

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробихотехнологии  
Дата подписания: 17.07.2023 10:13:26  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f71



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробихотехнологии  
Кафедра метеорологии и климатологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
Белопухов С.В.  
“ 29 июля ” 2021 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.07 «МИКРОКЛИМАТОЛОГИЯ»


для подготовки бакалавров

ФГОС ВО


Направление: *05.03.04 Гидрометеорология*  
Направленность: *Метеорология*

Курс *3, 4*  
Семестр *6, 7*  
Форма обучения *очная*  
Год начала подготовки *2021*

Москва, 2021

Разработчик: Болотов А.Г., д.б.н., доцент   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

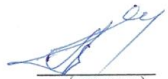
«20» сентября 2021 г.

Рецензент: Мазиров М.А., д.б.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«22» сентября 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта «Географ» по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология и Учебного плана


Зав. кафедрой Белолобцев А.И., д.с.х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«21» сентября 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института агrobiотехнологий  
Попченко М.И., д.б.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«21» сентября 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой метеорологии и климатологии  
Белолобцев А.И., д.с.х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«21» сентября 2021 г.

Заведующий отдела комплектования ЦНБ

 Егорова А.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	6
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	12
4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	16
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	16
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	24
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	26
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	26
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	27
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	27
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> .....	28
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ</b> .....	29
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	31

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.07**  
**«МИКРОКЛИМАТОЛОГИЯ» для подготовки**  
**бакалавра по направлению 05.03.04 Гидрометеорология,**  
**направленность: Метеорология**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

**Цель освоения дисциплины** – освоение студентами теоретических и практических знаний в области основных физических явлений и процессов, протекающих в приземном слое атмосферы и почве; основ управления в сфере использования климатических и водных ресурсов; приобретение умений и навыков для адаптации системы обработки почвы под культуры севооборота с учетом плодородия, крутизны и экспозиции склонов, уровня грунтовых вод, применяемых удобрений и комплекса почвообрабатывающих машин, в соответствии с компетенциями по дисциплине.

**Место дисциплины в учебном плане:** учебный курс «Микроклиматология» является важной составной частью плана подготовки бакалавров по направлению *05.03.04 Гидрометеорология*.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются компетенции ПКос-2.1, ПКос-2.3, ПКос-6.1, ПКос – 6.2, ПКос-7.1, ПКос-7.2, ПКос-7.3.

**Краткое содержание дисциплины:**

В настоящее время большое значение приобретает объективная оценка климата приземных слоев воздуха и почвы, определяемых влиянием особенностей подстилающей поверхности на распределение климатических элементов в пределах ограниченной небольшой территории. Для понимания роли микроклимата и региональных экологических проблем необходимы знания о физических процессах, протекающих в приземном слое атмосферы и почве. Их исследование в современных условиях существенного роста экстремальности климата, в том числе и локального и всё возрастающей климатической составляющей в обеспечении безопасного природопользования имеет исключительное значение.

Дисциплина «Микроклиматология» в системе наук о Земле изучает процессы формирования микроклимата, классификацию микроклиматов, а также микроклиматические условия различных ландшафтов. Излагаются вопросы о радиационных факторах климата, о влиянии характера подстилающей поверхности на микроклимат. Значительное внимание уделяется вопросам моделирования климата почв агроценоза, в том числе в условиях изменения климата и возрастающей частоты неблагоприятных явлений.

**Трудоёмкость дисциплины** составляет 6 зачетных ед., в объеме 216 часов.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации. Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на лабораторно-практических занятиях с

помощью контрольных работ, курсового проекта и оценки самостоятельной работы студентов.

**Форма промежуточного контроля** – в 6 семестре – зачет; в 7 семестре – экзамен, КР.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Микроклиматология» является освоение теоретических и практических знаний в области гидрометеорологии для понимания сущности основных физических явлений и процессов, протекающих в приземном слое атмосферы и почве; основ управления в сфере использования климатических и водных ресурсов; приобретение умений и навыков для адаптации системы обработки почвы под культуры севооборота с учетом плодородия, крутизны и экспозиции склонов, уровня грунтовых вод, применяемых удобрений и комплекса почвообрабатывающих машин, в соответствии с компетенциями по дисциплине.

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

Дисциплина «Микроклиматология» включена в перечень ФГОС ВО, в цикл обязательных дисциплин вариативной части. Реализация в дисциплине «Микроклиматология» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению *05.03.04 Гидрометеорология*, решений учебно-методической комиссии и Ученого совета факультета, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов:

- строение и динамика приземного слоя атмосферы (включая необходимые элементы теории турбулентности);
- закономерности формирования естественных и антропогенных микроклиматов под влиянием неоднородностей подстилающей поверхности;
- формирование климата почв в локальном масштабе;
- оценка изменения метеорологических факторов в фитоценозе.

В курсе рассмотрены основные физические процессы, принимающие участие в формировании приземного слоя и микроклимата, и закономерности его проявления в различных формах рельефа, растительности, водоемов и др.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Микроклиматология» являются «Физика» и «Математика», а также «Методы наблюдений и анализа в гидрометеорологии» и «Учение об атмосфере». Студент должен владеть основами дифференциального и интегрального исчисления, обладать базовыми знаниями по физике атмосферы и динамической метеорологии, владеть основами метеорологических измерений, иметь полевой опыт наблюдения микроклиматических различий стандартными методами, предусмотренный программами учебных практик после 1-го и 2-го курсов.

Дисциплина «Микроклиматология» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Агрометеорология», «Агроклиматология»,

«Статистическая обработка и анализ гидрометеорологических наблюдений», «Воздействие на атмосферные процессы и явления», «Лесная метеорология», «Мелиорация микроклимата».

Дисциплина является важной составной частью метеорологии, в задачи которой входят: повсеместные и непрерывные наблюдения за атмосферой; обобщение и изучение материалов наблюдений с целью установления причин изменений метеорологических элементов и явлений погоды, установление законов, управляющих их развитием; разработка методов предсказания погоды; обеспечение отраслей народного хозяйства информацией о текущем состоянии погодных условий, их прогнозирование на будущее.

Специалистам в области гидрометеорологии необходимо уметь эффективно использовать естественные законы в различных областях своей деятельности. Для этого им необходимо знать физические основы явлений и процессов, происходящих в приземном слое атмосферы и почве в локальном масштабе.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Микроклиматология» являются «Физика» и «Математика», а также «Методы наблюдений и анализа в гидрометеорологии» и «Учение об атмосфере».

Дисциплина является важной для изучения следующих дисциплин: «Агрометеорология», «Агроклиматология», «Статистическая обработка и анализ гидрометеорологических наблюдений», «Воздействие на атмосферные процессы и явления», «Лесная метеорология», «Мелиорация микроклимата».

Рабочая программа дисциплины «Микроклиматология» 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, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

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

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-2	владением методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа данных гидрометеорологических (агрометеорологических) наблюдений с применением программных средств	ПКос-2.1 проводит гидрометеорологические измерения и наблюдения, составляет описания проводимых исследований, знает структуру и программу наблюдений на гидрометеорологической сети РФ	– основные закономерности формирования радиационного, теплового и влажностного режимов приземного и деятельного слоя атмосферы;	– проводить наблюдения за основными атмосферными явлениями и метеорологическими элементами и прогнозировать их развитие;	– математическими методами оценки структурных параметров приземного и деятельного слоя атмосферы и возможных их изменений;
			ПКос-2.3 использует специальные программы и базы агрометеорологических данных при разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур	-программы Погода Климат Урожай для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур	- применять программы при решении практических задач	- методами рационального размещения с-х культур с учетом микроклимата
2	ПКос-6	Готовностью применять разнообразные методологические подходы к возделыванию сельскохозяйственных культур, оценивать их физиологическое состояние, системы защиты растений и обработки почвы, приёмы и технологии производства продукции растениеводства с учетом агроклиматических ресурсов территории	ПКос – 6.1 определяет экономическую эффективность применения технологических приемов, внесения удобрений, использования средств защиты растений, подбор новых сортов для конкретных условий региона при возделывании сельскохозяйственных культур	– закономерности формирования естественных и антропогенных микроклиматов под влиянием неоднородностей подстилающей поверхности;	– проводить расчет параметров приземного слоя атмосферы по данным градиентных и пульсационных микрометеорологических измерений;	– теоретическими основами решения научных и практических задач в области микроклиматологии;

			ПКос-6.2 выявляет причинно-следственные связи между состоянием сельскохозяйственных растений и факторами внешней среды	– процессы формирования микроклимата и фитолимата в конкретных региональных условиях и уровня интенсификации земледелия.	– использовать теоретические знания на практике, применять закономерности для оценки состояния атмосферы в фитоценозе и процессов в ней происходящих.	– методами оценки ресурсов микроклимата, и фитолимата в частности, применяемыми в области растениеводства.
3	ПКос - 7	Способен применять на практике современные методы и технологии агроэкологического картографирования и мониторинга, экологического проектирования и экспертизы, информационного обеспечения агроэкологической оптимизации технологий землепользования	ПКос – 7.1 демонстрирует знания топографии с основами картографии, владеет картографическим методом в гидрометеорологических исследованиях	- методики построения микроклиматических карт	- определять микроклиматические показатели территории	-навыками проведения микроклиматических измерений
			ПКос – 7.2 проводит экологическую экспертизу, оценку и группировку земель по их пригодности для информационного обеспечения агроэкологической оптимизации технологий землепользования	Методику проведения агроэкологической экспертизы территории	Применить технологии возделывания с-х культур к конкретным почвенно-климатическим условиям	Владеть методиками агроэкологических технологий
			ПКос – 7.3 использует материалы почвенных и агрохимических исследований, справочные материалы для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур	Элементы микроклимата территории	Применить технологии возделывания с-х культур к конкретным почвенно-климатическим условиям	Владеть методиками адаптивных систем земледелия





#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных ед. (216 часов), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№ 6	№ 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>216</b>	<b>72</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>90,65</b>	<b>40,25</b>	<b>50,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>90,65</b>	<b>40,25</b>	<b>50,4</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	36	20	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	50	20	30
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	-	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,65	0,25	0,4
<i>КРП</i>	2	-	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>100,75</b>	<b>31,75</b>	<b>69</b>
<i>курсовой проект (КП) (подготовка)</i>	24	-	24
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам.)</i>	67,75	22,75	45
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9	-
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>24,6</b>	-	<b>24,6</b>
Вид промежуточного контроля:		зачет	защита КР, экзамен

##### 4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 1. «Физические основы формирования микроклимата»	<b>39,4</b>	14	14		11,4
Раздел 2. «Типы микроклиматов»	<b>23,35</b>	6	6		11,35
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	<b>0,25</b>			0,25	
<i>Подготовка к зачету</i>	<b>9</b>				9
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>0,25</b>	<b>31,75</b>
Раздел 3. «Фитоклимат»	<b>44</b>	8	12		26
Раздел 4. «Математическое моделирование микроклимата»	<b>49</b>	8	18		25

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
<i>Курсовой проект (подготовка)</i>	<b>24</b>				24
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	<b>0,4</b>			0,4	
<i>Консультации перед экзаменом</i>	<b>2</b>			2	
<i>Подготовка к экзамену</i>	<b>24,6</b>				24,6
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>4,4</b>	<b>93,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>34</b>	<b>48</b>	<b>2,65</b>	<b>131,35</b>

## Семестр 6

### Раздел 1. Физические основы формирования микроклимата

#### Тема 1. Физические процессы в деятельном слое

Деятельная поверхность и деятельный слой. Виды естественных и искусственных поверхностей, их теплофизические, радиационные и термодинамические свойства. Система «почва – поверхность – воздух», взаимодействие процессов, протекающих в них. Структура радиационного и теплового баланса простых (без растительности) поверхностей: песок, чернозем, вода, снег, лед. Особенности формирования температуры и влажности воздуха над ними (суточный ход и вертикальный профиль). Тепловой режим почвы. Теплофизические характеристики почвы и их зависимость от условий увлажнения. Схемы расчета тепловых потоков в суточном деятельном слое почвы. Суточный теплооборот. Уравнения притока тепла в почве. Законы Фурье и их микроклиматическая зависимость. Влага в почве, доступная влага, потенциал влаги. Испарение, испаряемость и их микроклиматическая изменчивость. Расчетные схемы определения количества продуктивной влаги в почве в период вегетации. Расчет норм орошения и осушения. Мелиорация почв. Тепловой режим водных объектов. Механизмы переноса тепла: коротковолновая радиация, турбулентный теплообмен. Роль мутности воды и обмена теплом с донными отложениями. Шероховатость водной поверхности.

#### Тема 2. Турбулентность и приземный слой атмосферы

Основы теории атмосферной турбулентности. Теория однородной и изотропной турбулентности. Пограничный слой атмосферы, приземный слой, приповерхностный слой. Внутренние пограничные слои. Понятие области влияния в приземном слое. Концепция высоты смешения. Обтекание воздушным потоком препятствий. Связь метеорологических параметров с характеристиками турбулентности. Суточный ход температуры воздуха. Вертикальное распределение метеорологических параметров и стратификация атмосферы. Обмен явным и скрытым теплом. Расчетные схемы определения составляющих радиационного баланса деятельной поверхности. Теория приземного слоя Монино-Обухова, аэродинамические формулы. Особенности формирования микроклиматических различий в

различных климатических условиях. Влияние погоды на микроклимат и структуру радиационно-теплогового баланса поверхности.

### **Тема 3. Методы измерений в микроклиматологии**

Основные методы микроклиматических наблюдений. Виды микроклиматических съемок. Аппаратура для микроклиматических наблюдений. Программа и организация микроклиматических наблюдений, ее этапы. Оценка краевых эффектов и их учет. Оценка достоверности микроклиматических различий. Статистическая обработка наблюдений. Пульсационные измерения турбулентных потоков тепла и импульса. Акустические анемометры. Методология расчета турбулентных потоков.

## **Раздел 2. Типы микроклиматов**

### **Тема 4. Микроклимат различных форм рельефа**

Влияние формы, экспозиции и крутизны на радиационный режим в условиях пересеченной местности. Закономерности и различия в притоке коротковолновой радиации к склону. Учет закрытости горизонта. Тепловой баланс и микроклимат склонов в различных условиях увлажнения. Влияние рельефа на ветровой режим, температуру и амплитуду температуры воздуха, поверхности и почвы, влажность воздуха и почвы, неоднородность залегания снежного покрова. Снежная и ветровая мелиорация.

### **Тема 5. Микроклимат водоемов и побережий**

Влияние размеров и глубины водоема на турбулентную теплопроводность и температурный режим водоема. Особенности суточного хода температуры, влажности, ветра, атмосферного давления над водоемом и побережьем. Бризы и их микроклиматический эффект.

## **Семестр 7**

## **Раздел 3. Фитоклимат**

### **Тема 6. Радиационный режим растительного покрова**

Понятие о фитоклимате. Деятельный слой, генетические уровни. Фотосинтез, углекислый газообмен. Функция ослабления потоков коротковолновой радиации в слое растительности, закон Бэра, листовой индекс. Структура радиационного баланса лесного и лугового фитоценозов.

### **Тема 7. Тепловой режим растительного покрова**

Уравнение теплового баланса растительного покрова. Тепловой баланс поля. Роль света, тепла и влаги в накоплении фитомассы. Режим турбулентности в растительном покрове. Вертикальное распределение и суточный ход составляющих теплового баланса, характеристики турбулентности и метеорологических параметров внутри растительного покрова. Температура и влажность воздуха в травостое. Влияние растительного покрова на температуру почвы. Влияние обработки почвы и способов агротехники на метеорологический режим приземного слоя воздуха. Фитоклимат орошаемых полей.

## **Раздел 4. Математическое моделирование микроклимата**

## **Тема 8. Моделирование микроклиматических процессов в атмосферных моделях**

Моделирование микроклимата в микромасштабных моделях. Модели статические (теплового баланса), физико-статистические, гидродинамические вихререзающие, гидродинамические осредненные по Рейнольдсу. Параметризация микроклиматических процессов в региональных и глобальных атмосферных моделях. Схемы деятельного слоя суши в системах численного прогноза погоды и моделях климата. Схемы представления подсеточного распределения типов подстилающей поверхности. Методы агрегирования параметров и агрегирования потоков. Включение данных о растительности в глобальные и региональные модели атмосферы. Базы данных характеристик подстилающей поверхности.

## **Тема 9. Моделирование тепловлагопереноса в почвах**

Подходы к моделированию процессов переноса тепла и влаги в почвах. Исходная информация, система дифференциальных уравнений, граничные и начальные условия. Математические модели тепловлагопереноса в почвах.

## **Тема 10. Моделирование продуктивности фитоценоза**

Подходы к моделированию взаимодействия растительного покрова с окружающей средой. Исходная информация, система дифференциальных уравнений, граничные и начальные условия. Модели переноса в системе «почва-растительность-атмосфера» для прогнозирования продуктивности.

### **4.3. Лекции/лабораторные занятия.**

Таблица 4

#### **Содержание лекций/лабораторные занятия и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела</b>	<b>№ и название лекций/ лабораторных занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
<b>СЕМЕСТР 6</b>					
1.	<b>Раздел 1. Физические основы формирования микроклимата</b>				
	Тема 1. Физические процессы в деятельном слое	Лекция № 1. Радиационный и тепловой режим приземного слоя атмосферы	ПКос-2.1,2.3		2
		Работа № 1. Измерение основных метеопараметров профиля деятельного слоя воздуха.	ПКос-2.1,2.3	Защита лабораторной работы №1	2
		Лекция № 2. Теплофизические свойства подстилающей поверхности и почвы	ПКос-2.1, 7.1		2
		Работа № 2. Измерение теплофизических характеристик почвы	ПКос-7.1, 7.2	Защита лабораторной работы №2	2
		Лекция № 3.	ПКос-7.1, 7.2,		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Тепловой режим почвы	7.3		
		Работа № 3. Измерение тепловых потоков в деятельном слое почвы	ПКос-7.1, 7.2, 7.3	Защита лабораторной работы №3	2
	Тема2. Турбулентность и приземный слой атмосферы	Лекция № 4. Основы теории атмосферной турбулентности	ПКос-2.1, 2.3		4
		Работа № 4. Измерение метеорологических параметров при атмосферной турбулентности	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №4	2
		Лабораторная работа № 5. Измерение составляющих радиационного баланса деятельной поверхности	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №5	2
	Тема 3. Методы измерений в микроклиматологии	Лекция №5. Методы измерений в микроклиматологии	ПКос-6.1, 6.2		4
		Работа № 6. Оценка краевых эффектов и их учет.	ПКос-6.1, 6.2	Защита лабораторной работы №6	2
		Работа №7. Статистическая обработка наблюдений и оценка достоверности микроклиматических различий	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №7	1
		Контрольная работа №1			1
2.	<b>Раздел 2. Типы микроклиматов</b>				
	Тема 4. Микроклимат различных форм рельефа	Лекция № 6. Микроклимат различных форм рельефа	ПКос-2.1, 2.3		4
		Работа 8. Влияние формы, экспозиции и крутизны на радиационный режим	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №8	2
		Работа 9. Тепловой баланс и микроклимат склонов	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №9	2
	Тема 5. Микроклимат водоемов и побережий	Лекция № 7. Микроклимат водоемов и побережий	ПКос-2.1, 2.3		2
		Работа 10. Суточный ход температуры, влажности, ветра, атмосферного давления над водоемом.	ПКос-7.1, 7.2, 7.3	Защита лабораторной работы №10	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Контрольная работа №2			1
<b>СЕМЕСТР 7</b>					
3.	<b>Раздел 3. Фитоклимат</b>				
	Тема 6. Радиационный режим растительного покрова	Лекция № 8. Радиационный режим растительного покрова	ПКос-2.1, 2.3		2
		Работа 11. Структура радиационного баланса лесного и лугового фитоценозов	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №11	4
	Тема 7. Тепловой режим растительного покрова	Лекция 9. Тепловой режим растительного покрова	ПКос-2.1, 2.3		2
		Работа 12. Тепловой баланс агроценоза	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №12	2
		Работа 13. Температура и влажность воздуха в травостое	ПКос-2.1, 2.3	Защита лабораторной работы №13	2
		Лекция 10. Влияние агротехнических приемов на микроклимат поля	ПКос-6.1, 6.2		2
		Работа 14. Влияние агротехники на метеорологический режим приземного слоя воздуха.	ПКос-7.1, 7.2, 7.3	Защита лабораторной работы №14	2
		Лекция 11. Формирование фитоклимата при мелиорациях	ПКос-6.1, 6.2		2
		Работа 15. Фитоклимат агроценозов в условиях оросительных мелиораций.	ПКос-6.1, 6.2	Защита лабораторной работы №15	1
		Контрольная работа №3			1
4.	<b>Раздел 4. Математическое моделирование микроклимата</b>				
	Тема 8. Моделирование микроклиматических процессов в атмосферных моделях	Лекция 12. Моделирование микроклиматических процессов в атмосферных моделях	ПКос-6.1, 6.2		4
		Работа 16. Моделирование микроклимата в микромасштабных моделях.	ПКос-6.1, 6.2	Защита лабораторной работы №16	6
	Тема 9. Моделирование	Лекция 13. Моделирование тепловлагодоненоса в почвах	ПКос-6.1, 6.2		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	тепловлагопереноса в почвах	Работа 17. Имитационное моделирование тепловлагопереноса в почвах.	ПКос-6.1, 6.2	Защита лабораторной работы №17	6
	Тема 10. Моделирование продуктивности фитоценоза	Лекция 14. Моделирование продуктивности фитоценоза	ПКос-6.1, 6.2		2
		Работа 18. Влияние микроклимата на урожайность яровой пшеницы. Сценарный прогноз.	ПКос-6.1, 6.2	Защита лабораторной работы №18	5
		Контрольная работа №4			1

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

Таблица 5

#### Мероприятия самостоятельного изучения

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
<b>СЕМЕСТР 6</b>			
<b>Раздел 1.</b>			
1.	Тема 1	Теплофизические свойства почв под пашней и луговой залежью. Радиационный баланс естественных и искусственных поверхностей. Законы Фурье и их микроклиматическая зависимость. Влага в почве, доступная влага, потенциал влаги. Испарение, испаряемость и их микроклиматическая изменчивость.	ПКос-2.1, 2.3 ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3
2.	Тема 2	Теория однородной и изотропной турбулентности. Пограничный слой атмосферы, приземный слой, приповерхностный слой. Внутренние пограничные слои. Понятие области влияния в приземном слое. Концепция высоты смешения. Обтекание воздушным потоком препятствий. Связь метеорологических параметров с характеристиками турбулентности.	ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3
3.	Тема 3	Пульсационные измерения турбулентных потоков тепла и импульса. Акустические анемометры. Методология расчета турбулентных потоков.	ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3
<b>Раздел 2</b>			
4.	Тема 4	Закономерности и различия в притоке коротковолновой радиации к склону. Учет закрытости горизонта.	ПКос-2.1, 2.3, 6.1,6.2



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
5.	Тема 5	Влияние размеров и глубины водоема на турбулентную теплопроводность и температурный режим водоема.	ПКос-2.1, 2.3, 6.1,6.2
<b>СЕМЕСТР 7</b>			
<b>Раздел 3</b>			
6.	Тема 6	Деятельный слой, генетические уровни. Фотосинтез, углекислый газообмен. Функция ослабления потоков коротковолновой радиации в слое растительности, закон Бэра, листовой индекс.	ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3
7.	Тема 7	Уравнение теплового баланса растительного покрова. Роль света, тепла и влаги в накоплении фитомассы. Режим турбулентности в растительном покрове. Вертикальное распределение и суточный ход составляющих теплового баланса, характеристики турбулентности и метеорологических параметров внутри растительного покрова.	ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3
<b>Раздел 4</b>			
8.	Тема 8	Моделирование микроклимата в микромасштабных моделях. Модели статические (теплового баланса), физико-статистические, гидродинамические вихреразрешающие, гидродинамические осредненные по Рейнольдсу.	ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3
9.	Тема 9	Входная информация, система дифференциальных уравнений, граничные и начальные условия в моделях тепловлагопереноса в почвах.	ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3
10.	Тема 10	Исходная информация, система дифференциальных уравнений, граничные и начальные условия в моделях переноса в системе «почва-растительность-атмосфера».	ПКос-2.1, 2.3, 7.1,7.2,7.3

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Моделирование тепловлагопереноса в почвах	Л	Компьютерная симуляция
2.	Моделирование продуктивности фитоценоза	Л	Компьютерная симуляция

## 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.

1) Примеры типичных работ, заданий и контрольных вопросов, связанных с их выполнением:

#### Лабораторная работа № 4.

##### Расчет теплового потока в суточном деятельном слое почвы

Задание 1. На основе суточной динамики температуры рассчитать приближенный тепловой поток в почве. Исходные данные в таблице (табл.2.1)

Задание 2. Рассчитать уточненный теплоток в почву с учетом функции температуропроводности в зависимости от влажности.

Задание 3. Графически изобразить суточную динамику температуры почвы, а также суточный тепловой поток.

Таблица 2.1

Суточное распределение температуры почвы по профилю

Время, ч Глубина, см	9	12	15	18	21	24	6	9
0	15,7	21,4	26,2	28,6	26,4	18,3	14,2	14,8
5	15,0	18,0	20,4	25,9	25,2	21,7	17,5	15,8
10	17,6	17,8	18,6	23,7	23,8	22,7	20,4	18,2
15	18,5	18,3	18,6	21,5	22,4	22,4	21,7	19,7
20	18,9	18,6	18,5	19,9	21,1	21,2	21	19,6

Вопросы.

1. От чего зависит величина теплового потока?
2. В какой почве величина теплоток будет больше: в песчаной или глинистой?
3. Способы регулирования теплоток в почве.

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

*Семестр 6*

*Контрольные вопросы 1 раздела*

1. Что понимается под микроклиматом?
2. Охарактеризуйте систему «почва - поверхность – воздух».
3. Перечислите процессы, протекающие в системе «почва - поверхность – воздух» и их взаимодействие.
4. Что такое тепловой режим почвы?

5. Дайте понятие теплового потока.
6. Что такое удельный тепловой поток?
7. Сформулируйте и запишите законы Фурье.
8. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
9. Объясните процесс нагревания или охлаждения деятельного слоя земной поверхности.
10. Опишите суточный ход температуры поверхности почвы.
11. Опишите суточный ход температуры воздуха у земной поверхности.
12. Что называется амплитудой суточного хода температуры воздуха у земной поверхности?
13. Почему максимум температуры поверхности почвы приходится на середину дня?
14. Постройте суточный ход температуры почвы в системе координат: время суток – температура поверхности почвы.
15. Для каких целей исследуют процессы испарения с поверхностей воды, снега, льда и почвы?
16. Чем объясняется понижение температуры воды при испарении?
17. От каких параметров зависит интенсивность испарения в замкнутом объеме и в естественных условиях?
18. Какой процесс называют испарением?
19. Что понимается под турбулентностью воздушного потока?
20. В чем проявляется турбулентность ветра?
21. Какие виды турбулентности встречаются в атмосфере?
22. Что такое турбулентный обмен?
23. Как можно характеризовать количественно турбулентный обмен?
24. Сформулируйте основные положения теории однородной и изотропной турбулентности.
25. Перечислите схемы турбулентного замыкания.
26. Сформулируйте теорию приземного (приводного) слоя Монино-Обухова.
27. Запишите аэродинамические формулы теории приземного слоя Монино-Обухова.
28. Что такое пограничный слой атмосферы?
29. Что такое приземный слой атмосферы?
30. Почему можно говорить о микроклимате как о явлении приземного слоя?
31. Каковы закономерности вертикального распределения температуры и ветра в приземном слое?
32. Что такое приповерхностный слой атмосферы?
33. Внутренние пограничные слои.
34. Какие методы используют для расчета испарения с поверхности почвы?
35. Основные методы микроклиматических наблюдений.
36. Чем отличаются микроклиматические наблюдения от стандартных метеорологических наблюдений?

37. Пульсационные измерения турбулентных потоков тепла и импульса
38. Какие методы используют для расчета испарения с поверхности воды?
39. Какие методы используют для расчета испарения с поверхности снега и льда?

*Контрольные вопросы 2 раздела*

1. Какими факторами определяются микроклиматические различия?
2. Как можно связать климат, местный климат и микроклимат с таксономическими единицами ландшафтоведения?
3. Охарактеризуйте микроклимат различных форм рельефа.
4. Опишите особенности микроклимата водоемов и прибрежных зон.
5. Что такое тепловой режим водных объектов?
6. Особенности микроклимата залесенных территорий.
7. Опишите особенности микроклимата пересеченной местности.
8. Какие факторы формируют микроклимат пересеченной местности?
9. Опишите особенности микроклимата леса.
10. Какова роль крон деревьев в формировании микроклимата леса?
11. Сравните микроклимат леса и поля.
12. Что такое переохлаждение воды? При каких условиях наблюдается это состояние?
13. Чем обусловлено поверхностное натяжение воды?
14. Каковы основные свойства водяного пара вы знаете?
15. Какие физико-механические процессы протекают в снежном покрове?
16. Перечислите физико-механические и теплофизические свойства льда.
17. Перечислите формы передачи теплоты в почвах.
18. Какие физические процессы определяют различие в тепловом режиме почвы и водоемов?
19. Как влияет почвенный покров на температуру поверхности почвы?
20. Чем отличается суточный ход температуры поверхности водоема от суточного хода температуры поверхности почвы?
21. Что больше, амплитуда суточного хода температуры поверхности почвы или амплитуда суточного хода температуры воздуха?
22. Запишите уравнение теплового баланса непроточного водоема.
23. Чем определяется изменение средней температуры воды непроточного водоема во времени.
24. Какая разница между суточным ходом температуры у поверхности суши и у поверхности моря?
25. Какими элементами определяется суммарный тепловой поток через поверхность и дно водоема?
26. В чем заключается метод суперпозиции для расчета температуры воды по глубине водоема?
27. Как меняются значения отдельных составляющих в уравнении теплового баланса непроточного водоема в течение годового цикла?
28. Чем обусловлены конвективные течения в водоемах?

## *Семестр 7*

### *Контрольные вопросы 3 раздела*

1. Запишите уравнение теплового баланса агроценоза.
2. Какие линии называют изотермами?
3. Какую почву называют водонасыщенной?
4. Чем обусловлено различие в интенсивностях испарения снега и льда?
5. Какую почву называют водоненасыщенной?
6. Какова последовательность расположения водных зон в почвенном профиле?
7. При каких условиях передвигается влага в водоненасыщенной почве?
8. Под действием каких сил находится влага, поступающая в почву?
9. Какие виды почвенной влаги вы знаете?
10. Охарактеризуйте водные свойства почв.
11. При каком условии будет происходить образование линз льда в промерзающем грунте?
12. Что такое химический осмос?
13. Что такое термический осмос?
14. Каково распределение температуры по профилю почвы?
15. Сформулируйте законы, описывающие распространение тепла в глубь почвы (законы Фурье).
16. Как распределяется температура и влажность воздуха в травостое?
17. Приведите пример агротехнических приемов влияющих на метеорологический режим приземного слоя воздуха.

### *Контрольные вопросы 4 раздела*

1. Что такое температурное поле?
2. Какие температурные поля называют стационарными, нестационарными?
3. Сформулируйте и запишите дифференциальное уравнение теплопроводности
4. В чем заключаются условия однозначности?
5. В чем заключается метод конечных разностей?
6. Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности одномерного температурного поля при стационарном режиме
7. Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности одномерного температурного поля при нестационарном режиме
8. Перечислите известные вам методы решения уравнения теплопроводности в условиях одномерной задачи
9. Назовите входные параметры модели тепловлагопереноса в почвах.
10. Принципы моделирования микроклимата растительных сообществ.
11. Система почва-растение-воздух.
12. Какие теоретические зависимости для расчета испарения воды с поверхности почвы вы знаете?
13. Запишите эмпирические зависимости для расчета испарения воды с поверхности почвы.

14. Как можно математически описать передвижение влаги в водонасыщенной почве?
15. Запишите дифференциальное уравнение передвижения влаги в водоненасыщенной почве?

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Дайте понятие деятельной поверхности и деятельного слоя.
2. Перечислите виды естественных и искусственных поверхностей.
3. Опишите взаимодействие процессов, протекающих в системе «почва – поверхность – воздух».
4. Структура радиационного и теплового баланса простых (без растительности) поверхностей: песок, чернозем, вода, снег, лед.
5. Особенности формирования температуры и влажности воздуха над ними (суточный ход и вертикальный профиль).
6. Тепловой режим почвы.
7. Теплофизические характеристики почвы и их зависимость от условий увлажнения.
8. Схемы расчета тепловых потоков в суточном деятельном слое почвы. Суточный теплооборот.
9. Уравнения притока тепла в почву.
10. Законы Фурье и их микроклиматическая зависимость.
11. Влага в почве, доступная влага, потенциал влаги.
12. Испарение, испаряемость и их микроклиматическая изменчивость.
13. Расчетные схемы определения количества продуктивной влаги в почве в период вегетации.
14. Расчет норм орошения и осушения.
15. Мелиорация почв.
16. Тепловой режим водных объектов.
17. Механизмы переноса тепла: коротковолновая радиация, турбулентный теплообмен.
18. Шероховатость водной поверхности.
19. Основы теории атмосферной турбулентности.
20. Теория однородной и изотропной турбулентности.
21. Пограничный слой атмосферы, приземный слой, приповерхностный слой.
22. Внутренние пограничные слои.
23. Понятие области влияния в приземном слое.
24. Концепция высоты смешения.
25. Обтекание воздушным потоком препятствий.
26. Связь метеорологических параметров с характеристиками турбулентности.
27. Суточный ход температуры воздуха.
28. Вертикальное распределение метеорологических параметров и стратификация атмосферы.

29. Особенности формирования микроклиматических различий в различных климатических условиях.
30. Основные методы микроклиматических наблюдений. Виды микроклиматических съемок.
31. Аппаратура для микроклиматических наблюдений.
32. Программа и организация микроклиматических наблюдений, ее этапы.
33. Оценка краевых эффектов и их учет.
34. Оценка достоверности микроклиматических различий. Статистическая обработка наблюдений.
35. Влияние формы, экспозиции и крутизны на радиационный режим в условиях пересеченной местности.
36. Закономерности и различия в притоке коротковолновой радиации к склону.
37. Тепловой баланс и микроклимат склонов в различных условиях увлажнения.
38. Влияние рельефа на ветровой режим, температуру и амплитуду температуры воздуха, поверхности и почвы, влажность воздуха и почвы, неоднородность залегания снежного покрова.
39. Влияние размеров и глубины водоема на турбулентную теплопроводность и температурный режим водоема.
40. Особенности суточного хода температуры, влажности, ветра, атмосферного давления над водоемом и побережьем. Бризы и их микроклиматический эффект.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Предмет «Микроклиматология», цели и задачи дисциплины.
2. Система «почва - поверхность – воздух», взаимодействие процессов, протекающих в них.
3. Факторы формирования микроклимата.
4. Виды простейших микроклиматических съемок.
5. Теплобалансовые наблюдения в растительном покрове.
6. Основные особенности приземного слоя атмосферы.
7. Радиационный и тепловой баланс.
8. Методы изучения составляющих радиационного баланса.
9. Тепловой режим почвы.
10. Перенос тепла в почве. Основные механизмы.
11. Теплофизические свойства почв.
12. Температурные оптимумы.
13. Тепловые потоки, возникшие вследствие конвекции, излучения и испарения.
14. Методы изучения теплового режима и теплофизических свойств почв.
15. Влияние рельефа на температуру почвы.
16. Влияние типа и состава почвы на ее температуру.
17. Влияние растительности на температуру почвы.
18. Тепловой режим водных объектов.

19. Давление (потенциал) влаги в почве.
20. Полный потенциал влаги в почве и его составляющие.
21. Методы определения потенциала влаги в почве.
22. Основная гидрофизическая характеристика почвы.
23. Движение воды в насыщенной влагой почве. Закон Дарси.
24. Инфильтрация воды в почву.
25. Движение воды в насыщенной влагой почве. Функция влагопроводности
26. Основное уравнение движения влаги в почве.
27. Термовлагодперенос в почве.
28. Термопароперенос в почве.
29. Перенос влаги в замерзающих почвах.
30. Внутрипочвенный отток.
31. Роль рельефа в распределении влажности почвы.
32. Влияние растительности и почвенного покрова на влажность почвы.
33. Особенности режима турбулентности в приземном слое атмосферы.
34. Теория однородной и изотропной турбулентности.
35. Схемы турбулентного замыкания.
36. Теория приземного (приводного) слоя Мони́на-Обухова, аэродинамические формулы.
37. Пограничный слой атмосферы, приземный слой, приповерхностный слой. Внутренние пограничные слои.
38. Основные методы микроклиматических наблюдений.
39. Пульсационные измерения турбулентных потоков тепла и импульса.
40. Понятие о влагообеспеченности растений. Транспирация.
41. Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе «почва-растение-атмосфера».
42. Критическое давление влаги в почве и его зависимость от различных факторов.
43. Основные этапы моделирования.
44. Понятие о расчетных схемах. Краевые условия задачи.
45. Поливариантные расчеты.
46. Моделирование микроклимата в микромасштабных моделях. Примеры микромасштабных моделей.
47. Принципы моделирования микроклимата растительных сообществ.
48. Простейшие модели метеорологического режима растительности.
49. Параметризация микроклиматических процессов в мезомасштабных атмосферных моделях.
50. Расчет термической эффективности мульчирования.
51. Оценка влияния стерни на тепловой режим почвы.
52. Применение рыхления и прикатывания для регулирования теплового и водного режима почвы.
53. Микроклимат над горизонтальной поверхностью почвы.
54. Микроклимат различных форм рельефа.
55. Микроклимат водоемов и прибрежных зон.
56. Система почва-растение-воздух.



57. Микроклимат леса.
58. Микроклимат пересеченной местности.
59. Микроклимат растительного покрова.
60. Локальные геоинформационные системы. Классификация и картирование микроклиматов.

#### *Темы курсового проектирования*

1. Оценка температуропроводности почв на основе решения обратной задачи.
2. Тепловой режим почв при различной структуре землепользования.
3. Оценка почвенных теплотоков в условиях изменения климата.
4. Тепловой баланс и микроклимат склонов в различных условиях увлажнения.
5. Учет влияния растительного покрова на верхнее граничное условие при моделировании температурного режима почв.
6. Моделирование влагосодержания в почвах при различной структуре землепользования.
7. Оценка влияния растительного покрова на содержание влаги в почве с помощью математического моделирования.
8. Моделирование продуктивности яровой пшеницы при изменении абиотических факторов.
9. Температурный режим различных типов почв.
10. Оценка режима испарения в условиях изменения климата.

### **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости.**

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

***Виды текущего контроля:** опрос по теме, защита лабораторных работ, контрольные работы.*

***Виды промежуточного и итогового контроля по дисциплине:** зачет, защита курсового проекта, экзамен.*

#### **Критерии оценки на зачете:**

**Оценкой «зачтено»** оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя. Студент, показывает полное

знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усваивает основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

### Критерии оценки на экзамене:

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

### Критерии оценки курсового проекта:

**Оценка «отлично».** Курсовой проект будет оценен на «отлично», если во введении приводится обоснование выбора конкретной темы, полностью раскрыта актуальность её в научной отрасли, чётко определены, грамотно поставлены задачи и цель курсового проекта. Основная часть работы демонстрирует большое количество прочитанных автором работ. В нем содержатся основные термины, и они адекватно использованы. Критически прочитаны источники: вся необходимая информация проанализирована, вычленена, логически структурирована. Присутствуют выводы и грамотные обобщения. В заключении сделаны логичные выводы, а собственное отношение выражено чётко. Автор курсового проекта грамотно

демонстрирует осознание возможности применения исследуемых теорий, методов на практике. Приложение содержит цитаты и таблицы, иллюстрации и диаграммы: все необходимые материалы. Курсовой проект написан в стиле академического письма (использован научный стиль изложения материала). Автор адекватно применял терминологию, правильно оформил ссылки. Оформление работы соответствует требованиям ГОСТ, библиография, приложения оформлены на отличном уровне. Объем работы заключается в пределах от 20 до 40 страниц.

Оценка **«хорошо»**. Курсовой проект на «хорошо» во введении содержит некоторую нечёткость формулировок. В основной части не всегда проводится критический анализ, отсутствует авторское отношение к изученному материалу. В заключение неадекватно использована терминология, наблюдаются незначительные ошибки в стиле, многие цитаты грамотно оформлены. Допущены незначительные неточности в оформлении библиографии, приложений.

Оценка **«удовлетворительно»**. Курсовой проект на «удовлетворительно» во введении содержит лишь попытку обоснования выбора темы и актуальности, отсутствуют чёткие формулировки. Расплывчато определены задачи и цели. Основное содержание - пересказ чужих идей, нарушена логика изложения, автор попытался сформулировать выводы. В заключении автор попытался сделать обобщения, собственного отношения к работе практически не проявил. В приложении допущено несколько грубых ошибок. Не выдержан стиль требуемого академического письма по проекту в целом, часто неверно употребляются научные термины, ссылки оформлены неграмотно, наблюдается плагиат.

Оценка **«неудовлетворительно»**. При оценивании курсового проекта, его недостатки видны сразу. Курсовой проект на «неудовлетворительно» во введении не содержит обоснования темы, нет актуализации темы. Не обозначены и цели, задачи проекта. Скупое основное содержание указывает на недостаточное число прочитанной литературы. Внутренняя логика всего изложения проекта слабая. Нет критического осмысления прочитанного, как и собственного мнения. Нет обобщений, выводов. Заключение таковым не является. В нём не приведены грамотные выводы. Приложения либо вовсе нет, либо оно недостаточно. В работе наблюдается отсутствие ссылок, плагиат, не выдержан стиль, неадекватное использование терминологии. По оформлению наблюдается ряд недочётов: не соблюдены основные требования ГОСТ, а библиография с приложениями содержат много ошибок. Менее 20 страниц объём всей работы.

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

### **7.1. Основная литература**

1. Романенков, Владимир Аркадьевич. Ландшафтное земледелие: учебное пособие / В. А. Романенков; Российский государственный аграрный

университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015 — 125 с.: рис., табл., цв.ил.

2. Журина Л.Л., Лосев А.П. Агрометеорология. СПб.: Квадро. - 2012.
3. Морозов, А. Е. Метеорология и климатология : учебное пособие / А. Е. Морозов, Н. И. Стародубцева. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. — 250 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Белолобцев А.И., Сенников В.А. Биоклиматический потенциал агроэкосистем. М. Изд-во РГАУ-МСХА, 2012.
2. Грингоф И.Г., Павлова В.Н. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 3. Основы агроклиматологии. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2013.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. - М.: МГУ, 2001.
4. Лебедева В.М., Страшная А.И. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 2. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012.

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

1. Белолобцев А.И. и др. Метеорология и климатология. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям. М.: изд. МСХА, 2014.
2. Белолобцев А.И., Болотов А.Г. Микроклиматология. Методические указания по написанию курсового проекта. М: РГАУ-МСХА, 2017. – 16 с.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рекомендуются следующие лицензионные программные продукты: БД MS Access, Delphi, Java Script.

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; Российским национальным комитетом содействия Программе ООН по окружающей среде (НП «ЮНЕПКОМ»), <http://www.unepcom.ru/> и др.

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

- Российский гидрометеорологический портал - <http://www.meteo.ru/> (открытый доступ)
- Кафедра метеорологии МГУ - <http://meteo-geofak.narod.ru> (открытый доступ)

- Российский государственный гидрометеорологический университет - <http://www.rshu.ru/> (открытый доступ)
- Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт - <http://www.ferhri.org/> (открытый доступ)
- DISsertations initiative for the advancement of Climate Change ReSearch (ресурсы по климату) - <http://discrs.org/> (открытый доступ)
- Карты текущего и в ближайшие 144 часа состояния атмосферы Земли - <http://wxmaps.org/pix/ea.fcst.html> (открытый доступ)
- Текущая и прогностическая информация, аналогичная ГИС "МЕТЕО", по Восточной Азии (английский) - <http://ddb.kishou.go.jp/grads.html> (открытый доступ)
- Отдел тропических циклонов Монтеррей (английский) - <http://www.nrlmry.navy.mil/TC.html> (открытый доступ)
- Сообщество экспертов - "Метеорология" (Различные материалы) - [http://meteorology.report.ru/\\_5FolderID\\_24\\_.html](http://meteorology.report.ru/_5FolderID_24_.html) (открытый доступ)
- Сайт "МетеоЦентр" - <http://www.meteocenter.net/> (открытый доступ)

### **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, Яндекс и др.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Таблица 8

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (инвентарный номер)</b>
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. 2. Скамейки. 3. Доска меловая 2 шт.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (инвентарный номер)
	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)	<i>Учебная лаборатория.</i> Набор основных метеорологических приборов - Термометр-шуп 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

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Микроклиматология» студент должен внимательно прослушать и законспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к выполнению лабораторной работы, выполнить лабораторную работу в лаборатории и защитить ее. Контроль освоения студентом разделов дисциплины может осуществляться в виде собеседований. Для самоконтроля студентов предназначены ситуационные задачи и контрольные вопросы.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лекции и указания даты ее проведения. Все заголовки разделов лекции следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время лекции следует внимательно следить за ходом мысли лектора и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, термины. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует лектор. При самостоятельной работе студента с конспектом лекций следует осуществлять самопроверку, то есть следить за тем, чтобы освоенным оказался весь материал, изложенный в лекции. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя на консультациях. Работать с конспектом лекций следует еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования лабораторных работ следует завести рабочую тетрадь. При подготовке к лабораторной работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная практическая работа и ход ее выполнения. Для подготовки конспекта используют главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций. Также при домашней самостоятельной подготовке к практической работе нужно ознакомиться с таблицами и графиками, приведенными в рабочей тетради, и, если требуется, произвести необходимые для проведения работы расчеты. Домашняя подготовка является необходимой частью лабораторной работы, без нее невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение лабораторной работы, требует хорошо скорректированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

Приступая к выполнению домашних заданий, следует самостоятельно проработать материал учебника, указанный во введении к каждому домашнему заданию, а затем разобрать примеры решения типовых заданий. Каждое домашнее задание должно быть выполнено в тетради, на которой указано номер группы, название факультета и номер варианта домашнего задания.

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

При изучении каждого раздела дисциплины проводится текущий контроль знаний с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала, практических умений и навыков. Текущий контроль знаний проводится по графику в часы лабораторных 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 лабораторного 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 лабораторного занятия без уважительной причины вы допускаетесь к сессии только после ликвидации задолженности. Графики пересдач составляются на кафедрах.

В конце учебного раздела на основании поэтапного контроля обучения принимается решение о допуске к выходному контролю или освобождении вас от его сдачи.

По усмотрению преподавателя вам может быть проставлен зачёт без сдачи выходного контроля.

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

При проведении практических занятий по дисциплине «Микроклиматология» необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем широкого использования достижений педагогической науки и передового опыта.

Реализация компетентностного подхода в изучении данной 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 микроклимата и их возможного использования для целей ландшафтного строительства и сельскохозяйственного производства;
3. Деловых игр с моделированием и имитацией текущих и ожидаемых различных климатических условий;
4. Разбор конкретных производственных ситуаций, связанных с наличием неблагоприятных (опасных) гидрометеорологических явлений в микро- и мезомасштабе.

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 и знакомство с их программой наблюдений, мастер-классы экспертов, специалистов-климатологов профильных НИИ.

Самостоятельная работа должна быть направлена на изучение накопленных знаний и современных научных достижений в климатологии,



позволяющих грамотно использовать естественные законы природы в профессиональной деятельности.

Контроль освоения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием поэтапного контроля. Основными видами поэтапного контроля результатов обучения являются: входной (в начале изучения дисциплины), текущий контроль (на занятиях и по пройденным разделам), промежуточный контроль (зачет) и итоговый контроль (экзамен).

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

Учитывают все виды учебной деятельности. В итоговую оценку знаний входят результаты всех контролируемых видов деятельности – посещение занятий, выполнение заданий, прохождение собеседования, активность на 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 лекцию, позже положенного срока сдал практическую работу, не выполнил домашнее задание и т.п.), то учебная работа студента оценивается 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.

**Программу разработал:**

д.б.н., проф. Болотов А.Г.

---

(подпись)

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**Б1.В.13 «Микроклиматология»**  
**ОПОП ВО по направлению 05.03.04 Гидрометеорология,**  
**направленность Метеорология**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Мазировым Михаилом Арнольдовичем, заведующим кафедрой Земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева г. Москвы, доктором биологических наук, профессором (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Микроклиматология» ОПОП ВО по направлению 05.03.04 Гидрометеорология, направленность Метеорология (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Метеорологии и климатологии (разработчик – Болотов Андрей Геннадьевич, профессор кафедры Метеорологии и климатологии, доктор биол. наук).

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

1. Рабочая программа «Микроклиматология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 05.03.04 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 циклу обязательных дисциплин вариативной части.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 05.03.04 Гидрометеорология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Микроклиматология» закреплено 4 **компетенции**. Дисциплина «Микроклиматология» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

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

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Микроклиматология» составляет 6 зачётных единиц (216 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Микроклиматология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.04 Гидрометеорология и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области гидрометеорологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Микроклиматология» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.03.04 Гидрометеорология.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных проблем, так и выступления и участия в коллективных дискуссиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме *зачета, защиты курсового проекта и экзамена*, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – цикл обязательных дисциплин вариативной части Б1.В.13 ФГОС направления 05.03.04 Гидрометеорология.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименования, ссылками на электронные ресурсы и соответствует требованиям ФГОС направления 05.03.04 Гидрометеорология.

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

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Микроклиматология».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины Б1.В.13 «Микроклиматология» ОПОП ВО по направлению 05.03.04 Гидрометеорология, направленность Метеорология (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры Метеорологии и климатологии, доктором биологических наук Болотовым А.Г., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Мазиров Михаил Арнольдович, заведующий кафедрой Земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, профессор, доктор биологических наук

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о.декана факультета агрономии и  
биотехнологии

\_\_\_\_\_ В.И. Леунов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.В.13 «МИКРОКЛИМАТОЛОГИЯ»**

для подготовки бакалавров  
Направление: *05.03.04 Гидрометеорология*  
Направленность: *Метеорология*  
Форма обучения *очная*  
Год начала подготовки: *2017*  
Курс *3, 4*  
Семестр *6, 7*

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2018 г. начала подготовки.

Разработчик (и): *Болотов А.Г., д.б.н., доцент*  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры метеорологии и климатологии протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.  
Заведующий кафедрой *Белолобцев А.И., д.с.х.н., профессор*  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой метеорологии и климатологии  
\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.