

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Географический факультет

«Утверждено»  
Декан географического факультета,  
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано  
Учебно-методической комиссией  
факультета

«29» ноября 2018г.  
протокол № 10  
*[Handwritten signature]*

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Климатология с основами метеорологии»**

по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»  
уровня высшего образования бакалавриат  
с присвоением квалификации «бакалавр»

***Направленности (профили):***

Гидрология  
Метеорология  
Океанология

Рабочая программа дисциплины 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, реализуемой последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель:** получение основных знаний об атмосфере и происходящих в ней физических и химических процессах, формирующих погоду и климат нашей планеты.

**Задачи:** изучение астрономических, геофизических и географических факторов, определяющих формирование и естественные колебания климата Земли на протяжении её истории, роли антропогенных факторов в современный период.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Климатология с основами метеорологии» включена в модуль «Землеведение» базовой части. Дисциплина обязательная и преподается в первом семестре на 1 курсе. Поскольку курс ориентирован на первый семестр первого курса, то непосредственное применение географии, математики, физики и химии ограничено знаниями средней школы. Запись некоторых выражений с использованием производных, дифференциалов и интегралов имеет чисто иллюстративный характер. С другой стороны, широко применяются результаты компьютерного моделирования, в качестве средства интерпретации используются такие современные понятия, как гидродинамическая неустойчивость, бифуркация, белый и красный шум и др.

В курсе «Климатология с основами метеорологии» рассмотрены вопросы строения атмосферы, классификации и теории климата, основы технологий мониторинга и моделирования, методология прогнозирования погоды и климата, а также климаты будущего. При изложении этих вопросов авторы исходили из тех результатов, которые прошли апробацию и приняты мировым научным сообществом. Некоторые концепции совсем новые, они «введены в обращение» около десяти лет назад. В то же время в курсе лекций нет места спекуляциям и необоснованным рассуждениям. В настоящее время заинтересованному студенту доступен огромный объем информации. Имея это в виду, автор видит цель курса не в том, чтобы максимально собрать все имеющиеся факты и теории, а в том, чтобы дать им правильное освещение, выстроить внутренне непротиворечивую логику, объединить информацию единой методологией.

Данный курс относится к числу фундаментальных, определяющих подготовку специалистов, получающих образование по разным направлениям в области наук о Земле.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Владение базовыми географическими знаниями о планете Земля (общее землеведение, геоморфология с основами геологии, климатология с основами метеорологии, гидрология, биогеография, география почв с основами почвоведения, ландшафтоведение, социально-экономическая география) (ОПК-4.Б, *формируется частично*)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** строение атмосферы, состав атмосферного воздуха, пространственно-временное распределение на Земном шаре метеорологических величин, физические механизмы изменений климата, современные подходы к прогнозу погоды и климата;

**уметь:** иметь представления о климатической системе, взаимоотношении глобального и локальных климатов, процессах климатообразования, системах классификации климатов, изменениях климата в прошлом, закономерностях современного потепления климата, прогнозируемых изменениях климата;

**владеть:** стандартными метеорологическими приборами и навыками простейших метеорологических наблюдений; методами анализа первичной метеорологической информации с использованием ежедневных синоптических карт и спутниковых снимков, информацией, содержащейся в базах данных.



	<b>Промежуточная аттестация</b>				<b>26</b>	<b>экзамен</b>
	<b>Итого</b>		<b>54</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	

## 5. Содержание дисциплины

### *Содержание лекций*

#### **Тема 1. Определение наук «климатология» и «метеорология».**

Климатология и метеорология. Погода и климат. Климатическая система «атмосфера – океан – суша – криосфера – биосфера». Прогноз погоды и климата. Экстремальные гидрометеорологические явления.

#### **Тема 2. Состав и строение атмосферы.**

Атмосфера: состав, плотность, давление, температура. Газовые и аэрозольные примеси в воздухе, озон. Водяной пар в воздухе. Фазовые переходы. Основные слои атмосферы и их особенности. Воздушные массы и фронты.

#### **Тема 3. Радиация в атмосфере.**

Основы теории радиации. Распределение энергии в спектре Солнца. Пропускание радиации и отражение. Суммарная радиация, Альбедо. Светимость Солнца и солнечная активность. Солнечная постоянная. Парниковый эффект. Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс на внешней границе атмосферы.

#### **Тема 4. Термический режим. Тепловой баланс.**

Термический режим. Поток явного тепла. Коэффициент турбулентности. Уравнение теплового баланса деятельного слоя.

#### **Тема 5. Вода в атмосфере. Облака. Осадки.**

Вода в атмосфере. Испарение. Поток скрытого тепла. Облака. Осадки.

#### **Тема 6. Комфортность погоды и климатических условий. Городская климатология.**

Понятие комфортности. Индексы комфортности/дискомфортности погоды и климата. Современные методы моделирования комфорта. Городская климатология. Климатические ресурсы.

#### **Тема 7. Барическое поле и циркуляционные системы атмосферы. Турбулентность.**

Барическое поле и ветер. Порывистость ветра. Турбулентность. Силы, действующие в атмосфере: сила тяжести, сила горизонтального барического градиента, отклоняющая сила вращения Земли, сила трения. Геоострофический ветер, градиентный ветер. Циркуляционные системы атмосферы. Циклоны и антициклоны. Фронты в атмосфере. Условия погоды на фронтах. Общая циркуляция атмосферы. Муссоны. Пассаты. Ураганы. Циклогенез внетропической зоны. Сезонные изменения циркуляции и нерегулярные осцилляции: Северо-Атлантическое колебание, Осцилляция Маддена-Джулиана, Южное колебание. Местные ветры. Бризы. Горно-долинные ветры. Ледниковые ветры. Фен. Бора. Шквалы.

#### **Тема 8. Классификации климатов.** Классификации климатов Алисова, Кеппена и Берга.

Тропические климаты. Климаты внетропических широт.

#### **Тема 9. Моделирование. Прогноз погоды. Реанализ.**

Технология прогнозирования погоды. Моделирование климата. Базы данных реанализа.

#### **Тема 10. История климата Земли в последние ~0.5 млрд. лет. Современное глобальное потепление.**

Расширенное определение понятия климат. Изменение климата на протяжении истории Земли. Климат плейстоцена и голоцена. Астрономическая теория: «Мир 41» и «Мир 100». События

Дансгора – Оэшгера и Хайнрика.

Климат голоцена.

Климат последнего тысячелетия. Климат в последние ~150 лет.

### **Тема 11. Концептуальный подход к пониманию причин изменений климата.**

Примеры изменений, происходящих в климатической системе.

Понятие о динамической системе. Стационарное состояние. Устойчивость/неустойчивость системы: к малым возмущениям, структурная. Бистабильная система. Явление «переброс». Белый и красный шум.

Интерпретация изменений климата с позиции динамики сложных систем.

### **Тема 12. Прогноз климата на 21 век. Парижский протокол. Геоинжиниринг.**

Социально-экономические сценарии и эмиссии парниковых газов. Сценарии SRES, RCP SSP.

Прогноз климата на 21 век.

Прогноз климатически обусловленных природных ресурсов. Киотский и Парижский протоколы.

Геоинжиниринг.

#### *План проведения практических занятий*

Во время семинаров студенты выполняют практические работы по следующим темам.

1. Организация метеорологических наблюдений в России и на земном шаре. Знакомство со структурой метеорологической сети, объемом и сроками метеорологических наблюдений. Ознакомление с работой метеорологической станции.
2. Знакомство с измерениями и выполнение измерений метеорологических величин: атмосферного давления, температуры, влажности воздуха, ветра, облачности, радиации, осадки и снежного покрова.
3. Приземная карта погоды, техника ее составления и анализа. Разновидности приземных карт погоды, проведение изобар, выделение центров циклонов и антициклонов, «поднятие» явлений погоды и проведение атмосферных фронтов.
4. Электронные базы климатических данных. Климатические справочники, атласы. Составление графиков годового хода основных метеорологических элементов и анализ построенных графиков. Исследование межгодовой изменчивости. Исследование особенностей будущего климата (на основе прогностических данных).

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Самостоятельная работа студентов организуется с использованием предлагаемой преподавателем учебной и научной литературы по темам разделов дисциплины.

Самостоятельная работа студентов заключается в проработке материала лекций и выполнению практических заданий.

Учебная внеаудиторная деятельность, выполняемая в часы, отведенные студенту для самостоятельной работы, проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к семинарским занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Самостоятельная работа студентов обеспечена следующими материалами:

- учебно-методическими материалами по основным разделам дисциплины.

#### **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

Отчет по каждому практическому заданию принимается при условии, что студент оформил

работу в соответствии с методическими указаниями, приведенными в соответствующем руководстве. Готовая оформленная работа представляется в письменном виде и содержит схемы приборов, таблицу с результатами измерений и расчетов, анализ результатов, ответы на контрольные вопросы, дающиеся в руководстве для каждого задания.

## **8. Формы и содержание промежуточной аттестации**

Экзамен устный.

При отсутствии у обучающегося отчета по одной или нескольким учебным работам предоставляется возможность выполнить весь объем учебной работы в пределах нормативного времени (до 30 мин. для одного обучающегося), отведенного на прием устного экзамена. При невыполнении указанного условия, учебный план считается невыполненным, обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

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

1. Состав воздуха у земной поверхности и его изменения с высотой. Водяной пар и его распределение в атмосфере.
  2. Внетропические циклоны и антициклоны: возникновение, эволюция, перемещение. Погода в циклонах и антициклонах.
  3. Распределение озона в атмосфере. Стратосферный озон.
  4. Бора, горный ветер и фен: общие черты циркуляционных систем и различия
  5. Температура воздуха, географическое распределение температуры, суточный и годовой ход температуры.
  6. Прогнозируемое состояние климата и окружающей среды в XXI в.
  7. Строение атмосферы: основные слои и их характеристики.
  8. Прямая, рассеянная, суммарная радиация, отраженная и поглощенная радиация.
  9. Атмосферный аэрозоль. Ядра конденсации.
  10. Характеристика климатов экваториального пояса по классификации Б.П.Алисова.
  11. Барометрическая формула. Барическая ступень. Вертикальный барический градиент.
  12. Характеристика климатов тропического пояса по классификации Б.П.Алисова.
  13. Солнечная постоянная. Солнечная постоянная при разном состоянии солнечной активности. Инсоляция на внешней границе атмосферы.
  14. Характеристика климатов умеренного пояса по классификации Б.П.Алисова.
  15. Северо-Атлантическая осцилляция.
  16. Характеристика субэкваториальных климатов по классификации Б.П.Алисова.
- Циркуляционная система муссона Гвинейского залива.
17. Эль-Ниньо Южное колебание
  18. Малый ледниковый период: генезис события и состояние природной среды в эту эпоху
  19. Характеристика субэкваториальных климатов по классификации Б.П.Алисова.
- Циркуляционная система индийского муссона.
20. Теплое событие средневековья: генезис и состояние природной среды в эту эпоху
  21. Распространение радиации в атмосфере: рассеяние и поглощение, уравнение Бу-гера – Ламберта – Бера.
  22. Классификация климатов В.Кеппена: принципы построения.
  23. Излучение земной поверхности, нисходящее излучение атмосферы, парниковый эффект.
  24. Снежный покров, морской лед: их роль в климатической системе. Снеговая линия.
  25. Радиационный баланс земной поверхности и его географическое распределение.
  26. Глобальное потепление и изменения климатически обусловленных природных ресурсов в XX и XXI вв.
  27. Тепловой баланс земной поверхности.
  28. Молодой Дриас: генезис события и состояние природной среды в эту эпоху.
  29. Облака. Облачные системы фронтов. Облака вертикального развития. Грозовая деятельность.
  30. Особенности климата плиоцена («Мир 41») и плейстоцена («Мир 100»)
  31. Баланс сил в горизонтальной плоскости, действующих на воздух в пограничном слое атмосферы. Сходимость/расходимость воздушных течений и вертикальные движения в циклонах и

антициклонах.

32. Глобальное потепление и рост уровня Мирового океана в XX и XXI вв.
33. Турбулентный поток явного тепла у земной поверхности и его географическое распределение.
34. Виды прогнозов погоды. Предел детерминированной предсказуемости и практическая предсказуемость.
35. Испарение от подстилающей поверхности в атмосферу. Транспирация. Поток скрытого тепла у земной поверхности и его географическое распределение.
36. Колебания климата в плейстоцене.
37. Географическое распределение значений годовой амплитуды температуры воздуха. Континентальность климата.
38. Осцилляция Маддена-Джулиана
39. Осадки, их образование, географическое распределение сумм осадков. 40. Принципы прогнозирования климатов будущего. Сценарии SRES и RCP+SSP. 41. Туман, дымка, мгла, смог: условия образования.
42. Технология прогнозирования погоды
43. Скорость и направление ветра. Суточный ход ветра. Порывистость ветра. Турбулентность.
44. Стратегия адаптации к климатическим изменениям и идеи геоинжиниринга для управления глобальным климатом.
45. Силы в горизонтальной плоскости, действующие на воздух в свободной атмосфере. Геострофический ветер.
46. Антропогенная обусловленность и естественные факторы изменений климата XX и XXI вв.
47. Сравнительная характеристика природно-климатических условий голоцена и позднплейстоценовой ледниковой эпохи
48. Циркуляционные системы разного масштаба. От общей циркуляции до мелкомасштабной турбулентности.
49. Воздушные массы и фронты. Фронт и струйное течение.
50. Микроклимат леса, горной территории и большого города.
51. Схема общей циркуляции атмосферы. Сезонный ход системы циркуляции.
52. Характеристика климатов субарктического и субантарктического поясов по классификации Б.П.Алисова.
53. Циклогенез в тропических широтах: волны в атмосфере, депрессии, штормы, ураганы. Погода в урагане (тайфуне).
54. Циклы Дансгора – Оешгера и события Хайнриха.
55. Внетропические циклоны и антициклоны: возникновение, эволюция, перемещение. Погода в циклонах и антициклонах.
56. Характеристика климатов арктического и антарктического поясов по классификации Б.П.Алисова.
57. Пассаты. Пассатная инверсия. Внутритропическая зона конвергенции (ВЗК). Погода зон пассатов и ВЗК.
58. Глобальное потепление и изменения криосферы в XX и XXI вв.
59. Местные ветры: бризы и горно-долинные ветры.
60. Географическое распределение суммарной радиации.
61. Уравнение Шварцшильда
62. Понятие о термическом комфорте населения
63. Циркуляционная система тропического муссона юго-восточной Азии.
64. Климат города. Городской остров тепла.

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

### ***а) основная литература:***

- 1.2 Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии. М., Издательский центр «Академия», 2016



2. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. 5, 6, 7-е изд. перераб. и доп. Изд. МГУ, 2010

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы – профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Геоинформационная система «Метео» (ГИС) Научно-производственного центра (НПЦ) «Мэп Мейкер».

Электронные базы климатической информации

**г) методические указания к практическим и/или творческим работам: варианты индивидуальных заданий и указания по их выполнению**

1. Сорокина В.Н., Суркова В.Н. и др. Руководство к лабораторным занятиям по метеорологии и климатологии. Изд. МГУ, 2011

**ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)**

Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
РО и соответствующие виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устные опросы)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором, экраном, доской для мела или фломастеров, подключение к Интернету.

**Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии географического факультета.**

Председатель учебно-методической комиссии, доцент М.А. Казьмин

**Разработчик:**

Кислов  
Александр Викторович

д.г.н , профессор за-  
ведующий кафедрой

МГУ имени М.В.Ломоносова,  
географический факультет, кафедра  
метеорологии и климатологии

**Эксперт:** Переведенцев  
Юрий Петрович

д.г.н., профессор, заве-  
дующий кафедрой

Казанский федеральный университет,  
Институт экологии и природопользо-  
вания / отделение природопользова-  
ния / кафедра метеорологии, клима-  
тологии и экологии атмосферы