

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета,  
академик РАН Добролюбов С.А.

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
АГРОКЛИМАТОЛОГИЯ**

---

**Уровень высшего образования:**  
*бакалавриат*

---

**Направление подготовки:**  
**05.03.04 «Гидрометеорология»**

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**«Метеорология»**

---

**Форма обучения:**  
**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(протокол № 21, дата 30.09.2023)

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Гидрометеорология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки*).  
ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 30 декабря 2020 года (протокол № 1383).

Год (годы) приема на обучение: 2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «Химия атмосферы», «Физическая метеорология», «Климатология».
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p><b>СПК-1</b> (<i>реализуется частично</i>)            Владеет знаниями о физических и химических процессах, протекающих в атмосфере и о взаимодействии атмосферы с земной (морской) поверхностью и биосферой при решении практических и научных задач метеорологии.</p>	<p><b>СПК-1.1</b>            Применяет современные методы оценки взаимодействия биосферы и атмосферы, а также агрометеорологических ресурсов, в условиях меняющегося климата</p>	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Особенности влияния климатического режима в разных географических регионах на агрометеорологические ресурсы</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Использовать современные данные наблюдений и теоретических исследований для определения агрометеорологических показателей.</li> <li>• Оценивать степень влияния концентрации атмосферных газов и аэрозолей на состояние растительного покрова</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Современными методами агрометеорологии для выработки решений по оптимальному использованию агроклиматических ресурсов</li> </ul>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 36 академических часа на контактную работу с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>					Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Работа с литературой	Подготовка реферата	Всего
Тема 1. Введение. Агроклиматология как наука.	2	2				2			
Тема 2. История развития и современное состояние агрофитометеорологии и агрофитоклиматологии	4	2				2	2		2
Тема 3. Агроклиматические ресурсы – общие и продуктивные.	6	2	1			3	2	1	3
Тема 4. Энергетика производственного процесса.	6	2	1			3	2	1	3
Тема 5. Водно-тепловой режим и агрофитоценозы в теплое время года.	4	2				2	2		2
Тема 6. Агрометеорологические условия в холодное время года и перезимовка растений.	5	2	1			3	2		2
Тема 7. Засухоустойчивость и солеустойчивость растений. Неблагоприятные стихийные гидрометеорологические явления	7	2	1			3	2	2	4
Тема 8. Требования основных сельскохозяйственных культур	5	2	1			3	2		2

к агрометеорологическим и агроклиматическим условиям.										
Тема 9. Экспериментальные и теоретические исследования в агрофитометеорологии и агрофитоклиматологии.	<b>6</b>	2	1			<b>3</b>	2	1	<b>3</b>	
Тема 10. Агроклиматические ресурсы и агроклиматическое районирование.	<b>5</b>	2				<b>2</b>	3		<b>3</b>	
Тема 11. Агрометеорологические и агроклиматические прогнозы.	<b>7</b>	2	1			<b>3</b>	2	2	<b>4</b>	
Тема 12. Современное агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства.	<b>7</b>	2	1			<b>3</b>	2	2	<b>4</b>	
<i>Текущая аттестация.</i> Реферат с презентацией.	<b>4</b>		4			<b>4</b>				
Промежуточная аттестация зачет	<b>4</b>	<i>Устный зачет</i>					<b>4</b>			
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>36</b>					<b>36</b>			

## Содержание лекций, семинаров

### Содержание лекций

**Тема 1. Введение.** Агрометеорология и агроклиматология. Основные понятия. Агроклиматология в системе географических наук. Пространственно-временные связи биологических объектов (главным образом, агрофитоценозов) с погодой и климатом. Закономерности биологических процессов в агрофитоценозе (АФЦ) и их изменения от погоды и климата. Агроклиматология в системе наук: физика атмосферы, оптика, почвоведение, биофизика и физиология растений и др. Познания, регуляция и прогнозирование формирования конечной биологической продукции в различных географических и климатических регионах.

Агроклиматология как наука. Предмет и задачи. Место в системе биологических, физических, географических наук. Фундаментальность агрофитометеорологии и агрофитоклиматологии как науки. Представления об объектах агрофитоклиматологии (растения, ценозы). Основные факторы жизнедеятельности.

Принципиальные отличия АФЦ от свойств единичных растений.

Основные принципы существования АФЦ (физические и физиологические процессы; трансформация приходящей лучистой энергии в системе «атмосфера-лист-растение-фитоценоз»; энергетический баланс между поглощенной энергией и расходом на фотобиологические процессы (фотосинтез, фотоокислительные процессы, транспирация, теплообмен и др.).

Специфика процессов агрофитоценоза. Автотрофность, регуляция процессов и структур, оптимизация, максимизация эффективности использования ресурсов среды и особенно лучистой энергии при взаимодействии растений. Целостность организации. Суточный цикл как основная единица биологического времени. Физиологический диапазон условий для сохранения «постоянства» соотношения процессов в изменчивой среде.

Рост, развитие, репродукция, создание биомассы, как интегральные продукционные процессы в онтогенезе растений.

Основные закономерности формирования и деятельности агрофитоценоза. Теоретическая оценка потенциальной и реальной продуктивности посевов.

Понятие о критических периодах в жизни растений. Роль лимитирующих факторов (закон минимума Либиха), лучистая энергия как лимитирующий фактор. Кардинальные «точки» состояний АФЦ: начало ценотического взаимодействия (а), смыкания по приходящей и проходящей в ценоз ФАР (b), период максимальных суточных приростов биомассы (с) и др.

Энергетическая и информационная, субстратная и регуляторная роль метеоклиматических факторов и их роль в формировании и росте АФЦ.

Роль факторов экзогенной природной и антропогенно измененной среды для АФЦ.

АФЦ как объект динамической пространственно-временной трансформации факторов среды в пределах системы.

Представления об общих климатических и продуктивных (биоклиматических) ресурсах факторов среды.

**Тема 2. История развития и современное состояние агрофитометеорологии и агрофитоклиматологии.** Агрометеорология и агроклиматология как экспериментальная и теоретическая наука. Основные подходы к изучению АФЦ и среды обитания в ходе развития науки.

Агрометеорология и климатология как исторически отечественная наука. Этапы развития. Экспериментальная и теоретическая база. Научные агроклиматологические учреждения в России, СССР и РФ. Сеть станций и постов.

Основные виды наблюдений. Корреляции, уравнения регрессии (эмпирические, функциональные). Развитие принципов и методов моделирования продукционного процесса и его отдельных «блоков». История и методы прогноза и регуляции продуктивности АФЦ. Роль описательного и экспериментального, наземного и космического мониторинга продукционного процесса (ПП).

**Тема 3. Агроклиматические ресурсы – общие и продуктивные.** Общие ресурсы. Качественное и количественное наличие факторов, необходимых для произрастания и производства с.-х. продукции. Суммы прихода радиации, температур почвы и воздуха, осадков за период возможной и активной вегетации. Продолжительность периода фотосинтетически активной вегетации. Гидротермические и гидрорадиационные значения. Биоклиматический потенциал.

Продуктивные ресурсы. Количество приходящей физиологически - и фотосинтетически активной радиации, запасов влаги в почве, сумм активных температур почвы и воздуха и т.д., как основа для ежесуточного прироста биомассы, новообразования и формирования органов,

своевременного прохождения фаз и этапов роста и развития, получения максимально высокого урожая соответствующего качества. Роль временного фактора (ритмов в течение суток, декад, онтогенеза) в приходе и использовании ресурсов для формирования биопродукции.

**Тема 4. Энергетика продукционного процесса.** Радиационный режим. Спектральные диапазоны лучистой энергии. Структура, геометрия, оптика и оптическая плотность АФЦ. Газообмен (фотосинтез, фотодыхание и дыхание) как процессы создания биомассы. Световые, углекислотные, температурные кривые. Кардинальные точки. Концентрационные зависимости обычного и многофакторного характера. Суточные продуктивные ресурсы газообмена для различных экотипов растений (по водному режиму, по светолюбию) в различных метеоклиматических условиях разных регионов. Сезонность среды, зональность.

Роль лучистой энергии в отдельные периоды вегетации. «Критические» радиационные периоды. «Константы» взаимосвязи между процессами, структурами, факторами среды. Фоторегуляция процессов в АФЦ (фотопериодизм роста, перехода к зацветанию; типы растений - нейтральные, короткодневные, длиннодневные и др.).

Роль спектрального состава лучистой энергии и ее интенсивности для высокоэнергетических и низкоэнергетических процессов.

Фототропизмы и фотонастии, фотоориентация структур в клетке (хлоропласты), в растении (листья), в АФЦ (листовая мозаика, азимутально - наклонная ориентация листьев). Геомагнитные и геотропические реакции.

Роль лучистой энергии (ФАР) в регуляции «биологических часов» в организмах.

Многофункциональное значение интенсивности, длительности, векторности, дозы потока, его суточного хода для растений.

Физиологическая длина дня (по газообмену, фотосинтезу, фотопериодизму). Информационно-регуляторная роль гражданских сумерек как части физиологической длины дня для фотобиологических процессов. Энергетика продукционного процесса на фоне антропогенного изменения климата. Влияние газообменных окислителей (окислы азота, серы), кислотных осадков на продуктивность. Влияние концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере на продукционный процесс.

**Тема 5. Водно-тепловой режим и агрофитоценозы в теплое время года.** Факторы среды (температура воздуха и почвы, влажность воздуха и почвы, испарение и испаряемость, транспирация растений, тепловой режим тканей растений, осадки, ветер, турбулентность потоков в АФЦ как фактор термического и углекислотного режима), их изменчивость и использование. Возможности экспериментального и теоретического изучения водно-теплого режима.

Дифференциация факторов (метеорологическая температура воздуха, биометеорологическая активная и эффективная температура, их суммы). Общие, продуктивные запасы влаги и их распределение по глубине почвы. Регулярность прихода осадков и сохранение влаги в почве. «Критические периоды по влаге» в онтогенезе. Термо- и влагопериодизм роста. Экотипы растений по отношению к температуре (теплолюбивые, холодоустойчивые и т.д.) и влаге (гигрофиты и гидрофиты, мезофиты, ксерофиты, суккуленты). Роль жизненных форм растений как отражение адаптации к среде. Экологические подходы к АФЦ. Водно-термический режим дня и ночи и его роль в ПП. Инфракрасная техника в эксперименте. Компьютерные возможности обработки информации и моделирования.

**Тема 6. Агрометеорологические условия в холодное время года и перезимовка растений.** Низкие и минимальные температуры воздуха и почвы и их влияние на растение. Роль фитотронов в изучении холодостойкости.

Специфика условий и их динамика. Снежный покров и ледяная корка (оптика, плотность, влияние на газообмен, на термический режим почвы и растений). Проблемы вымерзания, выпревания, вымокания растений. Роль узла кущения в холодостойкости (зимостойкости) растений. Отрастание. Роль осеннего и весеннего периодов в вегетации и продуктивности с.-х. культур озимого типа. Оценки подснежного (и без снежного покрова) состояния растений. Возможности активного воздействия на условия перезимовки (закаливание, снегозадержание, мелиорация, мульчирование и т.д.) в зависимости от метеорологических условий. Зимостойкость растений, устойчивость растений, методы закаливания растений. Возможности прогноза состояния растений в различные периоды, а также прогноза конечной продуктивности. Научные аспекты изучения проблемы.

**Тема 7. Засухоустойчивость и солеустойчивость растений. Неблагоприятные стихийные гидрометеорологические явления.** Заморозки, засухи воздушные и почвенные, суховеи, град, ливневые дожди, ураганы. Пыль и пыльные бури. Аварийные антропогенные выбросы в атмосферу, загрязнение воды и почвы. Роль неблагоприятных явлений в разные периоды онтогенеза растений. Прогнозы выживаемости АФЦ.

**Тема 8. Требования основных сельскохозяйственных культур к агрометеорологическим и агроклиматическим условиям.** Основные потребности растений, в зависимости от их типа, к условиям. Зерновые, зернобобовые, масличные, овощные, плодово-ягодные культуры. Корнеплоды и клубнеплоды. Пастбищная (луговая и степная) растительность. Этапы, фазы, периоды роста и формирования органов в онтогенеза в зависимости от агрометеорологических условий. Возможности регуляции продуктивности растений и прогноза урожая на различных этапах органогенеза.

**Тема 9. Экспериментальные и теоретические исследования в агрофитометеорологии и агрофитоклиматологии.** Фитотроны и замкнутые камеры как экспериментальная база получения информации о действии регулируемых (стабилизируемых, изменяемых по программе) факторов (интенсивность ФАР, доза, суточный ход, концентрация CO<sub>2</sub>, температура воздуха днем и ночью, роль градиентов температур, корневое питание – в почвенной среде, гидро- и аэропоники).

Искусственные источники лучистой энергии как фактор улучшения радиационного режима в естественных условиях (в целях селекции, продукционного процесса) и в условиях закрытого грунта. Использование теплиц и фитотронов для экспериментального изучения и моделирования роли отдельных факторов. Перспективы.

Использование методов экспериментальных биологических наук для детализации «точек» специфического воздействия факторов среды на рост и формирование продукции. Экспериментальные воздействия на АФЦ, его водный и радиационный режимы в природной обстановке (плотность посева, сроки сева, изменение облученности затенителями неселективного и селективного типа, формирование кроны куста и дерева, характер размещения растений на единице площади земли, системы искусственного орошения и т.д.).

Программирование урожая на основе моделирования и практическая коррекция ростовых процессов. Математическое моделирование различных блоков производственного процесса. Проверка моделей.

**Тема 10. Агроклиматические ресурсы и агроклиматическое районирование.** Методы оценки. Агрометеоклиматическая информация и требования к ней. Агроклиматические аналоги. Климатическое обоснование размещения и интродукция с.-х. культур. Производственные возможности исходных и вновь селективируемых культур. Значение качества урожая.

**Тема 11. Агрометеорологические и агроклиматические прогнозы.** Биологический контроль за ростом и развитием растений. Возможности интерполяции. Текущая метеоинформация, её соответствие климатическим нормам условий роста АФЦ. Прогноз погоды и оценка климатических изменений (отклонений от среднегодовых значений) как основа прогноза производственного процесса. Прогноз продуктивности на основе оценки биологического состояния агрофитоценоза. Представления о различных методах прогноза состояния и развития АФЦ.

**Тема 12. Современное агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства.** Основные формы, виды, содержание агрометеорологической информации. Агрометеослужба, агрометеостанции, агрометеорологические и агроклиматические бюллетени. Справочники (общие, региональные, факторные), карты, атласы. Космическая агрометеорология и агроклиматология.

#### *План проведения семинаров*

1. Агрометеоклиматология: наука или симбиоз метеоклиматологии, биологии, почвоведения, агротехники?
2. Обсуждение возможностей «управления» производственным процессом с/х культур.
3. Обсуждение основ прогнозирования урожайности яровых и озимых культур.
4. Проблемы получения и использования наземной и спутниковой информации для оценки состояния посевов с/х культур.
5. Обсуждение влияния погодно-климатических условий на качество биологической продукции: возможности его регуляции.
6. Обсуждение почвы как метеоклиматического фактора производственного процесса.
7. Опасные погодно-климатические явления и их влияние на производственный процесс.
8. Доклады студентов по темам рефератов (с презентацией).

#### **7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):**

Текущая аттестация. Реферат и доклад с презентацией

#### *Примерный перечень тем для рефератов*

1. Агрометеорологические ресурсы.
2. Агрометеорологические прогнозы.
3. Ветер и его роль в производственном процессе.

4. Потенциальная и реальная продуктивность агрофитоценозов.
5. Фотопериодизм и территориально – региональное размещение с.-х. культур.
6. Энергетический баланс растений при различных гидротермических условиях.
7. Урожай озимых злаков.
8. Погода, климат и качество урожая.
9. «Биологические часы», рост и продуктивность растений.
10. Лесополосы и урожаи полевых культур.

*Примерный перечень вопросов для зачета*

1. Агрометеорология как наука.
2. Агрофитоценоз и его виды.
3. Факторы продуктивности фитоценоза.
4. Энергетический баланс агрофитоценоза.
5. Фотосинтез и эффективность использования ФАР.
6. Водно-тепловой режим растений.
7. Термические ресурсы растений.
8. Продуктивные ресурсы ФАР.
9. Потенциальная и реальная продуктивность агрофитоценоза.
10. Климатические ресурсы и районирование с.-х. культур.
11. Морозо- и засухоустойчивость растений.
12. Экспериментальные исследования в агроклиматологии.
13. Агрометеорологические прогнозы.
14. Математическое моделирование продукционного процесса.
15. Программирование урожая.
16. Глобальное потепление и прогноз продуктивности агрофитоценозов.

**Шкала и критерии оценивания**

Оценка РО несоответствующие виды оценочных средств	<b>Незачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания

<b>Умения</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

## 8. Ресурсное обеспечение:

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

*Основная литература:*

1. Грингоф И.Г., Клещенко А.Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 1. Обнинск, ФГБК «ВНИИГМИ-МЦД», 2011
2. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. СПб., Гидрометеиздат, 2005.

*Дополнительная литература:*

1. Агроклиматический атлас мира. М.-Л., Гидрометеиздат, 1972.
2. Куперман Ф.М., Чирков Ю.И. Биологический контроль за развитием растений на метеорологических станциях. Л., Гидрометеиздат, 1970.
3. Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М., Высшая школа, 2006.
4. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л., Гидрометеиздат, 1975.
5. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. Л., Гидрометеиздат, 1984.
6. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л., Гидрометеиздат, 1984.
7. Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии. Л., Гидрометеиздат, 1988.
8. Шатилов И.С, Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические, агротехнические основы моделирования урожая. Л., Гидрометеиздат, 1980.
9. Шульгин И.А. Лучистая энергия и энергетический баланс растений. М., Альтекс, 2004.
10. Шульгин И.А. Солнечные лучи в зеленом растении. М., Изд-во «ООО ПКЦ Альтекс», 2009

- **Перечень лицензионного программного обеспечения**

Не требуется

- **Перечень нелицензионного программного обеспечения**

Программное обеспечение для редактирования текстов, иллюстраций, подготовки презентаций и их демонстрации (Word, Excel, Paint 3D, PowerPoint)

- **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

- реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)**

поисковая система научной информации [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

электронная база научных публикаций [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)

<http://www.mnr.gov.ru> – официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ;

<http://www.ipcc-data.org> – международный центр распределения данных;

<http://meteoinfo.ru> - официальный сайт Гидрометцентра России;

[www.agromet.ru](http://www.agromet.ru) – официальный сайт Всероссийского НИИ сельскохозяйственной метеорологии;

[www.mcx.ru](http://www.mcx.ru) – официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ;

[www.cnsnb.ru](http://www.cnsnb.ru) – официальный сайт Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки Россельхозакадемии.

[www.meteo.ru](http://www.meteo.ru) – официальный сайт ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных»

- **Описание материально-технической базы**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс —Шульгин Игорь Александрович,  
преподаватели: Шульгин Игорь Александрович

11. Разработчики программы: Шульгин Игорь Александрович, д.б.н., профессор, кафедра метеорологии и климатологии