

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агроинженерии  
Дата подписания: 24.02.2025 14:41:32  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658



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 агроинженерии  
Кафедра метеорологии и климатологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
агроинженерии

 Шитикова А.В.

“ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.08 «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРЫ, ЛИТОСФЕРЫ И  
ГИДРОСФЕРЫ»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 05.04.04 Гидрометеорология  
Направленность (программа): Гидрометеорологическое обеспечение АПК

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Москва, 2024

Разработчики - Белолюбцев А.И., д. с.х. наук, проф.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«05» 02 2024г.

Рецензент - Исмайлов Г.Х., д. геогр. наук, проф.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«05» 02 2024г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП, профессиональных стандартов и Учебного плана по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология.

Программа обсуждена на заседании кафедры метеорологии и климатологии протокол № 04 от «07» февраля 2024\_г.

Заведующий кафедрой Белолюбцев А.И., д.с.х.н., проф.

«05» 02 2024г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института  
агробиотехнологии Шитикова А.В., д.с.х.н., проф.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«\_\_» 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой

метеорологии и климатологии Белолюбцев А.И., д.с.х.н., проф.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«05» 02 2024\_г.

Заведующий отдела комплектования ЦНБ /

# СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	5
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	6
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ и модулям .....	12
4.2. Содержание дисциплины .....	13
4.3. Практические занятия .....	15
4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины .....	17
4.5. Контрольные работы /лабораторные работы/тесты/рефераты .....	18
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	23
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	24
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	25
7.1. Основная литература .....	25
7.2. Дополнительная литература .....	25
7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	25
7.4. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы .....	25
7.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	26
8. МАТЕРИАЛЬНО_ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий .....	26
8.2. Требования к специализированному оборудованию .....	27
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	27
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	29

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.08 «Взаимодействие атмосферы, литосфера и гидросфера» для подготовки магистра по направлению 05.04.04 Гидрометеорология, направленность (программа): Гидрометеорологическое обеспечение АПК**

**Цель освоения дисциплины** - освоение студентами теоретических и практических знаний в области термогидродинамических процессов взаимодействия атмосферы, литосферы и гидросферы.

**Место дисциплины в учебном плане:** учебный курс «Взаимодействие атмосферы, литосфера и гидросфера» включён в обязательную часть дисциплин блока Б1Учебного плана по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1.

### **Краткое содержание дисциплины:**

Современное сельскохозяйственное производство неразрывно связано со сложной системой природных факторов. Изучение студентами данного курса связано с необходимостью широкого использования информации о процессах энерго-тепло-влаго обмена, происходящих в биосфере, для дальнейшего применения в инновационных областях сельского хозяйства.

Во время обучения магистранты анализируют геосферные закономерности радиационных потоков, теплового баланса, массопереноса, термогидродинамического взаимодействия на границах сред с различными геофизическими свойствами. Учащиеся знакомятся с вопросами физики атмосферы и океана, гидрологии суши, климатологии, агрометеорологии, математического моделирования и численных методов решения гидрометеорологических задач. В плане изучения дисциплины намечены пути практического применения студентами полученных теоретических знаний при рассмотрении конкретных агробиотехнологических проблем.

**Общая трудоемкость учебной дисциплины** «Взаимодействие атмосферы, литосфера и гидросфера» составляет 3 зачетных ед., в объеме 108 часов, в том числе практическая подготовка 4 часа.

Контроль знаний учащихся проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов (оценка знаний и умений): проводится постоянно на практических занятиях с помощью опросов, тестов, контрольных работ, оценки самостоятельной работы, реферата, а также на контрольной неделе.

**Форма промежуточного контроля** – зачёт.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» является освоение студентами теоретических и практических знаний в области термогидродинамических процессов взаимодействия атмосферы, литосферы и гидросферы.

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

Дисциплина «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» включена в базовую часть блока Б1.О.08. Реализация в дисциплине «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология», решений учебно-методической комиссии и Ученого совета института, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать знание следующих научных разделов:

- строение и состав атмосферы;
- стратификация атмосферы и вертикальное равновесие для сухого и для насыщенного воздуха;
- общая циркуляция атмосферы и океана;
- поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере;
- различия в тепловом режиме суши и моря, континентальность климата;
- географическое распределение температуры воздуха у земной поверхности;
- агрометеорологические проблемы изменения климата.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: математика, физика, учение об атмосфере, динамическая метеорология, гидрология суши в объеме программы высшего профессионального образования.

Знания и навыки, полученные магистрами при освоении курса «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы», необходимы при изучении дисциплин: Синоптическая метеорология, Анализ рисков и ущерба в растениеводстве, Перспективные методы гидрометеорологических наблюдений, Инженерная гидрология, Инженерная климатология.

В задачи учебной дисциплины входят:

- изучение физических законов, управляющих развитием процессов в географической оболочке;
- определение погодно-климатических условий территорий;
- освоение математических методов сбора, обработки и анализа гидрометеорологической информации;
- оценка влияния изменения климатических условий на развитие биоценозов и ареалы их распространения;

- выполнение агрометеорологических расчётов и прогнозов для заинтересованных организаций в соответствии с целями и задачами землепользования и др.

Особенностью учебной дисциплины «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» является ее комплексный характер. В процессе обучения магистрантам предстоит ознакомиться с широким кругом геофизических предметов. Кроме того, им потребуется столкнуться с самыми сложными вопросами современной науки: взаимодействием физических и биологических процессов в контактных зонах природных сред.

Такого рода знания будут востребованными будущими специалистами в области агрометеорологии и рационального сельскохозяйственного природопользования. Однако, сказанное предполагает получение сведений из дополнительной литературы - основ физики жидкости и газов, вычислительной математики, океанологии, численных методов моделирования, процессов происходящих как в свободной атмосфере, так и в приземном пограничном слое для различных географических зон и агроландшафтов.

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

Освоение учебной дисциплины «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» направлено на формирование у обучающихся компетенций, знаний, умений и навыков, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-2	Способен проводить научные исследования объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем изменений климата, геоэкологии и охраны окружающей среды, а также разрабатывать прогнозы (погоды, состояния климата и гидрологических объектов) различной заблаговременности	ОПК-2.1 знает навыки проведения научных экспериментов по заданной методике и анализа их результатов в области изменения климата;	- компоненты географической оболочки, теоретические основы формирования системы атмосфера-океан-суша;	- применять количественный анализ к решению проблем географии, проводить теоретические гидрометеорологические исследования;	- методологией физико-математической постановки задачи, использованием ЭВМ для решения теоретических проблем географии и гидрометеорологии, автоматизированной системой сбора, анализа и расчёта гидрометеорологических параметров;
			ОПК-2.2 проводит научные исследования объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии с применением теоретических основ и практического опыта;	- общие принципы взаимодействия потоков на границах геофизических сред;	- изучать балансовые энергетические соотношения;	- теорией и практикой постановки задач взаимодействия потоков на границах сред с различными геофизическими свойствами;

3		ОПК-2.3 имеет навыки оценки и анализа проблем изменения климата для принятия решений в области охраны окружающей среды и безопасного природопользования;	– основные разделы наук о Земле, принципы аналитического географического исследования, фундаментальные законы взаимодействия атмосферы и океана;	– находить решения уравнений движения жидкости и газа, строить математические модели;	- навыками применения гидрометеорологической информации в решении типовых и системных проблем взаимодействия элементов природной среды в контактных областях;
4	ОПК-3  Способен самостоятельно решать задачи профессиональной деятельности в области гидрометеорологии, интерпретировать результаты практического использования потребителями различного профиля;	ОПК-3.2 уметь применять навыки самостоятельной работы по обработке результатов различных наблюдений наземной метеорологической сети, аэрологической, гидрологической, актинометрической и др. сетей наблюдений	- современные вычислительные технологии для решения прикладных задач АПК;	– использовать гидрометеорологическую информацию в оценках погодно-климатических условий;	- аналитическими и численными методами интегрирования дифференциальных уравнений;
5		ОПК-3.3 владеет методами мониторинга, прогнозирования и оценки экологической безопасности объектов;	- исходные уравнения динамики и состояния атмосферы и океана;	– применять теоретические знания о процессах изменения окружающей среды для конструирования адаптивных экосистем;	- вычислительными гидрометеорологическими прогнозическими схемами;

6	ОПК-4	<p>Способен решать исследовательские и прикладные задачи профессиональной деятельности и создавать технологические научёмкие продукты с использованием информационно-коммуникационных технологий;</p>	<p>ОПК-4.1 умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;</p>	<p>- гидрофизические закономерности взаимодействия на литосфере и вод суши;</p>	<p>- научно обосновывать результаты эмпирических и теоретических исследований, осуществлять масштабный анализ членов системы нестационарных дифференциальных уравнений в частных производных;</p>	<p>- способами анализа и прогноза динамики и направленности изменений климатически обусловленных процессов в атмосфере, литосфере и гидросфере;</p>
7	ПКос-3	<p>Способен разрабатывать физико-математические модели циркуляции атмосферы, гидрологических процессов вод суши и океана, а также методы гидрометеорологических расчётов и прогнозов различной заблаговременности.</p>	<p>ПКос-3.1 знает принципы определяющие разномасштабные процессы и явления в атмосфере, океане и водах суши, уметь применять методики и технологии анализа и прогнозирования их состояния.</p>	<p>- методы гидрометеорологических прогнозов различной заблаговременности.</p>	<p>- выполнять численную реализацию математических моделей циркуляции атмосферы, гидрологических процессов вод суши и океана, анализировать результаты численных экспериментов.</p>	<p>- оценками успешности прогнозов и рисков потребителей при использовании теоретических решений на основе физико-математических моделей.</p>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ и семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам
		№2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>Аудиторная работа</b>	<b>24,25/4</b>	<b>24,25/4</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	12	12
практические занятия (ПЗ)	12/4	12/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРа)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>
подготовка к контрольным работам	6	6
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, и т.д.)	68,75	68,75
Подготовка к зачету (контроль)	9	9
<b>3. Вид промежуточного контроля:</b>	<b>зачёт</b>	

\* в том числе практическая подготовка.

## 4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/ *	ПКР	
Раздел 1. «Глобальная система атмосфера-океан-суша-льды»	30	4	4/2		22
Раздел 2. «Проблемы динамики атмосферы и океана»	30	4	4/2		22
Раздел 3. «Задачи гидродинамического взаимодействия потоков на границах природных сред»	38,75	4	4		30,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25			0,25	
Подготовка к зачету	9				9
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/4</b>	<b>12</b>	<b>12/4</b>	<b>0,25</b>	<b>83,75</b>

\* в том числе практическая подготовка.

## **Раздел 1. «Глобальная система атмосфера-океан-суша-льды»**

### **Тема 1. Перенос тепла между космосом, атмосферой и поверхностью Земли.**

Предмет дисциплины «Взаимодействие атмосферы, литосфера и гидросфера». Основные характеристики геосфер Земли. Глобальный радиационный баланс. Перенос тепла через атмосферу. Законы Рэлея, Стефана-Больцмана и Вина. «Окна прозрачности» атмосферы. Эффективное длинноволновое излучение. Минорные газы и их планетарное значение. Испарение. Теплопроводность и конвекция. Пограничные слои океана и атмосферы.

### **Тема 2. Географическое распределение энергетических потоков.**

Глобальные закономерности распределения инсоляции, тепла и холода. Роль общей циркуляции атмосферы и океана. Водный баланс земного шара. Процессы взаимодействия океана и атмосферы. Планетарные свойства и функции биосферы. Распределение биоценозов на Земле и их особенности. Превращения энергии в биосфере.

## **Раздел 2. «Проблемы динамики атмосферы и океана»**

### **Тема 3. Уравнения динамики атмосферы.**

Скалярные метеорологические величины. Размерность исследуемых параметров. Выражения для градиента и адвекции метеорологического элемента. Связь между индивидуальной, локальной и конвективной производными. Сведения об изобарической системе координат. Основные уравнения гидротермодинамики атмосферы.

### **Тема 4. Постановка задачи динамики океана.**

Общая система уравнений циркуляции в океане. Переход от физических величин к их отклонениям. Принцип линеаризации уравнений на малом интервале по времени. Задание граничных условий безотрывного обтекания на дне и равенства нулю вертикальной составляющей вектора скорости на свободной поверхности. Линеаризованная постановка задачи о климатическом состоянии океана. Проблема взаимодействия атмосферы и океана, как центральный вопрос современной геофизики.

## **Раздел 3. «Задачи гидродинамического взаимодействия потоков на границах природных сред»**

## **Тема 5. Моделирование взаимодействия фильтрационных и русловых водных потоков.**

Характеристика подземных и поверхностных вод. Уравнения Буссинеска для фильтрационного течения и Сен-Венана для руслового течения. Пространственная область численного решения. Система уравнений гидродинамического взаимодействия открытого и фильтрационного потоков. Организация вычислительной процедуры с вложенными итерационными циклами. Результаты расчётов течения и качества воды.

## **Тема 6. Моделирование миграции и аккумуляции загрязняющих веществ в системе атмосфера-литосфера.**

Понятие об аэрозольных выпадениях техногенных примесей. Проблема формирования фонового уровня концентраций загрязнения донными отложениями водоёмов. Оценка динамики взвешенных частиц по вертикали с учётом экспериментальных данных о потоках техногенных примесей в воздухе, воде и дне водоёмов. Решение обратных гидродинамических задач. Прогностические расчёты. Исследование аккумуляции канцерогенных элементов.

### **4.3. Лекции/практические занятия**

Таблица 4

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

<b>№ п/п</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции (индикаторы)</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
1	РАЗДЕЛ 1. Глобальная система атмосфера-океан-суша-льды	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1		8/2
	ЛЕКЦИЯ 1. Введение. Термодинамика климатической системы атмосфера-океан-суша (АОС).			
Практическая работа № 1. Анализ величин тепловых потоков системы АОС.		ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1	защита работы	2/1

№ п/п	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
2	Практическая работа № 2. Построение схем глобального теплообмена. Практическая работа №3. Климатическое районирование на основе общей циркуляции атмосферы и океана.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1	защита работы	2/1
	<b>РАЗДЕЛ 2. Проблемы динамики атмосферы и океана</b>			<b>8/2</b>
	ЛЕКЦИЯ 2. Общая циркуляция атмосферы и океана.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1		4
	Практическая работа № 4. Описание физического смысла членов исходных уравнений движения атмосферы.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1	защита работы	2/1
	Практическая работа № 5. Описание физического смысла членов исходных уравнений динамики океана.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1	защита работы	1/1
	Рубежная контрольная работа 1	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1		1
3	<b>РАЗДЕЛ 3. Задачи гидродинамического взаимодействия потоков на границах природных сред</b>			<b>8</b>
	ЛЕКЦИЯ 3. Миграция аэрозольных выпадений в контактной зоне атмосферы и океана.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1		2
	Практическая работа №8. Анализ начальных и граничных условий в моделях гидродинамического взаимодействия потоков.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1	защита работы	2

№ п/п	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ЛЕКЦИЯ 4. Гидродинамическое взаимодействие поверхностных и подземных вод.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1		2
	Практическая работа №10 Рассмотрение примера определения параметров дисперсии путём численных экспериментов (методом решения обратных задач).	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1	защита работы	1
4	Рубежная контрольная работа 2	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1	контрольная работа	1

#### 4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

#### Вопросы для самоподготовки

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ИНДИКАТОРЫ)
1	<b>Раздел 1</b>		
2	Тема 1	Структура и основные биогеохимические циклы. Процессы фотосинтеза. Взгляды академика В.Р. Вильямса на конечное и бесконечное состояние вещества в природе. Круговорот воды, углерода, азота и кислорода. Динамика и устойчивость биосфера. Принцип Ле Шателье-Брауна. Правило «одного процента» и его следствия для геофизических и биофизических процессов.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1
3	Тема 2	Глобальный баланс между солнечной энергией, поступающей в атмосферу и океан, и энергией, уходящей в космическое пространство, при отсутствии соответствующих локальных балансов. Среднегодовое поступление в океан большего количества тепла в низких широтах, чем отдача его в космическое пространство; и отдача большего тепла Землёй в высоких широтах, чем поступает от Солнца. Ветры и течения в процессах формирования глобальной климатической системы.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1
4	<b>Раздел 2</b>		
5	Тема 3	Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка. Гиперболические,	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ИНДИКАТОРЫ)
		параболические и эллиптические дифференциальные уравнения с частными производными. Свойства уравнений динамики атмосферы. Проблема четырёхмерного анализа метеорологических полей.	3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1
6	Тема 4	Стратификация океана. Верхний пограничный слой (ВПС). Сезонный термоклин. Эволюция ВПС под влиянием атмосферных возмущений. Дрейфовые и градиентные течения. Уравнения динамики океана.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1
7	Раздел 3		
8	Тема 5	Теоретическое описание подземного и поверхностного стока. Методы решения задач геофильтрации и поверхностного стекания. Совместное движение подземных и поверхностных вод. Основные уравнения взаимодействия грунтовых и открытых потоков. Расчёты течения и качества воды.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1
9	Тема 6.	Взаимодействие водных потоков в бассейне внутреннего моря. Характеристика водного режима. Теоретическое описание водообменных процессов. Математическое моделирование интегральной циркуляции. Расчёты средних течений и аккумуляции загрязняющих веществ в донных осадках.	ОПК-2,1; ОПК-2,2; ОПК-2,3; ОПК-3,2; ОПК-3,3; ОПК-4,1; ПКос-3,1

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Перенос тепла между космосом, атмосферой и поверхностью Земли.	ПЗ	Применение методов графического компьютерного моделирования на основе программы «3D Grapher».
2	Постановка задачи динамики океана.	ПЗ	Рассмотрение конкретных примеров. Коллективное обсуждение.

3	Моделирование взаимодействия фильтрационных и русловых водных потоков.	Л	Мастер-класс, приглашение стороннего специалиста
4	Моделирование миграции и аккумуляции загрязняющих веществ в системе атмосфера-литосфера.	Л	Научный доклад

## 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

*Примеры типичных работ, заданий и основные вопросы, связанные с их выполнением:*

### Работа № 9

Алгоритмизация численного решения с применением конечно-разностных схем на основе разделения исходной задачи по физическим процессам.

#### Задание:

Для решения нестационарной нелинейной задачи используйте конечно-разностную расчётную схему.

Исходное уравнение

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \left( \frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 = F(x, t),$$

$$-\infty < x < \infty, \quad t \geq 0.$$

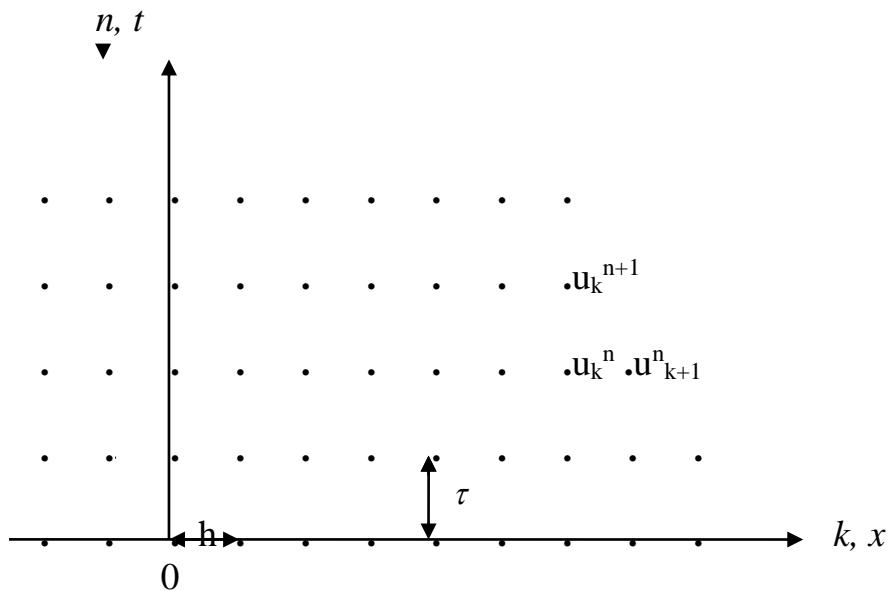
Решение:

Область непрерывного изменения аргумента заменяется *расчётной сеткой* – дискретным множеством точек с координатами

$$x_k = k h, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \\ t^n = n \tau, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

где  $\tau$  и  $h$  – шаги сетки.

### Исходные данные



Расчётная область со значениями сеточной функции.

Ответ:

Численная аппроксимация исходного дифференциального уравнения в частных производных

$$\frac{u_k^{n+1} - u_k^n}{\tau} + \left( \frac{u_{k+1}^n - u_k^n}{h} \right)^2 = f_k^n$$

Вопросы:

1. Что понимается под *шагом* сеточной области
2. Какова величина шага интегрирования по времени в сопряжённых задачах атмосферы и литосфера
3. Для чего применяется численная аппроксимация дифференциальных уравнений.

**Примеры контрольных вопросов для проведения текущего, рубежного контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:**

*Контрольные вопросы 1 раздела*

1. Русский учёный К.А. Тимирязев, который изучал процесс фотосинтеза растений, писал, что они выполняют космическую роль на Земле. Подтвердите его точку зрения.
2. Вспомните принцип Ле Шателье-Брауна. Можно ли ожидать усиления его проявления в связи с потеплением климата?
3. Чем вызвано восточное направление экваториальных течений?
4. Каковы два основных механизма переноса энергии по направлению к полюсам в атмосфере?
5. Приведите примеры положительных и отрицательных обратных связей в климатической системе.

*Контрольные вопросы 2 раздела*

1. Перечислите основные уравнения гидротермодинамики атмосферных процессов.
2. В чём заключаются преимущества формулировки задач динамики атмосферы и океана не для самих физических величин, а для их отклонений от стандартных значений?
3. Почему проблема взаимодействия атмосферы и океана первоначально решается для «климатического» состояния океана?
4. Чем отличается изобарическая система координат от декартовой?
5. Как используется теория подобия для оценки порядков различных членов уравнений?

*Контрольные вопросы 3 раздела*

1. Приведите примеры различных физических констант для атмосферы, литосферы и гидросферы.
2. В чём заключается взаимодействие потоков на границах сред с различными геофизическими свойствами?
3. Охарактеризуйте проявления гидравлической связи между фильтрационными и открытыми течениями?
4. Как формируется водный баланс внутреннего моря, и какие потоки при этом взаимодействуют?
5. Укажите опасные проявления аккумуляции техногенных аэрозольных выпадений в донных осадках?

## ***Тестовые задания текущего контроля***

### **Раздел 1. «Глобальная система атмосфера-океан-суша-льды».**

- 1.1. Приток 100 единиц солнечной радиации на границу атмосферы уравновешивает чистую потерю радиации Землём путём
1. отражения (31) и излучения (69)
  2. отражения (69) и излучения (31)
  3. поглощения (69) и превращения (31)
- 1.2. Избыток или недостаток радиации в отдельных широтных зонах в среднем компенсируется между земной поверхностью и атмосферой
1. углом наклона солнечных лучей
  2. нерадиационным теплообменом
  3. трением воздуха о земную поверхность
- 1.3. Радиационный баланс на верхней границе атмосферы
1. отрицательный
  2. положительный
  3. равен нулю
- 1.4. Планетарное альбето Земли составляет
1. 31%
  2. 15%
  3. 7%
- 1.5. Максимальная влажность воздуха на суше отмечается
1. в Антарктиде
  2. в области экваториальных лесов
  3. в тундре

### **Раздел 2. «Проблемы динамики атмосферы и океана».**

- 2.1. Параметр Россби характеризует:
1. изменение кориолисова параметра с широтой
  2. точность решения краевой задачи
  3. область определения полинома Лежандра
- 2.2. Предположение о бездивергентности горизонтального движения позволяет выразить:
1. оператор Лапласа в сферической системе координат
  2. среднее квадратическое отклонение температуры через многолетнее среднее значение
  3. составляющие скорости ветра через единственную скалярную величину
- 2.3. Число Струхала для движений синоптического масштаба равно
1. нулю
  2. единице

3. радиусу траектории движения метеорологического элемента

2.4. Метод Эйлера заключается в применении:

1. линейной интерполяции
2. параболической интерполяции
3. численного метода шагов по времени

2.5. Подбор оптимальной величины параметра релаксации позволяет:

1. осуществлять более быстрое схождение итерационного процесса
2. получать численное решение близкое к точному
3. аппроксимировать исходные прогностические дифференциальные уравнения в частных производных системой алгебраических уравнений

### **Раздел 3. «Задачи гидродинамического взаимодействия потоков на границах природных сред»**

3.1. В гипотезе Дарси о существовании линейной связи между потоком влаги и градиентом гидравлического потенциала используется:

1. параметр Кибеля
2. солнечная постоянная
3. коэффициент фильтрации

3.2. Неустановившееся движение воды в русле описывается уравнениями:

1. Сен-Венана
2. Полубариновой-Кочиной
3. Гей Люссака

3.3. Особенностью численного решения задач гидродинамического взаимодействия потоков является:

1. расчёт гидрографа стока
2. интегрирование в трёхмерной области
3. сопряжение частных решений по граничным условиям

3.4. Почему в моделях взаимодействия фильтрационных и русловых потоков применяются «вложенные» итерационные циклы?

1. для увеличения трёхмерной области численного решения
2. для уменьшения вычислительной неустойчивости расчётной схемы
3. для интегрирования подзадач с различными шагами по времени

3.5. В чём смысл решения *обратных* гидродинамических задач?

1. рассматриваются природные процессы в подсеточной вычислительной области
2. учитываются факторы турбулентного трения

3. используются экспериментальные данные для численных экспериментов по приближению теоретических кривых к реальным значениям

## **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.

**Виды текущего контроля:** опрос по теме, тесты, защита практических работ, рубежные контрольные работы.

**Виды промежуточного контроля по дисциплине:** зачёт.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Зачёт выставляется, если студент продемонстрировал фактологическое усвоение материала и умеет обосновывать теоретические постулаты и методические приёмы. Способен осознано и аргументировано применять полученные знания и умения, в том числе для решения нестандартных задач. Допускаются неточности в ответе, которые не носят принципиальный характер.

Зачёт не выставляется, если у студента отсутствуют базовые знания, умения и он не владеет навыками решения профессиональных задач.

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

### **7.1. Основная литература**

1. Исмайлов, Г.Х. УЧЕНИЕ О ГИДРОСФЕРЕ: Учебно-методическое пособие / Г.Х. Исмайлов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. — 81 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/s20240621.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/s20240621.pdf>>
2. Метеорология и климатология: методические указания / Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Кафедра метеорологии и климатологии; сост. А. И. Белолюбцев. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. — 48 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. —

Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/276.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — [<URL: http://elib.timacad.ru/dl/local/276.pdf>](http://elib.timacad.ru/dl/local/276.pdf)

## 7.2. Дополнительная литература

1. Глухих, М. А. Агрометеорология : учебное пособие для вузов / М. А. Глухих. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-6998-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153925>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Журина Л.Л., Лосев А.П. Агрометеорология. СПб.: Квадро, 2012.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. Издательство МГУ. М., 2001. – 528 с.
4. Грингоф И.Г., Клещенко А.Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 1. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011.

## 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Дьяченко В.В. Основные понятия вычислительной математики. «Наука». М., 1972.
2. Метеорология и климатология. Методические указания. М.: изд. ГРАУ-МСХА, 2014.

## 7.4. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

В рамках учебного курса студенты используют базы данных многолетних метеорологических наблюдений станций и постов. Возможен оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными вузами, предприятиями и организациями: Одесским государственным экологическим университетом (ОГЭКУ), <http://www.ogmi.farlep.odessa.ua/>; Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной метеорологии (ВНИИСХМ), <http://csm.obninsk.org/>; Российским национальным комитетом содействия Программе ООН по окружающей среде (НП «ЮНЕПКОМ»), <http://www.unepcom.ru/> и др.

Полезные ссылки для поиска информации по метеорологии, а также самостоятельного изучения дисциплины:

- Российский гидрометеорологический портал - [http://www.meteo.ru/](http://www.meteo.ru)
- [Кафедра метеорологии МГУ](http://meteo-geofak.narod.ru) - <http://meteo-geofak.narod.ru>
- [Российский государственный гидрометеорологический университет](http://www.rshu.ru) - [http://www.rshu.ru/](http://www.rshu.ru)
- [Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт](http://www.ferhri.org/) - <http://www.ferhri.org/>
- [DISsertations initiative for the advancement of Climate Change ReSearch](http://discrs.org/) (ресурсы по климату) - <http://discrs.org/>

- [Карты текущего и в ближайшие 144 часа состояния атмосферы Земли](http://wxmaps.org/pix/ea.fcst.html) -
- [Текущая и прогнозическая информация, аналогичная ГИС "МЕТЕО", по Восточной Азии \(английский\)](http://ddb.kishou.go.jp/grads.html) -
- [Отдел тропических циклонов Монтеррей \(английский\)](http://www.nrlmry.navy.mil/TC.html) -
- [Сайт "МетеоЖентр"](http://www.meteocenter.net/) -

## 7.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Климатическая и метеорологическая информация доступна на интернет-сайтах: <http://www.meteoinfo.ru/>, <http://www.gismeteo.ru/>, <http://www.webmeteo.ru/>. Для этого могут быть использованы информационные, справочные и поисковые системы: Rambler, Google, Яндекс и др.

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

1. При изучении практического курса дисциплины «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» можно использовать следующие программные продукты: БД MS Access, Delphi, AirState (калькулятор влажности) и др.

2. Климатическая и метеорологическая информация доступна на интернет-сайтах: <http://www.meteoinfo.ru/>, <http://www.gismeteo.ru/>, <http://www.webmeteo.ru/>. Для этого могут быть использованы информационные, справочные и поисковые системы: Rambler, Google, Яндекс и др.

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

Таблица 8

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (инвентарный номер)
Уч.корп.№18. Ауд. №201,202, 11 (Прянишникова д.12)	Учебные аудитории (для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы) 1. Парты.

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (инвентарный номер)</b>
	2. Скамейки. 3. Доска меловая 2 шт. 4. Доска Poly Vision 1 шт. (Инв.№ 558534/1) 5. Вандалоустойчивый шкаф (Инв.№ 558850) 6. Крепление для проектора (Инв.№ 558768/1) 7. Мультимедийный проектор BENQ MW526E (Инв.№ 210138000003854) 8. Системный блок с монитором (Инв.№ 558777/4) 9. Экран с электроприводом (Инв.№ 558771/4)
Уч.корп.№18. Ауд. 204 (Прянишникова д.12)	<b>Учебная лаборатория.</b> Набор основных метеорологических приборов - Термометр-щуп походный АМ-6 (3 шт - Инв.№ 591046, Инв.№ 591046/3, Инв.№ 591046/4), Цифровой контактный термометр высокой точности DM6801A 1 шт - Инв.№ 562673), люксметр цифровой AR813 (1 шт - Инв.№ 562672), термогигрометр Testo 608 (1 шт - Инв.№ 562671); барометры БАММ-1(1 шт - Инв.№ 553262), анемометры МС-13 (2 шт - Инв.№ 554496), рейка снегомерная (3 шт - Инв.№ 591467) наглядные учебно-методические пособия, психрометрические таблицы и др. ;
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова (Лиственничная аллея д.2 к 1)	Читальные залы библиотеки
Общежитие №1. (Лиственничная аллея д.12)	Комната для самоподготовки

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

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

При изучении каждого раздела дисциплины проводится текущий контроль знаний с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала и практических умений и навыков. Текущий контроль знаний проводится по графику в часы практических занятий по основному расписанию.

Если Вы не прошли текущий контроль знаний, вы продолжаете учиться и имеете право сдавать следующий раздел по этой дисциплине.

В случае пропуска текущего контроля знаний (практического занятия) по уважительной причине Вы допускаетесь к его прохождению (ликвидации задолженности) по согласованию с преподавателем и при предоставлении в деканат оправдательного документа для получения допуска.

При пропуске текущего контроля знаний (практического занятия) без уважительной причины вы допускаетесь к сессии только после ликвидации задолженности. При этом полученная оценка в зачёт балльно-рейтинговой аттестации идёт с понижающим коэффициентом. Графики пересдач составляются на кафедрах.

В конце учебного раздела на основании поэтапного контроля обучения суммируются баллы текущих, рубежных и творческого рейтингов, подсчитываются дополнительные баллы (посещаемость и активность на занятия) и принимается решение о допуске к выходному контролю или освобождении вас от его сдачи.

Если Вы по результатам рейтингов набрали в сумме менее 60% баллов от максимального рейтинга дисциплины, то до выходного контроля Вы не допускаетесь и считаетесь задолжником по этой дисциплине.

Если же сумма баллов составляет 60% и более (60 баллов и более) от максимального рейтинга дисциплины, то по усмотрению преподавателя Вам может быть проставлен зачёт без сдачи выходного контроля. В этом случае к набранному рейтингу добавляются поощрительные баллы. Максимальное их число составляет до 30% от общего рейтинга дисциплины. Если Вы не набрали на протяжении семестра необходимое количество баллов, то сдаёте зачёт по расписанию зачётной сессии.

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

При проведении практических занятий по дисциплине «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем широкого использования достижений педагогической, гидрометеорологической и аграрной науки, а также передового опыта.

Реализация компетентностного подхода в изучении дисциплины предусматривает использование в учебном процессе различных форм проведения занятий:

1. Лекций в интерактивной форме и практических занятий, с индивидуальными заданиями.

2. Компьютерных моделей по оценке современных ресурсов климата и их возможного использования для целей ландшафтного строительства;
3. Мастер-классов с приглашением сторонних специалистов высокого профессионального уровня;
4. Разбора конкретных производственных ситуаций, связанных с наличием неблагоприятных (опасных) гидрометеорологических условий для ландшафтных структур и планированием мер защиты от них.

Они проводятся в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебного курса должны быть предусмотрены встречи с представителями Гидрометслужбы, посещение метеорологических станций, обсерваторий, постов и знакомство с их программой наблюдений, мастер-классы экспертов, специалистов-метеорологов и агрометеорологов профильных институтов.

Самостоятельная работа должна быть направлена на изучение накопленных знаний и современных научных достижений в метеорологии и агрометеорологии, позволяющих грамотно использовать естественные законы природы в профессиональной деятельности.

Контроль освоения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием балльно-рейтинговой системы, включающей все виды (входной, текущий, промежуточный) контроля знаний, умений и навыков студентов. Рейтинговая система основана на подсчете баллов, «заработанных» студентом в течение модуля.

Основными видами поэтапного контроля результатов обучения являются: входной (в начале изучения дисциплины), текущий контроль (на занятиях и по пройденным разделам), промежуточный контроль (зачёт).

Формы контроля: устный опрос, тестовый контроль, подготовка реферата, индивидуальное собеседование, выполнение домашнего задания.

Учитывают все виды учебной деятельности, оцениваемые определенным количеством баллов. В итоговую сумму баллов входят результаты всех контролируемых видов деятельности – посещение занятий, выполнение заданий, прохождение тестового контроля, активность на семинарских, практических занятиях и т.п.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. Если какое-либо из учебных заданий не выполнено (студент пропустил контрольную работу (тестовый контроль), позже положенного срока сдал реферат, не выполнил домашнее

задание и т.п.), то за данный вид учебной работы баллы не начисляются, а подготовленные позже положенного срока работы оцениваются с понижающим коэффициентом.

Текущая аттестация проводится на каждом аудиторном занятии. Формы и методы текущего контроля могут быть разными: устное выборочное собеседование, проверка и оценка выполнения практических заданий и т.п.

Для более эффективного применения образовательных технологий и достижения максимальных результатов, использования аудиторного времени, материально-технической и учебно-методической базы при организации практических занятий необходим индивидуальный подход к каждому студенту с первого дня проведения занятий.

**Программу разработал:**

д.с.х.н., проф. А.И.Белолюбцев

---

(подпись)

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу по дисциплине**  
**Б1.0.08 «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы»**  
**ОПОП ВО по направлению 05.03.04 Гидрометеорология, направленность**  
**Гидрометеорологическое обеспечение АПК**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Исмайловым Габилом Худушевичем, профессором кафедры Гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева г. Москвы, доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы по дисциплине «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» ОПОП ВО по направлению 05.04.04 Гидрометеорология, по программе «Гидрометеорологическое обеспечение АПК», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Метеорологии и климатологии (разработчик – Белолюбцев А.И., профессор кафедры Метеорологии и климатологии, доктор с.х. наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа по дисциплине «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.04.04 Гидрометеорология. 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 обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления ииифр 05.04.04 Гидрометеорология.

4. В соответствии с Программой за учебной дисциплиной «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» закреплено 7 компетенций (индикаторов). Дисциплина и представленная Программа способна реализовать их в полном объеме. 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 «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» составляет 3 зачётных единицы (108 часа, из них практическая подготовка 4 час).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» взаимосвязана с другими дисциплинами ООП ВО и Учебного плана по направлению 05.04.04 Гидрометеорология 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 предполагает 4 занятия в интерактивной форме

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС по направлению 05.04.04 Гидрометеорология.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой,

осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла ФГОС ВО по направлению 05.04.04 *Гидрометеорология*.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 12 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.04.04 *Гидрометеорология*.

13. Материально-техническое обеспечение соответствует специфике дисциплины «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям дают представление о специфике обучения по дисциплине «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» .

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Взаимодействие атмосферы, литосферы и гидросферы» ОПОП ВО по направлению 05.04.04 Гидрометеорология, по программе «Гидрометеорологическое обеспечение АПК» (квалификация выпускника – магистр), разработанная профессором кафедры Метеорологии и климатологии, доктором с.х. наук Белолюбцевым А.И., соответствует требованиям ФГОС ВО, современному научному уровню, условиям рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Исмайылов Г.Х., д. техн. н., профессор кафедры Гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,  
\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» 2024 г.