

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе: **МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 13.07.2023 12:28:46

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

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
“30” августа 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.02 Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода

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 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик (и):

Морев Д.В., к.б.н.

Потапова В.А.

«22» августа 2022г.

«22» августа 2022г.

Рецензент:

Мазиров М. А., д. б. н., профессор,

профессор кафедры земледелия и

методики опытного дела

«22» августа 2022г.

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 от «22» августа 2022г.

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

«22» августа 2022г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической

комиссии института мелиорации,

водного хозяйства и строительства

имени А.Н.Костякова, к.т.н., доцент

Смирнов А.П.

«24» августа 2022г.

Заведующий выпускающей кафедрой экологии

И.И. Васенев

«22» августа 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ДЕПОНИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА» СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	13
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	17
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	18
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ « ГИС-ТЕХНОЛОГИИ И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ»	18
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	18
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ДЕПОНИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА»	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ..20	
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛЕКЦИОННЫМ ЗАНЯТИЯМ.	20
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ И ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ	21
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ.	21
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СТУДЕНТАМИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.	22
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ.....	23
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода
по направлению подготовки 05.04.06 – экология и природопользование,
Программа 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 гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода 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 в четвертом семестре.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-3.2; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-3.1

Краткое содержание дисциплины: Дисциплина "Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода" предназначена для изучения методов и применения гиперспектральной съемки в области исследования парниковых газов и депонирования почвенного углерода. Студенты изучат основные понятия гиперспектральной съемки и их применение в изучении газовых и ландшафтных процессов. Также будут рассмотрены различные методы обработки данных, используемые для анализа и интерпретации гиперспектральных изображений, ознакомятся с основными принципами и приборами, используемыми для гиперспектральной съемки, а также изучат основные показатели, характеризующие содержание органического вещества почвы. В заключение студенты изучат примеры практического применения гиперспектральной съемки для оценки углеродного запаса почвы и изучения процессов углеродного цикла, а также рассмотрят перспективы и возможности дальнейшего развития данной технологии в области решения экологических проблем.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часа)

Промежуточный контроль по дисциплине: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» является формирование у магистров целостного представления в области гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода с использованием IoT-технологий, моделирования и прогнозирования экологического состояния и функционального качества базовых

компонентов природных, 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 органического вещества почв.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина **«Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода»** относится к циклу, формируемому участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина **«Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода»** 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 **«Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода»** являются Метрологические основы экологических исследований, Агроэкологический менеджмент и оценка воздействия на окружающую среду, ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах агроэкологического мониторинга и проектирования, Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании.

Дисциплина **«Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода»** 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 **«Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода»** 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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ в семестре 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.	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели.	УК-3.2 - Умеет строить отношения с окружающими людьми, с коллегами	Основы взаимодействия с коллегами при обмене информацией в области надлежащей лабораторной практики, организации рабочего процесса исследований, размещении материалов по результатам работы в виде записей в журналах, планах, отчетах.	Оперативно взаимодействовать с коллегами для обмена информацией в области надлежащей лабораторной практики, организации рабочего процесса исследований, размещении материалов по результатам работы в виде записей в журналах, планах, отчетах.	Профессиональными навыками взаимодействия с коллегами для обмена информацией в области надлежащей лабораторной практики, организации рабочего процесса исследований, размещении материалов по результатам работы в виде записей в журналах, планах, отчетах.
2.	ПКос-3	Способен решать задачи контрольно-надзорной деятельности, включая контроль за организацией надлежащей лабораторной практики, обращением с пестицидами и агрохимикатами, эффективным проведением микробиологической ремедиации и сохранением биологической активности почв, обеспечением микробиологической безопасности сельскохозяйственной продукции с использованием методов санитарно-гигиенического и	ПКос-3.1 - Знать и уметь использовать на практике основополагающие принципы и современные методы организации надлежащей лабораторной практики, включая агроэкологический контроль применения пестицидов и агрохимикатов	Теоретические основы организации надлежащей лабораторной практики в экологических исследованиях, включая контроль применения пестицидов и агрохимикатов. Принципы построения международных и национальных стандартов, применяемых в экологической метрологии.	Применять принципы надлежащей лабораторной практики в организации и проведении экологических исследований, включая работу с оборудованием, пробоотбор, надлежащую запись первичных данных исследования. Работать с источниками современного законодательства в области	-методами поверки и калибровки приборов; -типовыми методами контроля качества продукции и услуг; -методами полевых исследований представленных в методике ОЭСР №509; -практическими навыками в организации надлежащей лабораторной практики в экологических исследова-

		экологического контроля			надлежащей лабораторной практики и аккредитации испытательных лабораторий.	ний.
3.	ПКос-4	Владение сквозными цифровыми технологиями работы с большими данными включая результаты IoT мониторинга и верификации углерод сберегающих технологий	ПКос-4.2 - Обладать навыками работы с IoT системами мониторинга	Знать принципы работы датчиков и устройств сбора данных, принципы обработки и анализ Big Data, принципы работы облачных сервисов и платформ (AWS, Google Cloud, Microsoft Azure), архитектуру IoT систем и умение интегрировать различные компоненты.	Уметь интегрировать различные компоненты IoT систем в системы мониторинга, выбирать датчики и устройства для интеграции в систему IoT	Владеть методами сбора, оценки и обработки данных IoT мониторинга в программных средах (MS Excel, R Studio), методами анализа больших данных
			ПКос-4.3 - Обладать навыками работы по верификации углерод сберегающих технологий	Знать цикл углерода и его взаимодействия с окружающей средой, процессы производства и применения углерод сберегающих технологий, стандарты и правовые нормы, связанных с верификацией углерод сберегающих технологий	Уметь работать с базами данных и программным обеспечением для учета и анализа данных о выбросах углерода и его сокращении.	Владеть нормативной базой, связанной с верификацией углерод сберегающих технологий, порядком процедур сертификации и верификации в соответствии с международными стандартами.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. в 4 семестре №
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	38,4	38,4
Аудиторная работа	38,4	38,4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	24/4	24/4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	69,6	69,6
<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>	45	45
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 «Физические аспекты распространения электромагнитного излучения и его взаимодействия с атмосферой Земли при проведении гиперспектральной съемки»		2	2		22
Раздел 2 «Основные спутниковые системы мониторинга парниковых газов с гиперспектральными сенсорами»		2	8		21,6
Раздел 3 «Работа с данными гиперспектральной съемки при анализе потоков парниковых газов и пулов углерода»		8	14(4*)		26
консультации перед экзаменом	2			2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Итого по дисциплине	108	12	24(4*)	2,4	69,6

Раздел 1 Физические аспекты распространения электромагнитного излучения и его взаимодействия с атмосферой Земли при проведении гиперспектральной съемки

Тема 1.1 Геофизические особенности рассеивания излучения в атмосфере при использовании гиперспектральной съемки

Мультиспектральная и гиперспектральная съемка. Рассеивание и переизлучение как источник ошибок при анализе потоков парниковых газов с использованием гиперспектральной съемки. Окна прозрачности при оценке углекислого газа в ближнем и коротковолновом инфракрасном спектре.

Раздел 2 Основные спутниковые системы мониторинга парниковых газов с гиперспектральными сенсорами

Тема 2.1 Мониторинг парниковых газов с использованием дистанционных методов

Получение спектральных изображений с помощью гиперспектральной съемочной аппаратуры. Сканирующие гиперспектрометры. Особенности съемки гиперспектральных изображений и построения гиперкуба.

Тема 2.2 Спутниковые системы для мониторинга парниковых газов на примере OCO-2, GOSAT и TanSat.

Развитие автоматизированных спутниковых систем контроля парниковых газов. Основные характеристики спутниковых систем мониторинга парниковых газов OCO-2, GOSAT и TanSat. Использование гиперспектральных систем ДЗЗ для сельского хозяйства.

Раздел 3 Работа с данными гиперспектральной съемки при анализе потоков парниковых газов и пулов углерода

Тема 3.1 Подходы к дистанционной гиперспектральной количественной оценке потоков и визуализации парниковых газов в окружающей среде

Осуществление калибровки и сборка гиперкуба из серии гиперспектральных изображений. Основные подходы и методы коррекции и постобработки гиперспектральных снимков для анализа потоков парниковых газов. Методы обработки гиперспектральных снимков, классификация объектов на изображениях. Классификация объектов на ГИ и проведение полевого опыта с использованием наземной гиперспектральной съемочной аппаратуры кругового сканирующего типа.

Тема 3.2 Мониторинг участков геологического связывания углерода с использованием гиперспектральных данных

Изучение основ предобработки гиперспектральных изображений, калибровка на источник света, кросс-валидация спутниковых данных. Методы обработки ГИ и осуществление поиска объекта на изображении с заданной спектральной сигнатурой поиска.

Тема 3.3 Прогнозные модели содержания органического вещества почвы с использованием гиперспектральной космической съемки на основе оптимизированного метода шумоподавления

Инструменты составления прогнозных моделей содержания органического вещества почвы с использованием гиперспектральных снимков. Оценка моделей содержания углерода органического вещества почвы. Оптимизированный метод шумоподавления.

4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Физические аспекты распространения электромагнитного излучения и его взаимодействия с атмосферой Земли при проведении гиперспектральной съемки				
	Тема 1.1 Геофизические особенности рассеивания излучения в атмосфере при использовании гиперспектральной съемки	Лекция № 1 Геофизические особенности рассеивания излучения в атмосфере при использовании гиперспектральной съемки	УК-3.2 ПКос-3.1 ПКос-4.2	Экспресс-тест №1	2
		Практическая работа № 1. Основные особенности и отличия мультиспектральной и гиперспектральной съемки	ПКос-4.3		2
2.	Раздел 2 Основные спутниковые системы мониторинга парниковых газов с гиперспектральными сенсорами				
	Тема 2.1 Мониторинг парниковых газов с использованием дистанционных методов	Практическая работа № 2. Получение спектральных изображений с помощью гиперспектральной съемочной аппаратуры	ПКос-4.2 ПКос-4.3		4
	Тема 2.2 Спутниковые системы для мониторинга парниковых газов на примере OCO-2, GOSAT и TanSat.	Лекция №2. Аппаратное оснащение гиперспектральной съемки. Международный опыт использования гиперспектральной съемки для мониторинга парниковых газов.	ПКос-3.1 ПКос-4.2 ПКос-4.3	Экспресс-тест №2	2
		Практическая работа № 3. Использование гиперспектральных систем ДЗЗ для сельского хозяйства.			4
3	Раздел 3 Работа с данными гиперспектральной съемки при анализе потоков парниковых газов и пулов углерода				

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 3.1 Подходы к дистанционной гиперспектральной количественной оценке потоков и визуализации парниковых газов в окружающей среде	Практическая работа № 4. Осуществление калибровки и сборка гиперкуба из серии гиперспектральных изображений.	ПКос-4.2 ПКос-4.3	Экспресс-тест №3	2
		Лекция №3. Подходы к дистанционной гиперспектральной количественной оценке потоков и визуализации парниковых газов в окружающей среде			2
		Практическая работа №5 Основные подходы и методы коррекции и постобработки гиперспектральных снимков для анализа потоков парниковых газов			2
	Тема 3.2 Мониторинг участков геологического связывания углерода с использованием гиперспектральных данных	Практическая работа №6. Изучение основ предобработки гиперспектральных изображений, калибровка на источник света, кросс-валидация спутниковых данных.	ПКос-3.1 ПКос-4.2 ПКос-4.3	Экспресс-тест №4	2/2*
		Лекция №4. Мониторинг участков геологического связывания углерода с использованием гиперспектральных данных			2
		Практическая работа №7. Методы обработки ГИ и осуществление поиска объекта на изображении с заданной спектральной сигнатурой поиска.			4
	Тема 3.3 Прогнозные модели содержания органического вещества почвы с использованием гиперспектральной космической съемки на основе оптимизированного метода шумоподавления	Практическая работа №8. Инструменты составления прогнозных моделей содержания органического вещества почвы с использованием гиперспектральных снимков.	УК-3.2 ПКос-3.1 ПКос-4.2 ПКос-4.3	Экспресс-тест №5	2/2*
		Лекция №5. Прогнозные модели содержания органического вещества почвы с использованием гиперспектральной космической съемки			4
		Практическая работа №9. Оценка моделей содержания углерода органического вещества почвы. Оптимизированный метод шумоподавления.			2

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Физические аспекты распространения электромагнитного излучения и его взаимодействия с атмосферой Земли при проведении гиперспектральной съемки		
1.	Тема 1.1 Геофизические особенности рассеивания излучения в атмосфере при использовании гиперспектральной съемки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типовые ошибки и искажения на снимках гиперспектральной съемки, обусловленные влиянием атмосферы; 2. Планирование проекта гиперспектральной аэрофотосъемки 3. Как направление Солнца влияет на сбор данных при гиперспектральной аэрофотосъемке
Раздел 2. Основные спутниковые системы мониторинга парниковых газов с гиперспектральными сенсорами		
2	Тема 2.1 Мониторинг парниковых газов с использованием дистанционных методов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение параметров при планировании полетов для гиперспектральной аэрофотосъемки; 2. Особенности калибровки бортового гиперспектрального датчика; 3. Подбор БВС для гиперспектральной съемки
3	Тема 2.2 Спутниковые системы для мониторинга парниковых газов на примере OCO-2, GOSAT и TanSat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. История развития спутниковых систем мониторинга парниковых газов; 2. Основные отличия систем GOSAT и GOSAT-2; 3. Принцип работы спутниковых систем мониторинга на примере OCO-2
Раздел 3. Работа с данными гиперспектральной съемки при анализе потоков парниковых газов и пулов углерода		
4	Тема 3.1 Подходы к дистанционной гиперспектральной количественной оценке потоков и визуализации парниковых газов в окружающей среде	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование программного обеспечения ENVI для анализа гиперспектральных снимков; 2. Использование программного обеспечения ArcGIS с алгоритмами ENVI.
5	Тема 3.2 Мониторинг участков геологического связывания углерода с использованием гиперспектральных данных	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геологическая секвестрация углерода; 2. Влияние стресса у растений на потоки углекислого газа и их анализ с использованием гиперспектральной съемки.
6	Тема 3.3 Прогнозные модели содержания органического вещества почвы с использованием гиперспектральной космической съемки на основе оптимизированного метода шумоподавления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способы оценки внутривероятного варьирования углерода органического вещества почвы с помощью гиперспектральных снимков.

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Геофизические особенности рассеивания излучения в атмосфере при использовании гиперспектральной съемки	Л	Лекция-визуализация
2.	Аппаратное оснащение гиперспектральной съемки. Международный опыт использования гиперспектральной съемки для мониторинга парниковых газов.	Л	Лекция-визуализация
3.	Подходы к дистанционной гиперспектральной количественной оценке потоков и визуализации парниковых газов в окружающей среде	Л	Лекция-визуализация
4.	Мониторинг участков геологического связывания углерода с использованием гиперспектральных данных	Л	Лекция-визуализация
5.	Прогнозные модели содержания органического вещества почвы с использованием гиперспектральной космической съемки	Л	Лекция-визуализация

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

Примерный перечень вопросов для организации экспресс-опросов

1. На какой орбите расположена система ОСО-2?
2. Какое пространственное разрешение имеют данные с ОСО-2?
3. Перечислите спутниковые сенсоры, которые используют при мониторинге парниковых газов;
4. Укажите дату запуска спутника Ibuki;
5. Какие парниковые газы можно оценивать со спутника GOSAT-2?

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. Что такое гиперспектральная съемка?
5. Причины нарушения работы идеальной системы дистанционного зондирования. Взаимодействия излучения с газами атмосферы. Технические ограничения передачи данных и их интерпретации.
6. Какие диапазоны длин волн включает гиперспектральная съемка?
7. Какие задачи могут быть решены с помощью гиперспектральной съемки?
8. Как работает система гиперспектральной съемки?
9. Что такое парниковые газы? Какими методами можно оценить концентрацию парниковых газов?
10. Что такое спектральный отпечаток и как он помогает оценить концентрацию парниковых газов?
11. Как гиперспектральная съемка помогает в оценке концентрации парниковых газов и чем этот метод важен в оценке изменения климата?
12. Основные методы съемки и анализа данных дистанционного зондирования. Использование многовременной, многозональной, многополяризационной съемки
13. Преимущества данных дистанционного зондирования в области наук о Земле и экологии. Применение космических снимков для обновления карт.
14. Типичные недостатки современных систем получения и анализа данных дистанционного зондирования. Использование растровых ГИС.
15. Области применения данных дистанционного зондирования. Определение пространственных границ и структуры объектов.
16. Оценка состояния территории по данным дистанционного зондирования. Инвентаризация пространственных объектов в экологии и природопользовании.
17. Основные области применения данных дистанционного зондирования в экологии и природопользовании, землепользовании, сельском и лесном хозяйстве.
18. Основы анализа электромагнитного излучения в системе дистанционного зондирования. Физические основы электромагнитного излучения.
19. Основные особенности и характеристики электромагнитного излучения. Волновая модель электромагнитного излучения, скорость его распространения.
20. Корпускулярная теория электромагнитного излучения. Определение количества энергии, измеряемой многозональным сенсором при заданной длине волны.
21. Подходы к дистанционной гиперспектральной количественной оценке потоков и визуализации парниковых газов в окружающей среде
22. Как используется гиперспектральная съемка для оценки органического вещества в почве?
23. Какие спектральные характеристики связаны с наличием органического вещества в почве?

24. Какие методы обработки и анализа данных применяются при использовании гиперспектральной съемки для оценки содержания органического вещества в почве?
25. Какие преимущества и недостатки имеет использование гиперспектральной съемки для оценки органического вещества в почве по сравнению с традиционными методами?
26. Какие перспективы и возможности открывает использование гиперспектральной съемки для исследования почвенных процессов и их влияния на экосистемы?
27. Какие методы коррекции используются для гиперспектральных снимков?
28. Какие виды коррекции используются для удаления атмосферных эффектов из спектральных данных?
29. Каким образом можно применить методы машинного обучения для коррекции гиперспектральных снимков?
30. Какие методы можно использовать для обнаружения и устранения шумов на гиперспектральных снимках?
31. Какие факторы нужно учитывать при выборе методов коррекции гиперспектральных снимков?

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

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 «отлично» 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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» 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. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

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 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 «Физические аспекты распространения электромагнитного излучения и его взаимодействия с атмосферой Земли при проведении гиперспектральной съемки»	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
2	Раздел 2 «Основные спутниковые системы мониторинга парниковых газов с гиперспектральными сенсорами»	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021
		ILWIS Academic	Расчётная	52°North ILWIS Community	2007
3	Раздел 3 «Работа с данными гиперспектральной съемки при анализе потоков парниковых газов и пулов углерода»	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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода»

Таблица 10

Описание материально-технической базы, имеющейся на кафедрах и необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» представлено в таблице 9.

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
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 обу-

	чающихся 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 обу-

чающемуся, 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

менную 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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода».

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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» 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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода»
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.ДВ.02.02 Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода 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.ДВ.02.02 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» (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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» 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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» составляет 3 зачётных единиц (108 часов/из них практическая подготовка 4).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» 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 «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» предполагает 5 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 (участие в 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*

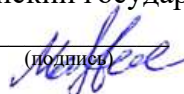
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Использование гиперспектральной съемки для изучения парниковых газов и депонирования почвенного углерода» 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» _____ «22» августа 2022 г.


(подпись)