

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» 11 2018 г., пр. №10

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«КЛИМАТОЛОГИЯ»

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

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет**

«Утверждено»

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

_____ 2018 г.

Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« ____ » _____ 2018 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«КЛИМАТОЛОГИЯ»

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

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 **05.03.04 «Гидрометеорология»** (*программы бакалавриата, реализуемой последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© 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

Целями освоения дисциплины «Климатология» являются:

- получение знаний о формировании глобального климата планеты Земля, включая представление об энергетике климатической системы, формировании термического режима, влагооборота, общей циркуляции атмосферы и океана, состояния криосферы, химического состава атмосферы
- получение знаний об особенностях формирования региональных климатов и микроклимата

Для достижения целей необходима реализация следующих *задач*:

Формирование у студентов представлений:

- о пространственных и временных особенностях полей климатических величин;
- о классификациях климата;
- о физических процессах формирования климата;
- об основных проблемах климатологии, подходах и методах их решения.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина является обязательной дисциплиной специализации профиля «Метеорология» и входит в модуль «Климатология» профессионального цикла вариативной части ООП. Она преподается на 3 курсе бакалавриата в 5 и 6 семестрах.

Климатология – синтетическая наука, охватывающая различные аспекты наук о Земле, астрономии, гидромеханики, термодинамики, биогеохимии. Курс базируется на знаниях, полученных после усвоения общегеографических дисциплин на 1 курсе, а также физики, высшей математики, физической метеорологии, химии атмосферы.

Курс «Климатология» является одним из базовых в профессиональной подготовке метеоролога. Он призван дать студентам знания, необходимые для последующего изучения других дисциплин в бакалавриате и магистратуре, а также для работы в различных областях метеорологии после окончания университета.

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:

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Владение 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 (СПК-1.Б, формируется частично)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать – климатообразующие факторы, изменчивость и изменения климата, классификации климатов, климатически обусловленные природные ресурсы и климатически зависимые отрасли экономики; – механизм воздействия климата на экологию человека. Уметь – использовать знания о состоянии климата при решении фундаментальных задач (диагноз современных изменений климата и прогноз климата);

	<p>Владеть</p> <p>– навыками получения информации по климатологии и использования ее в научной деятельности и образовательном процессе, при решении прикладных задач в сфере гидрометеорологического прогнозирования, природопользования, экологии, планирования, безопасности, реализации программ устойчивого развития природно-социально-экономических систем, выполнять климатический анализ.</p>
<p>Владение основами теоретических представлений о механизме формирования современного климатического режима и географии климата для выполнения климатологического анализа (СПК-5.Б, формируется частично)</p>	<p>Знать</p> <p>– механизмы формирования глобального климата и их реализацию в отдельных регионах (в том числе при формировании микроклимата);</p> <p>- климатообразующие факторы, изменчивость и изменения климата, классификации климатов, климатически обусловленные природные ресурсы и климатически зависимые отрасли экономики;</p> <p>– механизм воздействия климата на экологию человека.</p> <p>Уметь</p> <p>– применять знания к широкому спектру прикладных задач (районирование территорий, оценка природных ресурсов и др.);</p> <p>Владеть</p> <p>– методами решения прикладных климатологических задач.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Общая аудиторная нагрузка – 155 часов, в т.ч. лекции – 93 часа и семинары – 62 часа.

Объем самостоятельной работы студентов – 25 академических часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)		СРС	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа			
				лекция	семинар		
1	Введение	5	1	3	2	-	
2	Свойства климатической системы	5	2-5	12	2	-	
3	Классификации климатов	5	6	3	2	-	
4	География климатов внетропических широт	5	7	3	2	-	
5	География климатов тропиков	5	8	3	2	-	
6	Метеорологические поля у земной поверхности	5	9	3	2	-	Контрольная работа по темам 1-6

7	Энергетика климатической системы	5	10-11	6	2	-	
8	Климатология переноса энергии в климатической системе	5	12-18	21	2	-	
9	Составление климатической характеристики конкретной территории	5	1-18	0	20	-	Контроль результатов выполнения практических заданий № 1-7 (см.п.7).
	Промежуточная аттестация					*	Зачет
	Промежуточная аттестация					18**	Экзамен
	ИТОГО, 5 семестр		18	54	36	18	
10	Угловой момент и неравномерность вращения Земли	6	1-4	12	3	-	
11	Метеорологические поля в стратосфере и мезосфере	6	5-8	12	3	-	
12	Изменения климата	6	9-10	6	3	-	Контрольная работа по темам 9-11
13	Климатические особенности Земли и других планет.	6	11-13	9	4	-	
14	Анализ радиационного и теплового баланса для конкретной территории	6	1-13	0	13	-	Контроль результатов выполнения практических заданий № 8-11 (см.п.7)
	Промежуточная аттестация					7**	экзамен
	ИТОГО, 6 семестр		13	39	26		
	Итого			93	62	25	

* Зачет проводится по совокупным итогам контроля результатов выполнения практических заданий

**Самостоятельная работа ведется под контролем преподавателя в рамках часов, отведенных на занятия семинарского типа.

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Определение понятия «климат» и «климатическая система». Источники информации о состоянии климата. Изменение климата. Теория климата. Моделирование климата. Задачи климатологии. История науки.

Тема 2. Свойства климатической системы. Климатообразующие свойства атмосферы, Мирового океана, криосферы, суши. Особенности термического режима. Глобальный круговорот водяного пара и состояние увлажнения, влагосодержание почвы, индекс сухости. Углекислый газ в атмосфере и глобальный цикл углерода. Антропогенно-обусловленный рост содержания CO₂ (и других парниковых газов) в атмосфере. Эффект Зюсса. Среднее состояния и аномалии, изменчивость и изменения климата.

Схема общей циркуляции атмосферы и океана: основные течения, циклогенез, фронты, воздушные массы, циркуляция Хэдди, пассаты и муссоны, Южное колебание, Арктическая осцилляция, декадная изменчивость.

Тема 3. Классификации климатов. Критерии классификаций и сочетание климатических и природных зон в классификациях Б.П. Алисова, В. Кеппена–Г. Треварта, Л.С. Берга, М.И. Будыко –А.А. Григорьева, Р. Холдриджа.

Тема 4. География климатов внетропических широт. Особенности формирования климата внетропических регионов. Дальние связи, режимы, индексы циркуляции. Оценка климатообразующей роли различных факторов при помощи уравнения эволюции завихренности. Климаты умеренного пояса и полярных широт Северного и Южного полушарий. Климаты горных стран внетропических широт.

Тема 5. География климатов тропиков. Особенности формирования тропических климатов. Дальние связи, режимы, индексы циркуляции. Экваториальный и субэкваториальный климаты. Климаты тропического и субтропического пояса. Климаты горных стран тропических широт.

Тема 6. Метеорологические поля у земной поверхности и микроклиматические особенности. Методы обработки многолетней информации о состоянии климата.

Тема 7. Энергетика климатической системы. Радиационный режим планеты Земля. Светимость Солнца. Инсоляция. Парниковый эффект. Альбедный эффект. Радиационный бюджет на внешней границе атмосферы. Соляренный климат.

Тема 8. Климатология переноса энергии в климатической системе. Тепловой баланс климатической системы. Представление о необходимости существования межширотного переноса энергии атмосферными и океаническими движениями.

Бюджет энергии в климатической системе при зональном и глобальном усреднении. Механизм меридионального переноса энергии: роль «средней» циркуляции стационарных и нестационарных вихрей и волн. Эмпирические данные о сезонном цикле тепло-содержания климатической системы, переносах энергии в атмосфере и океанах.

Кинетическая и доступная потенциальная энергии общей циркуляции атмосферы и океана. Цикл Лоренца. Диаграмма энергетического цикла для среднегодовых условий.

Тема 9. Угловой момент и неравномерность вращения Земли. Основные понятия. Источники и стоки углового момента. Два подхода к выводу основного уравнения: угловой момент системы атмосфера - планета и бюджет углового момента атмосферы. Связь вариаций углового момента с сезонными и межгодовыми аномалиями атмосферной циркуляции. Климатические эффекты неравномерности вращения Земли. Нерешенные проблемы.

Тема 10. Метеорологические поля в стратосфере и мезосфере. Влияние физических и химических процессов на их формирование. Термический режим и общая циркуляция стратосферы и мезосферы. Солнечно-атмосферные связи.

Тема 11. Изменения климата. Проявление изменений климата в вариациях состояния окружающей среды. Климаты прошлого. Методы палеоклиматологии.

Понятие «современный климат». Изменения климата в прошлом: климат фанерозоя, климат кайнозойской эры, климат плейстоцена, климат голоцена. Изменения климата за последнюю 1000 лет: средневековое потепление, малая ледниковая эпоха, потепление климата XX века. Изменения климата в современную эпоху. Антропогенные влияния и авто-осцилляции. Прогноз климата XXI века. Математические модели климата и модели Земной системы.

Тема 12. Климатические особенности Земли и других планет. Универсальные особенности планетных атмосфер. Поиск «зон обитания» в звездных системах как задача климатологии.

План проведения семинаров

Семинары проводятся в соответствии с темами разделов дисциплины. В рамках семинаров проводятся контрольные работы по соответствующим разделам.

Часть семинаров посвящена теории и методике выполнения практических заданий по соответствующим темам (см. п.7).

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

Темы практических заданий для зачета

1. Климатологическая обработка метеорологических наблюдений. Климатологические справочники.
2. Температурный режим теплого периода.
3. Режим увлажнения и ветровой режим за теплый период.
4. Температурный режим холодного периода.
5. Характеристика снежного покрова.
6. Составление климатической характеристики конкретной территории.
7. Исследование межгодовой изменчивости основных показателей климата.
8. Картографирование основных климатических показателей.
9. Расчет составляющих радиационного баланса и анализ радиационного режима для конкретной территории.
10. Расчет составляющих теплового баланса для конкретной территории.

Перечень вопросов к контрольным работам

1. Определение понятия «климат».
2. Охарактеризовать климат определенного региона с точки зрения различных классификаций.
3. Перечислить циркуляционные системы, ответственные за генерацию кинетической энергии.
4. Описать связь индексов NAO и AO.
5. Сопоставить меридиональный перенос тепла в Тихом и Атлантическом океанах.
6. Охарактеризовать способы описания статистической структуры климатических полей.
7. Охарактеризовать изменение климата в фанерозое.
8. Охарактеризовать изменение климата в кайнозойской эре.
9. Охарактеризовать изменение климата в плейстоцене.
10. Охарактеризовать изменение климата в голоцене.
11. Охарактеризовать пространственно-временные закономерности потока уходящего длинноволнового излучения на внешней границе атмосферы.

12. Охарактеризовать пространственно-временные закономерности планетарного альбедо.
13. Охарактеризовать источники и стоки углового момента.
14. Вывести основные уравнения (бюджета энергии, бюджета углового момента).
15. Охарактеризовать цикл Лоренца.
16. Охарактеризовать изменчивость климата в современную эпоху.
17. Охарактеризовать механизмы атмосферных дальних связей и режимов циркуляции.
18. Охарактеризовать термический режим и общую циркуляцию стратосферы и мезосферы.
19. Перечислить механизмы влияния солнечной активности на климат.
20. Охарактеризовать климатические особенности других планет.
21. Привести основные характеристики современных моделей климата и моделей Земной системы.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Зачет в 5 семестре ставится по итогам выполнения практических заданий (п.7)

Экзамен устный в 5 и 6 семестре проводится по результатам текущего контроля успеваемости.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Понятие «климат», «глобальный климат», «климатическая система».
2. Географическое распределение температуры, осадков, испарения и влажности воздуха в атмосфере
3. Эмпирические представления об общей циркуляции атмосферы
4. Географическое распределение температуры и солености вод Мирового океана
5. Радиационный баланс на ВГА: географическое распределение и годовой ход
6. Соляриный климат: географическое распределение и годовой ход
7. Уходящее длинноволновое излучение: географическое распределение и годовой ход
8. Тепловой баланс деятельного слоя земной поверхности: географическое распределение составляющих теплового баланса и годовой ход
9. Принципы построения классификации климатов Б.П.Алисова
10. Принципы построения классификации климатов В.Кеппена
11. Принципы построения классификации климатов Л.С.Берга
12. Принципы построения классификации климатов М.И.Будыко-А.А.Григорьева, Л.Холриджа
13. Климат экваториальной области с точки зрения разных классификаций
14. Климат тропиков с точки зрения разных классификаций
15. Климат субтропиков с точки зрения разных классификаций
16. Климат умеренной зоны с точки зрения разных классификаций
17. Климат полярных областей с точки зрения разных классификаций
18. Роль подстилающей поверхности и общей циркуляции атмосферы в азональности географии климатов
19. Сезонно-широтные вариации теплосодержания деятельного слоя Мирового океана.
20. Уравнение бюджета внутренней энергии в атмосфере
21. Уравнение бюджета кинетической и потенциальной энергии в атмосфере
22. Уравнение бюджета скрытого тепла в атмосфере
23. Закономерности распределения полной энергии в климатической системе
24. Климатология переноса энергии в атмосфере

25. Климатология переноса энергии в океанах и Мировом океане
26. Уравнение бюджета внутренней энергии в атмосфере
27. Уравнение бюджета кинетической и потенциальной энергии в атмосфере
28. Уравнение бюджета скрытого тепла в атмосфере
29. Уравнение бюджета полной энергии климатической системы
30. Климатология переноса энергии в атмосфере
31. Сезонно-широтные вариации теплосодержания деятельного слоя Мирового океана.
32. Климатология переноса энергии в океанах и Мировом океане
33. Формирование общей циркуляции атмосферы с точки зрения бюджета углового момента в атмосфере
34. Климатология переноса углового момента в атмосфере
35. Бюджет углового момента в океане.
36. Бюджет углового момента в атмосфере, нестабильность вращения Земли, климатические эффекты
37. Доступная потенциальная энергия общей циркуляции атмосферы
38. Кинетическая энергия общей циркуляции атмосферы
39. Цикл Лоренца
40. Особенности термического режима и общей циркуляции стратосферы и мезосферы. Связь с тропосферными процессами.
41. Механизмы прямого и косвенного влияния солнечной активности на климат.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

3 и 4 семестр (экзамен)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: контрольные задания)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: 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
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: 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

3 семестр (зачет)

Оценка РО и	Незачет	Зачет
-------------	----------------	--------------

соответствующие виды оценочных средств		
Знания (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	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 не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	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

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Кислов А.В. Климатология : учебник / А.В. Кислов, Г.В. Суркова. – 3-е изд. доп. – М. : ИНФРА-М, 2016. 324 с.

б) дополнительная литература:

Исаев А.А. Экологическая климатология. М., «Научный Мир», 2003. 472 с.

Кобышева Н.В. и др. Климат России. Спб., Гидрометеиздат, 2001. 656 с.

Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М., МГУ, 2006. 584 с.

Hartmann D.L. Global Physical Climatology. San Diego. Academic Press. 1994. 424 p.

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

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (климатические данные, циркуляционные индексы и др.)

<http://www.wmo.ch> (сайт Всемирной метеорологической организации)

<http://www.ipcc.ch> (сайт межправительственной группы экспертов по проблеме изменений климата, содержащий разнообразные сведения о состоянии климата, его изменениях, мерах по смягчению последствий)

<http://rims.unh.edu> (данные по Арктике)

<http://cdiac.esd.ornl.gov> (изменение концентраций CO₂)

<http://meteoinfo.ru> (сайт Гидрометцентра РФ: текущая погода, прогнозы разной заблаговременности))

<http://wetterzentrale.de> (данные о текущей погоде, архив данных, прогнозы)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

тесты контроля усвоенных знаний по дисциплине

1. Перечислить основные климатические события за последние 1000 лет.

2. Назвать механизмы антропогенного влияния на климат.
3. Что такое солярный климат?
4. Какие механизмы ответственны за перенос углового момента в атмосфере?
5. Какие механизмы обеспечивают связь стратосферных и тропосферных процессов?

Программа одобрена на заседании кафедры метеорологии и климатологии
Протокол № 632 от 20 ноября 2018 г.

Зав. кафедрой метеорологии и климатологии
д.г.н., профессор

_____ А.В. Кислов
подпись

Разработчик(и):

А.В. Кислов

заведующий кафедрой
метеорологии и климатологии,
д.г.н., профессор

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

Г.В. Суркова

д.г.н., доцент

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

Эксперт:

Л.И.Алексеева

к.г.н., с.н.с., доцент

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