

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

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

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 2025.08.26 14:49:58

Уникальный идентификационный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

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

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

УТВЕРЖДАЮ:

и.о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства имени  
А.Н.Костякова

  
Д.М. Бенин

“25” августа 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФТД.02 «Экологический мониторинг парниковых газов»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 05.04.06 – Экология и природопользование

Направленность: Экологический мониторинг и проектирование

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики:

Ярославцев А.М., к.б.н., доцент

Александров Н.А., ассистент

Серёгин И.А., ассистент

«25» августа 2025г.

Рецензент: Борисов Б.А. д.б.н., профессор

«25» августа 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование и учебного плана

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

И.о.зав. кафедрой экологии

Тихонова М.В.

«25» августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, к.пед.н., доцент протокол №7

Щедрина Е.В.  
«25» августа 2025 г.

И.о.зав. кафедрой, доцент, к.б.н.

Тихонова М.В.

«25» июня 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ» СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	13
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	18
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	19
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	19
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	21
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	21

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины  
**ФТД. 02 «Экологический мониторинг парниковых газов»**  
для подготовки магистров по направлению  
05.04.06 – Экология и природопользование  
направленности Экологический мониторинг и проектирование

**Цель освоения дисциплины:** Данная дисциплина ориентирована на формирование у магистров знаний, умений и навыков по теоретическим основам, базовым элементам, информационно-методическим вопросам и практическим навыкам, связанным с мониторингом, оценкой и моделированием потоков парниковых газов.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина является факультативной дисциплиной учебного плана по направлению подготовки 05.04.06 – Экология и природопользование, осваивается во 2 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1.1; ПКос-1.3.

**Краткое содержание дисциплины:** История развития метода, первые подходы к применению. Определение потока, размерности. Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций. Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций. Турбулентные вихри в определенной точке. Понятие моментального потока. Основное уравнение метода турбулентных пульсаций – общий вид и вид после принятия основных допущений. Базовые ограничения метода турбулентных пульсаций, следующих из уравнений метода Основные источники ошибок, при измерении методом турбулентных пульсаций Основные подходы к исправлению ошибок измерения Описание основных этапов исследования по методу турбулентных пульсаций (планирование, установка, обработка) Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от климата Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от рельефа. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от направления основных ветров. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от инфраструктуры. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от растительности. Правила взаимного расположения анемометра и газоанализатора при измерениях методом турбулентных пульсаций. Мероприятия по поддержанию и профилактике поломок оборудования в эксперименте методом турбулентных пульсаций. Основное биометрическое оборудование, применяемое в экспериментах методом турбулентных пульсаций. Основные типы газоанализаторов, применяемых в экспериментах методом турбулентных пульсаций. Основные типы анемометров, применяемых в экспериментах методом турбулентных потоков.

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

**Промежуточный контроль:** зачёт

## **1. Цель освоения дисциплины**

Дисциплина «**Экологический мониторинг парниковых газов**» формирует процесс умений и навыков по теоретическим основам, базовым элементам, информационно-методическим вопросам и практическим навыкам, связанных с мониторингом, оценкой и моделированием потоков парниковых газов.

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

Дисциплина «**Экологический мониторинг парниковых газов**» включена в вариативную часть факультативных дисциплин учебного плана. Дисциплина «**Экологический мониторинг парниковых газов**» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.04.06 – Экология и природопользование.

Особенностью дисциплины является то, что она тесно взаимосвязана с дисциплинами базовой и вариативной части по направлению 05.04.06 – Экология и природопользование и является формирующей у магистрантов современные представления о практических и теоретических основах, базовых элементов, связанных с мониторингом, оценкой и моделированием потоков парниковых газов.

Рабочая программа дисциплины «**Экологический мониторинг парниковых газов**» 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 «Экологический мониторинг парниковых газов» 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 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

**Требования к результатам освоения учебной дисциплины  
«Основы агроэкологического моделирования на языке R»**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос 1	Способен решать задачи научной исследовательской деятельности, включая планирование, организацию, проведение, приборное, метрологическое и информационно-методическое обеспечение экологического и агроэкологического мониторинга, инженерно-экологических изысканий в системе экологического проектирования и ОВОС, с использованием методов экологической цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования	<p>ПКос-1.1 - Знать и уметь использовать на практике современные методы планирования и организации экологического и агроэкологического мониторинга, базовые основы его приборного, информационно-методического и метрологического обеспечения</p> <p>ПКос-1.3 - Владеть современными методами цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии</p>	<p>Роль парниковых газов в локальных и глобальных экосистемах. Базовые термины и понятия для описания потоков парниковых газов в цикле углерода, список наиболее популярных моделей и основного программного обеспечения для обсе­та потоков парниковых газов</p>	<p>Оценивать релевантность этих методов для поставленной задачи, понимать состояния экосистемы по значениям скорости потоков парниковых газов</p>	<p>Осуществлять поиск современных публикаций, посвященных методам измерения парниковых газов</p>
				<p>Основные теоретические ограничения современных методов измерения потоков парниковых газов, весь комплекс ограничений, недостатков и достоинств методов, моделей и оборудования используемых при мониторинге парниковых газов</p>	<p>Применять необходимое программное обеспечение и математические модели на разных этапах пред и пост обработки результатов мониторинга парниковых газов, правильно планировать эксперименты по потоку парниковых газов с правильным подбором</p>	<p>Навыками написания простых скриптов и электронных таблиц для расчета парниковых газов, умениями пред и пост обработки данных мониторинга парниковых газов, навыками работы в наиболее популярных пакетах для обсе­та по-</p>

						<p>наиболее подходящего оборудования и программного обеспечения, с учетом всех недостатков и использованных методов и применяемого оборудования</p>	<p>токов парниковых газов, базовыми навыками оценки качества планируемого эксперимента по мониторингу парниковых газов, исходя из релевантности выбранного оборудования, методов, моделей и программного обеспечения объекту исследования</p>
--	--	--	--	--	--	---	---

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по 2 семестру

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. / в том числе пп	В т.ч. по 2 семестру
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>30,25</b>	<b>30,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>30,25</b>	<b>30,25</b>
<i>лекции (Л)</i>	8	8
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	22/*4	22/*4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>77,75</b>	<b>77,75</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>	69,75	69,75
<i>Подготовка к зачёту (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел 1. Теоретические основы экологического мониторинга парниковых газов наземных экосистем</b>	26	2	4		20
<b>Раздел 2. Теоретическое обоснование метода турбулентных пульсаций</b>	28	2	6		20
<b>Раздел 3. Подбор оборудования и места эксперимента для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов</b>	28	2	6		20
<b>Раздел 4 Пред и постобработка данных мониторинга парниковых газов</b>	25,75	2	6		17,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25			0,25	
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>0,25</b>	<b>77,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>0,25</b>	<b>77,75</b>

**Раздел 1. Теоретические основы экологического мониторинга парниковых газов наземных экосистем.**

**Тема 1. Основные понятия о мониторинге.**

Предмет и задачи дисциплины. Цели и задачи экологического мониторинга. Современные представления и понятия о мониторинге состояния окружающей среды. Современные методы измерения парниковых газов. Важность парниковых газов для глобального климата. Участие парниковых газов в цикле углерода

**Раздел 2. Теоретическое обоснование метода турбулентных пульсаций**

## **Тема 1. Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций.**

Измерение потоков парниковых газов камерным методом. Хроматография и ИК спектрометрия. Достоинства и недостатки хроматографии по сравнению с фотоспектрометрическими методами. Недостатки полевого применения хроматографических методов. Ограничения ИК-спектрометров. Ограничения камерного метода. Особенности отбора газовых образцов в виалы. Расчет потоков парниковых газов камерным методом с использованием виал и поточных ИК-спектрометров

## **Тема 2. Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций**

История развития метода, первые подходы к применению. Определение потока, размерности. Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций. Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций. Турбулентные вихри в определенной точке. Понятие моментального потока. Основное уравнения метода турбулентных пульсаций – общий вид и вид после принятия основных допущений. Базовые ограничения метода турбулентных пульсаций, следующих из уравнений метода.

## **Тема 3. Корректное применение метода турбулентных пульсаций в экологическом мониторинге**

Основные источники ошибок, при измерении методом турбулентных пульсаций. Основные подходы к исправлению ошибок измерения. Описание основных этапов исследования по методу турбулентных пульсаций (планирование, установка, обработка). Получение данных первичной продуктивности экосистем, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций. Получение данных о дыхании экосистемы, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций. Оценка потери или накопления углерода экосистемой, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций.

## **Раздел 3 Подбор оборудования и места эксперимента для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов методом турбулентных пульсаций**

### **Тема 1 Подбор оборудования для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов**

Инструментальные принципы измерения методом турбулентных пульсаций. Акустический анемометр. Типы акустических анемометров. ИК газовый анализатор. Газоанализаторы открытого типа. Подбор типа ИК газоанализатора в зависимости от типа местности. Энергопотребление оборудования. Подбор источников питания. Взаимное расположение оборудования. Биометеорологические датчики.

### **Тема 2 Подбор места эксперимента для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов**

Высота установки оборудования измерений методом турбулентных пульсаций над экосистемой. Зависимость исследований от близости инфраструкту-

ры. Понятие футпринт. Зависимость футпринта от высоты оборудования, его взаимного расположения при установке. Влияние климата на получение релевантных данных и функционирование оборудования

#### **Раздел 4 Пред и постобработка данных мониторинга парниковых газов**

##### **Тема 1 Важность биометеорологических данных для оценки релевантности данных полученных методом турбулентных пульсаций**

Описание функциональных возможностей программного комплекса EddyPro. Разбор интерфейса и способов ввода результатов мониторинга. Главные достоинства EddyPro. Описание структуры метафайла. Важность биометеорологических данных для оценки релевантности данных, полученных методом турбулентных пульсаций. Способы добавления метеорологических данных в EddyPro. Разбор проблемных ситуаций при расчётах программным комплексом EddyPro.

##### **Тема 2. Получение данных о первичной продуктивности и дыхании экосистемы, по результатам постобработки данных мониторинга методом турбулентных пульсаций.**

Оценка качества данных о потоках парниковых газов в экосистемах, полученных методом турбулентных пульсаций. Фильтрация данных. Заполнение пропусков по биометеорологическим данным. Реакция экосистемного дыхания и фотосинтеза на различные уровни освещенности и температуры. Кривые эффективности использования света (LUE). Способы разделения суммарных потоков парниковых газов на данные по первичной продуктивности и дыханию экосистем.

#### **Предмет и задачи дисциплины 4.3 Лекции/ практические занятия**

Таблица 4

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

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Теоретические основы экологического мониторинга парниковых газов наземных экосистем</b>				<b>4</b>
	Тема 1. Основные понятия о мониторинге.	Лекция №1. Введение базовые понятия языка R.	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 1. Основы мониторинга	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2/*2
2.	<b>Раздел 2. Теоретическое обоснование метода турбулентных пульсаций</b>				<b>8</b>
	Тема 1 Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций.	Лекция №2 Определение потока, размерности.	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 2 Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций.	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов
	Тема 2. Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций	Практическое занятие № 3 Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2
	Тема 3. Корректное применение метода турбулентных пульсаций в экологическом мониторинге	Практическое занятие № 4 Корректное применение метода турбулентных пульсаций в экологическом мониторинге	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Тестирование	2
3.	<b>Раздел 3. Подбор оборудования и места эксперимента для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов методом турбулентных пульсаций</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Подбор оборудования для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов	Лекция №3 Основное уравнение метода турбулентных пульсаций – общий вид и вид после принятия основных допущений	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 5 Базовые ограничения метода турбулентных пульсаций, следующих из уравнений метода	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2/*2
	Тема 2. Подбор места эксперимента для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов	Практическое занятие № 6 Основные источники ошибок, при измерении методом турбулентных пульсаций	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Тестирование	2
4.	<b>Раздел 4 Пред и постобработка данных мониторинга парниковых газов</b>				<b>6</b>
	Тема 1 Важность биометеорологических данных для оценки релевантности данных, полученных методом турбулентных пульсаций.	Лекция №4 Получение данных первичной продуктивности экосистем, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 7 Получение данных о дыхании экосистемы, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций.	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов
	Тема 2. Получение данных о первичной продуктивности и дыхании экосистемы, по результатам постобработки данных мониторинга методом турбулентных пульсаций	Практическое занятие № 8 Оценка потери или накопления углерода экосистемой, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций.	ПКос-1.1; ПКос-1.3	Тестирование	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Теоретические основы экологического мониторинга парниковых газов наземных экосистем</b>		
1.	Тема 1. Основные понятия о мониторинге.	1. Понятие углеродного следа ПКос-1.1; ПКос-1.3
<b>Раздел 2. Таблицы, циклы, итерации, графика и другие сложные конструкции в языке R</b>		
2.	Тема 1. Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций.	1. Метод разбединенного накопления микровихрей 2. Метод равномерного накопления микровихрей со впрыскиваниями 3. Закон сохранения массы для небольших территорий 4. Метод обновления поверхности ПКос-1.1; ПКос-1.3
	Тема 2. Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций	1. Оценка потоков по отношению Боуэна 2. Метод профилей 3. Метод расчёта потоков по сопротивлению ПКос-1.1; ПКос-1.3
	Тема 3. Корректное применение метода турбулентных пульсаций в экологическом мониторинге	1. Применение метода в промышленности 2. Исследования других газов 3. Применение метода в исследованиях цикла азота ПКос-1.1; ПКос-1.3
<b>Раздел 3. Использование пакетов из «вселенной tidyverse», синтаксис, фильтрация, трансформация и работа с датами</b>		
3.	Тема 1 Подбор оборудования для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов	1. Поправка на нагревание – долгосрочные измерения 2. Поправка на нагревание для потока CO <sub>2</sub> за час 3. Воздействие нагревания на долгосрочный баланс 4. Воздействие нагревания на поток H <sub>2</sub> O и другие потоки ПКос-1.1; ПКос-1.3
	Тема 2 Подбор места эксперимента для мониторинговых	1. Влияние шероховатости полога 2. Шероховатость полога и зона охвата

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	наблюдений за потоками парниковых газов	3. Влияние шероховатости: резюме 4. Высота измерений при различной шероховатости 5. Шероховатость при различных высотах измерений ПКос-1.1; ПКос-1.3
<b>Раздел 4 Пред и постобработка данных мониторинга парниковых газов</b>		
4.	Тема 1 Важность биометеорологических данных для оценки релевантности данных, полученных методом турбулентных пульсаций.	1. Контроль качества ночных данных 2. Верификация по тепловому балансу 3. Верификация по полному уравнения теплового баланса 4. Верификация альтернативным данным ПКос-1.1; ПКос-1.3
	Тема 2. Получение данных о первичной продуктивности и дыхании экосистемы, по результатам постобработки данных мониторинга методом турбулентных пульсаций	1. Новые масштабы измерений потоков: лидары, сцинтилляметры 2. Новые масштабы измерений потоков: мобильные платформы 3. Новые масштабы измерений потоков: глобальные сети 4. Новые масштабы измерений потоков: дистанционное зондирование ПКос-1.1; ПКос-1.3

## 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.	Лекция №1 Основные понятия о мониторинге.	Л Лекция-визуализация
2.	Лекция №2 Определение потока, размерности.	Л Лекция-визуализация
3.	Лекция №3 Основное уравнения метода турбулентных пульсаций – общий вид и вид после принятия основных допущений	Л Лекция-визуализация
4.	Лекция №4 Получение данных первичной продуктивности экосистем, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций	Л Лекция-визуализация

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

### Устные вопросы по Раздел 1. Теоретические основы экологического мониторинга парниковых газов наземных экосистем.

- Соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирующее меры по снижению содержания парниковых газов в атмосфере 2015 года, было заключено в
  - Стокгольме
  - Токио
  - Париже
  - Рио-де-Жанейро
- Доля антропогенных выбросов углерода в атмосферу в результате вырубки лесов, распашки земель и некорректного землепользования от всех антропогенных выбросов составляет

- a. 10%
  - b. 15%
  - c. 20%
  - d. 25%
3. Каковы гипотетические последствия для территории России в результате глобального изменения климата
    - a. Уменьшаться средние температуры и увеличатся уровни осадков в северной части
    - b. Увеличатся средние температуры и уменьшатся уровни осадков в южной части
    - c. Увеличатся средние температуры и уровни осадков в северной части
    - d. Увеличатся средние температуры и уменьшатся уровни осадков в южной части
  4. Какая доля углекислого газа поглощается океаном?
  5. Предположите механизмы того, как рост уровня потребления в развитых странах может привести увеличению эмиссии метана?
  6. Какие международные соглашения и конвенции о мерах по предотвращению изменения климата вам известны?
  7. Климат какой части территории России измениться сильнее всего в результате глобального изменения климата?
  8. Какие аналитические методы измерения парниковых газов вам известны?

## **Устные вопросы Раздел 2. Теоретическое обоснование метода турбулентных пульсаций.**

### **Тема 1. Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций.**

1. Выберите наиболее точное определение потока
  - a. Количество вещества или энергии прошедшее через единицу площади за единицу времени
  - b. Количество вещества или энергии прошедшее через единицу объема за единицу времени
  - c. Количество вещества или энергии прошедшее через единицу площади
  - d. Количество вещества или энергии прошедшее через единицу массу за единицу времени
2. Какое из приведенных ниже допущений не относится к методу турбулентных пульсаций
  - a. Слой шероховатости не должен быть больше чем 1,5 высоты растительности
  - b. Поверхность должна быть горизонтальной и гомогенной
  - c. Средний перенос равен нулю
  - d. Плотность воздуха неизменна
3. Каковы гипотетические последствия для территории России в результате глобального изменения климата
  - a. Уменьшаться средние температуры и увеличатся уровни осадков в северной части
  - b. Увеличатся средние температуры и уменьшатся уровни осадков в южной части
  - c. Увеличатся средние температуры и уровни осадков в северной части
  - d. Увеличатся средние температуры и уменьшатся уровни осадков в южной части
4. Опишите основные недостатки камерного метода измерения потока парниковых газов?
5. Опишите основную последовательность действий при отборе газовых образцов в вials?
6. Почему хроматография несмотря на ряд ограничений остается все еще очень важным методом исследования потоков парниковых газов в экосистемах?
7. На каком уровне оптимально исследовать экосистемы камерным методом?

8. Какие экосистемы не подходят для исследования методом турбулентных пульсаций?

### **Устные вопросы Тема 2. Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций**

1. Как используется разложение Рейнольдса в выводе уравнения турбулентного переноса парниковых газов?
2. Перечислите основные ограничения, которые налагают на исследователя допущения в ходе вывода основного уравнения метода турбулентных пульсаций?
3. Какие требования к оборудованию выдвигает итоговое уравнение метода турбулентных пульсаций?
4. Почему можно считать, что измерения методом турбулентных пульсаций позволяют охарактеризовать экосистему, если измерения проходят в одной точке?
5. Что такое футпринт?

### **Устные вопросы Тема 3. Корректное применение метода турбулентных пульсаций в экологическом мониторинге**

1. Что такое слой шероховатости?
2. Как зависит футпринт от высоты установки оборудования ?
3. Почему лесные экосистемы потенциально более сложны для изучения потоков парниковых газов?
4. Перечислите основные ограничения метода турбулентных пульсаций в условиях реальных экосистем?
5. Какие экосистемы в принципе невозможно исследовать методом турбулентных пульсаций?

### **Устные вопросы Раздел 3 Подбор оборудования и места эксперимента для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов методом турбулентных пульсаций**

#### **Тема 1 Подбор оборудования для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов**

1. Главное преимущество ИК газоанализаторов над лазерными
  - a. Компактность
  - b. Цена
  - c. Точность
  - d. Энергопотребление
2. Главное преимущество закрытых газоанализаторов над открытыми
  - a. Компактность
  - b. Энергопотребление
  - c. Работа при высокой влажности
  - d. Цена
3. Если роза ветров над объектом исследований характеризуется одним доминирующим направлением ветра, то вышку измерения методом турбулентных пульсаций ставят
  - a. С наветренной стороны
  - b. С подветренной стороны
  - c. В центре объекта
  - d. Можно ставить где угодно
4. Почему для метода турбулентных пульсаций используется акустический анемометр, а не более простые приборы?

5. Опишите принцип работы акустического анемометра? Какую дополнительную информацию важную в экологических исследованиях можно извлечь из данных акустического анемометра
6. Какие типы ИК газоанализаторов используются в исследованиях методом турбулентных пульсаций?
7. Перечислите достоинства и недостатки ИК газоанализаторов закрытого типа?
8. Перечислите достоинства и недостатки ИК газоанализаторов открытого типа?
9. Какие экосистемы в принципе невозможно исследовать методом турбулентных пульсаций?

## **Устные вопросы Тема 2 Подбор места эксперимента для мониторинговых наблюдений за потоками парниковых газов**

### **Практическое занятие №6**

1. Почему климат может влиять на итоговое энергопотребление комплекса приборов выбранных для измерений методом турбулентных пульсаций?
2. Как зависит футпринт от высоты растительности в экосистеме
3. Как учитывается роза ветров при взаимном расположении приборов ?
4. Как роза ветров влияет на выбор типа используемого анемометра?
5. Перечислите основные биометеорологические датчики?

## **Устные вопросы Раздел 4 Пред и постобработка данных мониторинга парниковых газов**

### **Тема 1 Важность биометеорологических данных для оценки релевантности данных, полученных методом турбулентных пульсаций.**

1. Выберите верное уравнение
  - a.  $GPP = NEE + Reco$
  - b.  $GPP = NPP + Reco$
  - c.  $NPP = NEE - Rh$
  - d.  $Reco = Ra - Rh$
2. Главное допущение при разделении потоков по ночным данным
  - a.  $GPP_{ночное} = GPP_{дневное}$
  - b.  $NEE_{ночное} = Reco$
  - c.  $GPP_{ночное} = Reco_{ночное}$
  - d.  $Reco_{ночное} = Reco_{дневное}$
3. Уравнение Ллойда и Тейлора используется для
  - a. Экстраполяции температуры по ФАР
  - b. Экстраполяции GPP по ФАР
  - c. Экстраполяции Reco по температуре
  - d. Экстраполяции Reco по GPP
4. Как определить точность измерений методом турбулентных пульсаций по энергетическому балансу экосистемы?
5. Почему для измерения методом турбулентных пульсаций важно определение периодов измерения с сильным туманом и осадками
6. Почему для измерения методом турбулентных пульсаций важно определение высоты снегового покрова и травянистой растительности
7. Как используются данные с датчика ФАР?
8. Опишите алгоритм заполнения пробелов данных с помощью таблиц сравнения?

## **Устные вопросы Тема 2. Получение данных о первичной продуктивности и дыхании экосистемы, по результатам постобработки данных мониторинга методом турбулентных пульсаций**

1. Опишите связь между экосистемным обменом, первичной продуктивностью и экосистемным дыханием
2. Как можно вычислить дыхание экосистемы по ночным данным измерений методом турбулентных пульсаций?
3. Что такое кривые эффективности использования света экосистемой
4. Почему для разделения значений экосистемного обмена на дыхание и продуктивность порой достаточно только температурных данных
5. Какие программные пакеты вы знаете, позволяющие разделять экосистемный обмен на дыхание и первичную продуктивность

### **Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)**

1. История развития метода, первые подходы к применению
2. Определение потока, размерности.
3. Отличия в подходах к измерению потока камерным методом и методом турбулентных пульсаций
4. Турбулентное движение воздушных масс. Возможность использования турбулентных и ламинарных потоков для измерения методом турбулентных пульсаций
5. Турбулентные вихри в определенной точке. Понятие моментального потока.
6. Основное уравнение метода турбулентных пульсаций – общий вид и вид после принятия основных допущений
7. Базовые ограничения метода турбулентных пульсаций, следующих из уравнений метода
8. Основные источники ошибок, при измерении методом турбулентных пульсаций
9. Основные подходы к исправлению ошибок измерения
10. Описание основных этапов исследования по методу турбулентных пульсаций (планирование, установка, обработка)
11. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от климата
12. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от рельефа
13. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от направления основных ветров
14. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от инфраструктуры
15. Подбор оборудования и инфраструктуры эксперимента в зависимости от растительности
16. Правила взаимного расположения анемометра и газоанализатора при измерениях методом турбулентных пульсаций
17. Мероприятия по поддержанию и профилактике поломок оборудования в эксперименте методом турбулентных пульсаций
18. Основное биометрическое оборудование, применяемое в экспериментах методом турбулентных пульсаций

19. Основные типы газоанализаторов, применяемых в экспериментах методом турбулентных пульсаций
20. Основные типы анемометров, применяемых в экспериментах методом турбулентных пульсаций
21. Получение данных первичной продуктивности экосистем, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций
22. Получение данных о дыхании экосистемы, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций
23. Оценка потери или накопления углерода экосистемой, по данным эксперимента методом турбулентных пульсаций.

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

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

Критерии оценки при сдаче зачета по традиционной системе:

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
«Зачет»	выставляется студенту, если были дан исчерпывающие ответы на устные вопросы с незначительными недочётами, отработки по пропущенным занятиям в виде рефератов по пропущенной теме сданы, тестирование выполнено с небольшими недочётами
«Не зачет»	выставляется студенту, если не было ответа на поставленные вопросы, пропущено более 50% лекций и ПЗ и не сданы отработки, тестирование выполнено с большим количеством ошибок.

Текущие задолженности по сдаче пропущенных тем и тестированиям должны быть ликвидированы до проведения контроля, во время определяемое преподавателем.

Виды текущего контроля: опросы по каждому разделу, тестирования.

Виды промежуточного контроля по дисциплине: зачет

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Ступин, Д. Ю. Влияние изменения климата на агроэкологические системы : учебное пособие / Д. Ю. Ступин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-4198-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131035>

2. Кувшинов, Д. Р. Основы программирования : учебное пособие для вузов / Д. Р. Кувшинов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 104 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07559-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493460>

3. Гришин, В. А. Основы программирования на языке R : учебно-методическое пособие / В. А. Гришин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 67 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191498>

4. Митина, О. А. Языки программирования для статистической обработки данных (R) : учебное пособие / О. А. Митина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 191 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163912>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Высоцкий, Л. И. Продольно-однородные осредненные турбулентные потоки : монография / Л. И. Высоцкий, И. С. Высоцкий. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1866-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212000>

2. Степанов А. Л. Микробная трансформация парниковых газов в почвах / А. Л. Степанов ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Российский фонд фундаментальных исследований. - Москва : ГЕОС, 2011. - 190 с.

3 Парниковый эффект,изменение климата и экосистемы. - Л. : Гидрометеопиздат, 1989. – 560 с..

4. Сборник материалов Московской международной летней экологической школы MOSES 2015 "Экологический мониторинг, моделирование и проектирование в условиях природных, городских и агроэкосистем" : научное издание / Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Российский фонд фундаментальных исследований. Московская международная летняя экологическая школа MOSES) ; сост. И. И. Васенев [и др.]. - Москва : Скрипта манент, 2015. - 196 с.

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

1. <https://ecologymodeling.github.io> (открытый доступ)

2. [https://www.licor.com/env/products/eddy\\_covariance/results.html?gclid=CjwKCAjwx7DeBRBJEiwA9MeX\\_GsN198p1H0RUvOIqTbm27q2ZGoWJE5TBKaT2L9ItXarGUedOG-XrhoCILYQAvD\\_BwE](https://www.licor.com/env/products/eddy_covariance/results.html?gclid=CjwKCAjwx7DeBRBJEiwA9MeX_GsN198p1H0RUvOIqTbm27q2ZGoWJE5TBKaT2L9ItXarGUedOG-XrhoCILYQAvD_BwE) (открытый доступ)

3. <https://youtu.be/rHfbCrSrLbU> (открытый доступ)

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

Таблица 10

### 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 212)	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 №29 – аудитория 212)	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 №29 – аудитория 404)	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 студентам по освоению дисциплины

Переход к многоступенчатой системе высшего образования предполагает увеличение количества часов, отведенных на самостоятельную работу. Следовательно, учащиеся, владеющие навыками организации самостоятельной работы над учебным материалом, имеют несомненное преимущество. Учебную работу студента высшего учебного заведения можно разделить на две части: аудиторную (по Учебному плану вашего направления — это лекция, практическое занятие, зачет с оценкой) и самостоятельная работа. Самостоятельная работа представляет собой особо организованный вид учебной деятельности, который должен отвечать определенным требованиям. Во-первых, необходимо разумное использование личного времени, т.е. хорошо продуманный и строго соблюдаемый режим учебного труда. Во-вторых, так как занятия от случая к случаю снижают эффективность самостоятельной работы, важны регулярность и последовательность изучения учебных материалов. В-третьих, студент должен проявлять сознательность и активность, поскольку познание представляет собой сложный процесс, во многом зависящий от действий учащегося.

Самостоятельная работа студента предполагает опору на знания, полученные во время аудиторных занятий, прежде всего лекций. Следовательно, каждый студент должен уметь конспектировать устную речь.

Основное правило конспектирования: важнее понять логику изложения в целом, чем записать несвязанные, обрывочные фрагменты. Необходимо использовать простую неформальную систему записи. Студент должен помнить: запись должна быть понятна конспектирующему, а не кому-то другому.

После каждой лекции следует перечитать конспект, исправить возможные ошибки, расшифровать вынужденные сокращения и т.д. Затем необходимо самостоятельно проработать теоретические материалы по теме лекции, взятые из учебников, учебных пособий, словарей и справочников, энциклопедий и т.п. Обязательно сравните собранную информацию с лекционным конспектом, допишите необходимые сведения, выделите опорные пункты, сделайте требуемые подчеркивания.

Особое внимание следует уделять терминам. Важно понимать, что во многих терминологических системах традиционно встречаются многозначные термины. Все термины и понятия, семантика которых недостаточно ясна учащемуся, 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. Учащемуся рекомендуется составить и непрерывно пополнять свой собственный словарь терминов, общеупотребительной научной лексики, сокращений, аббревиатур.

Помните, что при подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на конспекты лекций, так как они обладают преимуществами по сравнению с печатными изданиями. Обычно конспекты более детальны, отражают самую современную и оперативную информацию, подробно освещают вопросы, интересующие учащихся. Однако подготовка только по лекционным материалам все же недостаточна, вам 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. При освоении данного курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой.

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

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

Студент, пропустивший занятия обязан предоставить конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Время отработки пропущенных занятий устанавливается по предварительной договоренности с преподавателем.

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

Дисциплина «**Экологический мониторинг парниковых газов**» позволяет студентам углубить знания по одному из разделов экологии, имеющему важное практическое значение всех протекающих процессов на земле и находить способы управления ими.

Одной из форм проведения занятий является практическое занятие. Это один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. При разработке методики практических занятий важное место занимает вопрос о взаимосвязи между практическим занятием и лекцией, самостоятельной работой студентов, о характере и способах такой взаимосвязи. Практическое занятие не должно повторять лекцию, и, вместе с тем, его руководителю необходимо сохранить связь принципиальных положений лекции с содержанием практического занятия.

При условии соблюдения требований методики их проведения практические занятия выполняют многогранную роль: стимулируют регулярное изучение студентами первоисточников и другой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу; закрепляют знания, полученные студентами при прослушивании лекции и самостоятельной работе над литературой; расширяют круг знаний благодаря выступлениям товарищей и преподавателя на занятии; позволяют студентам проверить правильность ранее полученных знаний, вычленив в них наиболее важное, существенное; способствуют превращению знаний в твердые личные убеждения, рассеивают сомнения, которые могли возникнуть на лекциях и при изучении литературы, что особенно хорошо достигается в результате столкновения мнений, дискуссии; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления по теоретическим вопросам, оттачивают мысль, приучают студентов свободно оперировать терминологией.

Выбор формы практического занятия по экологии зависит от ряда факторов:

- от содержания темы и характера рекомендуемых по ней источников и пособий, в том числе и от их объема;
- от уровня подготовленности, организованности и работоспособности данной группы, ее специализации и профессиональной направленности;
- от опыта использования различных форм на предшествующих занятиях.

Избранная форма практического занятия призвана обеспечить реализацию всех его функций: познавательной, воспитательной, контроля.

В практике практических занятий в вузах можно выделить ряд форм: развернутая беседа, теоретическая конференция, устные опросы, упражнения на самостоятельность мышления и другие.

Использование интерактивных форм и методов на занятиях являются актуальной проблемой современного вуза и, вероятно, наступает эпоха расцвета интерактивных методов обучения. ФГОС ВО студентов всех направлений делают обязательным использование именно активных методов обучения. Активные методы обучения являются одним из наиболее эффективных средств вовлечения студентов в учебно-познавательную деятельность.

Интерактивный – означает способность взаимодействовать или находится в режиме беседы, диалога. Следовательно, интерактивное обучение – диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие педагога и студента.

К категории таких методов относится теоретическая конференция. Преподаватель не должен ограничивать студентов в детализации выбранных ими тем. Наблюдается корреляция выбранной студентами темы с направлением их обучения. 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 конференции и, наконец, просматривает готовые тексты или же прослушивает их в исполнении авторов. Последнее имеет целью помочь в совершенствовании навыков публичного выступления, в выборе нужного темпа изложения материала и т. д. После окончания доклада студенты задают вопросы по представленной информации. Вопросы и ответы на них составляют центральную часть практического занятия. 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 дублеры докладчика, если таковые назначались. Как правило, по обсуждаемому вопросу разворачивается активная дискуссия. Помимо полученных знаний студенты приобретают бесценный опыт общения с аудиторией.

Одним из условий, обеспечивающих успех практических занятий, является совокупность определенных конкретных требований к выступлениям студентов. Эти требования должны быть достаточно четкими и в то же время не настолько регламентированными, чтобы сковывать творческую мысль, насаждать схематизм. Перечень требований к любому выступлению студента примерно таков: 1) связь выступления с предшествующей темой или вопросом. 2) раскрытие сущности проблемы. 3) методологическое значение для научной, профессиональной и практической деятельности.

Важнейшие требования к выступлениям студентов - самостоятельность в подборе фактического материала и аналитическом отношении к нему, умение рассматривать примеры и факты во взаимосвязи и взаимообусловленности, отбирать наиболее существенные из них.

Приводимые примеры и факты должны быть существенными, по возможности перекликаться с профилем обучения и в то же время не быть слишком «специализированными». Примеры из области наук, близких к будущей специальности студента, из сферы познания, обучения поощряются руководителем семинара. Выступление студента должно соответствовать требованиям логики. Четкое вычленение излагаемой проблемы, ее точная формулировка, неукоснительная последовательность аргументации именно данной проблемы, без неоправданных отступлений от нее в процессе обоснования, безусловная доказательность, непротиворечивость и полнота аргументации, правильное и содержательное использование понятий и терминов.

Желательно, чтобы студент излагал материал свободно. Прикованность к конспекту, объясняется обычно следующими причинами: а) плохо продумана структура изложения, вопрос не осмыслен во всей его полноте, студент боится потерять нить мыслей, нарушить ло-

гическую последовательность высказываемых положений, скомкать выступление; б) недостаточно развита культура устной речи, опасение говорить «коряво» и неубедительно; в) материал списан из учебных пособий механически, без достаточного осмысливания его; г) как исключение, материал списан у товарища или же используется чужой конспект. Любая из перечисленных причин, за исключением второй, говорит о поверхностной или же просто недобросовестной подготовке студента к занятию.

Важно научить студентов во время выступления поддерживать постоянную связь с аудиторией, быстро, не теряясь, реагировать на реплики, вопросы, замечания, что дается обычно не сразу, требует постоянной работы над собой. Выступающий обращается к аудитории, а не к преподавателю, как школьник на уроке. Контакт со слушателями - помогает студенту лучше выразить свою мысль, реакция аудитории позволит ему почувствовать сильные и слабые стороны своего выступления. Без «обратной связи» со слушателями выступление студента - это разговор с самим собой, обращение в пустоту; ему одиноко и неуютно за кафедрой. Поэтому на занятиях неплохо ввести в традицию анализ не только содержания выступлений, но и их формы - речи, дикции, поведения за кафедрой, характера общения с аудиторией.

Добиваясь внимательного и аналитического отношения студентов к выступлениям товарищей, руководитель семинара заранее ставит их в известность, что содержательный анализ выступления, доклада или реферата он оценивает так же высоко, как и выступление с хорошим докладом. Вопросы докладчику задают прежде всего студенты.

**Программу разработал (и):**

Ярославцев А.М., к.б.н., доцент

Александров Н.А., ассистент

Серёгин И.А., ассистент

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**ФТД.02 «Экологический мониторинг парниковых газов»**  
для подготовки магистров по направлению  
05.04.06 – Экология и природопользование  
направленность Экологический мониторинг и проектирование  
(квалификация выпускника – магистр)

Борисовым Борисов Анорьевичем, д.б.н., профессором кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» проведена рецензия рабочей программы дисциплины «**Экологический мониторинг парниковых газов**» ОПОП ВО по направлению 05.04.06 – «*Экология и природопользование*», направленность Экологический мониторинг и проектирование (квалификация-магистр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии кандидатом биологических наук, доцентом Ярославцевым А.М., ассистентом Александровым Н.А. и ассистентом Серёгиным И.А.

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

Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Экологический мониторинг парниковых газов**» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению шифр – 05.04.06 «Экология и природопользование». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к факультативным дисциплинам части учебного цикла – ФТД.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления – 05.04.06 «Экология и природопользование».

В соответствии с Программой за дисциплиной «**Экологический мониторинг парниковых газов**» закреплено 2 компетенции. Дисциплина «**Экологический мониторинг парниковых газов**» 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.

Общая трудоёмкость дисциплины «**Экологический мониторинг парниковых газов**» составляет 2 зачётных единицы (72 часа).

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Экологический мониторинг парниковых газов**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению – 05.04.06 «Экология и природопользование» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

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»

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, теоретическая конференция), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины факультативной дисциплины учебного цикла – ФТД ФГОС направления 05.04.06 «Экология и природопользование».

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

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 3 источников и соответствует требованиям ФГОС направления шифр – 05.04.06 «Экология и природопользование».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Экологический мониторинг парниковых газов»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Экологический мониторинг парниковых газов»**.

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Экологический мониторинг парниковых газов»** ОПОП ВО по направлению 05.04.06 направленность «Экология и природопользование (квалификация выпускника – магистр), разработанная Ярославцевым Алексеем Михайловичем, кандидатом биологических наук, доцентом кафедры экологии, Александровым Никитой Александровичем, ассистентом кафедры экологии и Серёгиным Иваном Андреевичем, ассистентом кафедры экологии, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Борисов Б.А., профессор кафедры почвоведения, ландшафтоведения и геологии  
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени  
К.А. Тимирязева» доктор биологических наук

