. Географические координаты. Длина дуги меридиана, экватора и параллели.
5. Направления на земной поверхности. Ортодромия и локсодромия.
6. Навигационные системы координат.
7. Геометрические свойства аэроснимка.
8. Характеристика подсистем мониторинга земель дистанционными методами.
9. Сущность картографических проекций и их классификация.
10. Дешифровочные признаки, используемые при визуальном дешифрировании.
11. Цилиндрические проекции. Конические проекции. Поликонические проекции.
12. Способы изображения рельефа местности на картах. Виды масштабов карт.
13. Технологии выбора спектральных зон съёмки при дистанционном зондировании.
14. Технические показатели аэрофотосъёмки.
15. Видоизмененная поликоническая (международная) проекция.
16. Азимутальные проекции.
17. Разграфка и номенклатура (обозначение) карт.
18. Геоинформационная система (ГИС). Цифровая карта. Электронная карта.
19. Досъёмка не отобравшихся на снимках объектов.
20. Контроль дешифрирования.
21. Изменение масштаба снимка из-за влияния рельефа.
22. Подготовка цифровых и электронных карт в ГИС.
23. Классификация съёмочных систем.
24. Преимущества ЭК. Классификация ЭК.
25. Подготовительные работы при дешифрировании.
26. Цифровые и математические модели местности.
27. Основные вегетационные индексы, применяемые при мониторинге экосистем.
28. Основной смысл фотограмметрии.
29. Принципы построения цифровых моделей рельефа.
30. NDVI как основной вегетационный индекс.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

Формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний.

Таблица 7

Оцениваемый параметр		Интервал оценки	Повторность	Рейтинговая оценка (баллы)	
Текущая оценка знаний и навыков	Тесты	3-5	2	6-10	60-125
	Ответы на практических работах	3-5	5	15-25	
	Защита практических работ	3-5	8	24-40	
	Выполнение контрольных заданий	3-5	2	6-10	
	Посещение лекций	0-2	10	0-20	
	Посещение ПЗ/С	0-2	10	0-20	
оценка знаний и навыков на зачете		менее 50 – незачет 51-125 – зачет			

**Виды текущего контроля:** ответы на практических занятиях, электронное тестирование, защита практических работ, выполнение контрольных заданий, посещение занятий. Проверяются полнота выполнения учебных заданий и их качество, а также знания, приобретенные навыки и умения по заявленным компетенциям. Максимальное количество баллов – 125.

**Вид промежуточного контроля:** зачёт

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура: учебное пособие для вузов / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — ISBN 978-5-507-50513-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/441680>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Беспилотные летательные аппараты: учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталева, И. Г. Штеренберг. — Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2023. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/365894>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Аэронавигация: учебное пособие / Ю. Н. Сарайский, А. В. Липин, Ю. И. Либерман. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: СПбГУ ГА, 2021 — Часть 2: Радионавигация в полете по маршруту — 2021. — 384 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная

- система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177123>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аэронавигационное обеспечение полетов: методические указания / составитель И. И. Алешков. — Санкт-Петербург: СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2023. — 22 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343004>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  3. Дистанционное зондирование и обследование сельскохозяйственных земель: учебное пособие / Н. С. Елисеева, А. В. Банкрутенко. — Омск: Омский ГАУ, 2024. — ISBN 978-5-907687-61-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/407570>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  4. Информационные системы и технологии в АПК: Учебник / А. В. Бабкина, И. Е. Быстренина, М. И. Горбачев [и др.]; рец. В. И. Меденников; interv. Е. В. Попова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2023. — 420 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа: [http://elib.timacad.ru/dl/full/S25012024ICT\\_APK.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/full/S25012024ICT_APK.pdf).
  5. Мониторинг и охрана земель: учебное пособие / Н. С. Елисеева, А. В. Банкрутенко. — Омск: Омский ГАУ, 2023. — ISBN 978-5-89764-885-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/326474>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  6. Основы дистанционного зондирования Земли и фотограмметрических работ при изысканиях для строительства инженерных сооружений: учебное пособие / А. М. Олейник, А. М. Попов, М. А. Подковырова, А. Ф. Николаев. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. — ISBN 978-5-9961-1180-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91826>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  7. Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК. Анализ пространственно-временных наборов данных: Учебное пособие / О. С. Ермолаева, А. М. Зейлигер, А. В. Греченева; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2023. — 90 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s27122023Ermolaeva.pdf>.
  8. Точное сельское хозяйство / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. А. Тенексов [и др.]; под редакцией Е. В. Труфляк. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — ISBN 978-5-507-49080-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/370976>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  9. Фитосанитарный мониторинг и методы идентификации фитопатогенов: Учебное пособие / О.О. Белошапкина, Ф.Б. Ганнибал, Р.И. Тараканов [и др.]; рец.: А.П. Глинушкин, Ю.А. Шнейдер; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2024. — 120 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s19122024Dgalilov.pdf>.
  10. Цифровые технологии в агропромышленном комплексе: учебное пособие / Н. Н. Бережнов, О. В. Санкина, А. С. Березина. — Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2022. — 191 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/449951>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 №152-ФЗ.
2. Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2023 № 1630-р «Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года и плана мероприятий по ее реализации».
3. Воздушный кодекс Российской Федерации
4. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 28.02.2023 г. №61.

5. Приказ Росавиации от 16 декабря 2022 года №922-П.
6. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ.
7. Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» от 09.07.1998 № 113-ФЗ.
8. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ.
9. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ.
10. Постановление Правительства РФ от 09.08.2013 № 681 «О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)».

## 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

1. <https://dv.favt.ru/deyatelnost-razvitie-bas-npb-bas/> (открытый доступ)
2. <https://aeronext.aero> (открытый доступ)
3. <https://favt.gov.ru> (открытый доступ)
4. <https://ecolog.pro> (открытый доступ)

### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Мультимедиа-проектор или интерактивный экран для демонстрации презентаций, дашбордов и обучающих материалов, доступ в интернет; компьютерный класс для симуляции полётов, учебные беспилотные летательные средства в комплекте с пультами управления и полётным кубом.

Таблица 8

### 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
Лекционная аудитория (корпус №29 – аудитория 218,211, 206)	Интерактивная мультимедиа система
Учебная аудитория (корпус №29 – аудитория 230)	Учебная лаборатория. 8 столов, 5 пристенных столов для оборудования, стол преподавателя, 17 кресел, интерактивная презентационная система с 2 экранами, 5 персональных компьютеров, 10 комплектов учебных дронов Пионер, 16 комплектов учебных дронов Пионер Мини
Компьютерный класс (корпус №29 – аудитория 214)	Компьютерный класс. 12 моноблоков, моноблок преподавателя, 13 столов, 25 стульев, без мультимедиа систем.
Компьютерный класс (корпус №29 – аудитория 212)	Компьютерный класс. 14 ПК, Моноблок преподавателя, ТВ, 15 столов, 29 стульев
Читальный зал (Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова)	Для самостоятельной работы студентов

## **1. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.

Студентам следует:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы.

- перед очередной лекцией 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 обратитесь к преподавателю.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы.

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.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

Цель практических занятий – помочь студентам в приобретении практических навыков и умений.

В ходе подготовки к практическим занятиям следует начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной литературы, рекомендованной к данной теме. Литература приводится с указанием соответствующих страниц для ориентированной подготовки. 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) или не подготовившиеся к занятию, рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по изучавшейся теме. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Практические работы при пропуске студентом отрабатываются в свободное от аудиторных занятий время по договоренности с ведущими преподавателями курса.

Рекомендации по подготовке к зачету.

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 билета. При изучении раздела (темы) следует



уяснить его содержание из программы. Также необходимо подобрать и изучить основную и дополнительную литературу по каждому разделу (теме). 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 получения зачёта является аргументация своей точки зрения с опорой на использованную специальную литературу.

На зачете ответ по любому вопросу может длиться до 10 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 является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Выполняя самостоятельную работу, студент должен освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный по дисциплине «Применение БАС в мониторинге экосистем и мониторинг».

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 в ходе проведения практических занятий, либо студенты получают дополнительное задание и представляют в той или иной форме отчет о его выполнении.

Студенты самостоятельно конспектируют источники теоретического или практического содержания.

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

Студент, пропустивший занятия, должен своевременно предоставить конспект пропущенной лекции и ответить на вопросы преподавателя по пропущенным темам. В случае затруднения в понимании студентами вопросов для самостоятельного изучения предусмотрены консультации. При пропуске занятия, на котором выполнялось практическое обучение, студент должен, предварительно проработав теоретический материал, выполнить условия задания в присутствии преподавателя.

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

Начиная с первого занятия, преподаватели должны заложить основы будущих взаимоотношений со студенческой группой. Первое занятие может проходить в форме открытого диалога по вопросам БАС. В период обучения следует шире использовать мультимедийную технику для показа видео сюжетов по вопросам БАС. В качестве контроля выполнения самостоятельной работы студенту может быть предложена подготовка презентации по изучаемой теме, что дисциплинирует его и повышает эффективность усвоения материала

Лекция имеет цель – систематизация основы научных знаний по дисциплине,

сконцентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых проблемах экологии и рационального природопользования.

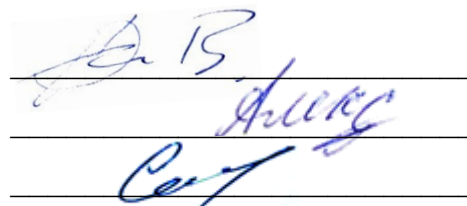
Проведение практических занятий должно быть направлено на формирование практических навыков и умений применения полученных знаний в практической деятельности.

**Программу разработали:**

А.В. Бузылёв, ст. преподаватель

Н.А. Александров, ст. преподаватель

И.А. Серёгин, ассистент

Three handwritten signatures in blue ink are positioned on three horizontal lines. The first signature is 'А.В.', the second is 'Н.А.', and the third is 'И.А.'.

«23» августа 2024г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины  
Б1.В.ДВ.01.04.02 «Применение БАС в мониторинге экосистем»  
ОПОП ВО по направлениям

06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия»,  
по направленности: «Зоология», «Генетика животных», «Управление водными и биологическими ресурсами», «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий», «Биотехнология и молекулярная биология», «Климатическая безопасность», «Точное земледелие», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Защита растений и фитосанитарный контроль», «Генетика растений», «Агробизнес»  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Белопуховым Сергеем Леонидовичем, профессором кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» доктором сельскохозяйственных наук, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.01.04.02 «Применение БАС в мониторинге экосистем» ОПОП ВО по направлению 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (разработчики: Бузылёв Алексей Вячеславович, старший преподаватель кафедры экологии; Александров Никита Александрович, ст. преподаватель кафедры экологии, Серёгин Иван Андреевич, ассистент кафедры экологии).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлениям 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия». 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.В.ДВ.01.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направлений 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Применение БАС в мониторинге экосистем» закреплены профессиональные (ПКдпо 4.1; ПКдпо 4.2; ПКдпо 4.3) компетенции. Дисциплина «Применение БАС в мониторинге экосистем» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» составляет 2 зачётные единицы (72 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Применение БАС в мониторинге экосистем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлениям 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

9. Программа дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» предполагает 2 занятия в форме практической подготовки.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направлениям 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления на теоретической конференции и участие в тестировании, контрольной работе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.ДВ.01.04.02 ФГОС ВО направлений 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 10 наименований, нормативные акты – 10 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО по направлениям 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Применение БАС в мониторинге экосистем».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Применение БАС в мониторинге экосистем» ОПОП ВО по направлениям 06.03.01 «Биология», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 «Биотехнология», 05.03.04 «Гидрометеорология», 35.03.04 «Агрономия» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная старшими преподавателями кафедры экологии А.В. Бузылёвым, Н.А. Александровым и ассистентом кафедры экологии И.А. Серёгиным соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда, аграрной и технологической политики и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: С.Л. Белопухов, профессор кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор сельскохозяйственных наук \_\_\_\_\_  
«23» августа 2024 г.