

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

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ГОРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ**

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки:
05.04.02 «География»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Криолитология и гляциология»

Форма обучения:
очная

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

Москва 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 «География» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

ОС МГУ утверждены решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова (приказ по МГУ № 1383 от 30 декабря 2020 года).

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, полученных на занятиях на I-III курсах по следующим дисциплинам: «высшая математика с основами математического анализа», «общая физика», «статистика», «введение в физическую географию», «климатология с основами метеорологии», «гидрология суши», «основы гляциологии», а также знаниях и навыках, полученных на учебных и производственных практиках второго и третьего курсов.

Изучение дисциплины необходимо для освоения последующих дисциплин «Эволюционная гляциология», «Инженерная гляциология», «Ледниковые районы мира», «Геоэкология криолитозоны».

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>СПК-4. <i>(формируется частично)</i> способность выявить физические механизмы формирования аномалий баланса массы горных ледников и возникновения опасных гляциальных явлений в горных районах, владеть знания о методах анализа и прогноза опасных явлений погоды в горных районах, уметь интерпретировать результаты гидрометеорологических расчетов в горных районах, а также пользоваться данными глобальных атмосферных моделей и реанализов в качестве начальных данных для моделей ледников, лавин и селевых потоков.</p>	<p>СПК-4.1 Применяет теоретические и знания и практические навыки в научной и практической деятельности</p>	<p>Знать: Особенности пространственно-временного распределения метеорологических и климатических полей в горных регионах, о метеорологических факторах, определяющих вариации баланса массы горных ледников, а также лавинную и селевую опасность; об изменении климата в высокогорных районах мира и регионального отклика горной криосферы на эти изменения; .</p> <p>Уметь: Анализировать селеопасные и лавиноопасные метеорологические условия по данным метеостанций Росгидромета, мезомасштабных метеорологических моделей и реанализов, выполнять количественные оценки компонент баланса массы горных ледников, определяемых метеорологическими величинами, в том числе в условиях меняющегося климата</p> <p>Владеть: простейшими технологиями доступа к данным атмосферных моделей, в том числе реанализов; простейшими статистическими методами обработки метеорологической информации по горным территориям</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 44 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 28 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	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Всего	
Тема 1. Введение	4	2	0			2	0		2	
Тема 2.	10	6	2			8	2		2	
Текущая аттестация 1: тест	4	0	2			2	2		2	
Тема 3.	6	2	2			4	2		2	
Тема 4	8	2	2			4	4		4	
Тема 5.	4	2	0			2	2		2	
Тема 6.	10	4	2			6	4		4	
Текущая аттестация №2. Доклад с презентацией	8	0	4			4	4		4	
Тема 7	9	3	2			5	4		4	
Текущая аттестация 2: защита реферата	6	0	2			2		4	4	
Промежуточная аттестация экзамен	3	<i>Зачет</i>						3		
Итого	72	44						28		

Содержание лекций, семинаров дисциплины «Горная метеорология».

План и темы проведения семинаров:
Программа лекционного курса.

Тема 1. Введение.

Исторические сведения о становлении и развитии «альпийской метеорологии». Предмет и объект, цели и задачи. Горные ледники и горные ландшафты как индикаторы региональных изменений климата.

Тема 2. Общие сведения о физических свойствах атмосферы Земли.

Состав и строение атмосферы. Воздух, как смесь идеальных газов. Общие сведения о радиационном режиме атмосферы и системы «Земля-атмосфера». Основы термодинамики атмосферы, и уравнение притока тепла. Вода в атмосфере: испарение, конденсация, осадки. Уравнение баланса водяного пара. Общие сведения о динамике атмосферы. Атмосферная циркуляция от глобальных до мезомасштабных процессов. Климаты Земли и существующие климатические классификации.

Тема 4. Анализ метеорологических измерений в горных районах.

Методические особенности метеорологических и актинометрических измерений. Радиационный режим высокогорных областей Земли и горных ледников по данным измерений. Температура, влагосодержание, осадки высокогорных областей Земли по данным измерений. Условия крупномасштабной циркуляции в различных высокогорных районах мира. Интерпретация результатов высокогорных измерений на основе анализа функций спектральной плотности, эмпирических функций распределения и их параметров, пространственных корреляционных функций.

Тема 5. Мезомасштабные атмосферные процессы в горах на основе данных наблюдений и численного моделирования.

Примеры мезомасштабных явлений, с которыми связаны опасных явлений погоды. Фены и «падающие циркуляции». Горно-долинная циркуляция и склоновый ветер. Влияние мезомасштабных циркуляций на баланс массы горных ледников. Орографические осадки и методы их оценки. Влияние барьерного эффекта на баланс массы горных ледников и возникновения опасных гляциологических явлений.

Тема 6. Физические механизмы формирования баланса массы горных ледников. Основы гляцио-климатологии.

Уравнение баланса массы горного ледника. Уравнение теплового баланса ледников «альпийского» типа и «холодных» ледников. Особенности радиационного режима горных ледников. Распределение коротковолновой радиации по поверхности. Потоки длинноволновой радиации. Альбедные эффекты. Оценки турбулентного тепло- и влагообмена методом «балк-формул», Мони́на-Обухова и турбулентных пульсаций. Физические механизмы вариаций баланса массы в основных горно-ледниковых районах мира.

Тема 7. Климат высокогорных районов Земного шара и его изменения по данным наблюдений и численного моделирования..

Динамика температуры, влагосодержания, компонент радиационного баланса и осадков по данным измерений в основных горно-ледниковых районах мира. Изменения горного климата по данным реанализов и его статистические оценки. Некоторые сведения о динамике высокогорного климата в последние сотни лет на основе анализа ледниковых кернов. Оценка возможных изменений высокогорного климата на основе сценариев IPCC.

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

Текущая аттестация №1. Тест
Текущая аттестация №2. Доклад с презентацией
Текущая аттестация №3. Защита реферата

Примерный перечень тем для докладов и рефератов

- Сравнительная характеристика радиационного режима ледников северного и южного макро-склонов Кавказа
- Особенности пространственного распределения годовых и сезонных осадков в горных районах Кавказа, Алтая и Камчатки
- Межгодовая изменчивость компонент теплового баланса ледников Джанкуат и Гарабаши на Кавказе
- Сравнительная характеристика компонент баланса массы и теплового баланса ледников арктических архипелагов и Камчатки.
- Влияние фёновых циркуляций на тепловой баланс горных ледников
- Методы оценки орографической компоненты осадков в горах
- Общие особенности теплового баланса и баланса массы ледников основных горно-ледниковых районов мира
- Сравнительная характеристика аномалий баланса массы ледников основных горно-ледниковых районов мира в условиях меняющегося климата
- Анализ синоптической ситуации выбранного случая катастрофических лавин на Кавказе или в Альпах
- Анализ синоптической ситуации выбранного случая катастрофического селя на Кавказе или любом другом горно-ледниковом районе планеты.

Примерный перечень вопросов для зачета

(2 вопроса в одном билете)

1. Основные физические свойства атмосферного воздуха. Метеорологические величины.
2. Состав и строение атмосферы. Распределение основных метеорологических величин с высотой.
3. Солнечная радиация. Радиационный режим атмосферы.
4. Радиационный баланс системы «Земля-атмосфера» и подстилающей поверхности. Радиационный режим горного ледника.
5. Тепловой режим атмосферы. Уравнение притока тепла.
6. Водный режим атмосферы и уравнение баланса водяного пара.
7. Основные особенности атмосферной циркуляции Земли.
8. Климаты Земли. Классификация климатов. Количественные характеристики климата.
9. Метеорологические наблюдения в горах. Простейшая статистическая обработка данных наблюдений.
10. Общие особенности радиационного и температурно-влажностного режима. Отличия в различных высокогорных районах мира.
11. Крупномасштабные и синоптические процессы в основных высокогорных районах мира.
12. Мезомасштабные циркуляции в горах и их влияние на тепловой баланс горных ледников.
13. Уравнение теплового баланса горного ледника.
14. Методы расчета турбулентных потоков тепла, влаги и импульса над ледовой поверхностью.
15. Анализ уравнения теплового баланса ледников в различных высокогорных районах мира.
16. Орографические осадки. Распределение осадков с высотой в различных горно-ледниковых районах мира.
17. Метеорологические условия формирования катастрофических лавин и селей в горных районах.
18. Вариации горного климата по натурным данным и результатам моделирования. Изменение

границы питания.

19. Климат высокогорных областей в прошлом, настоящем и будущем.

20. Моделирование реакции горного ледника на изменения климата

Шкала и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *зачет* (устный).

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	Отсутствие знаний или фрагментарные знания	Сформированные систематические знания, или общие не до конца структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений, или фрагментарные умения	Успешное и систематическое умение, допускаются отдельные пробелы и неточности непринципиального характера
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие навыков, или Наличие отдельных и нестабильных навыков	В целом сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач, допускается использование не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

А) Рекомендуемая классическая литература по горной метеорологии:

Барри Р. Г. Погода и климат в горах 1984

Кислов А.В. «Климатология с основами метеорологии», 2016, изд-во «Академия, Москва»

Кислов А.В. «Климат в прошлом, настоящем и будущем», 2001, «Наука-Интерпериодика»

Матвеев Л.Т. Физика атмосферы 1984

Хромов С.П., Петросяну М.А., Общая метеорология, 2005

Barry R.G. Mountain weather and climate. London: Cambridge University Press, 2008. 505 p.

Б) Дополнительная литература

Вельтищев Н.Ф., Степаненко В. М. Мезометеорология // МГУ, 2005.

Гилл. А. Динамика атмосферы и океана. Л: Гидрометеиздат, 1986.

Durrant D. R. Downslope winds. // Cambridge, 2002

Markowski P., Richardson Y. Mesoscale meteorology in midlatitudes. – John Wiley & Sons, 2011.

Oerlemans J., The microclimate of Valley Glaciers. // Switzerland, 2009.

Oerlemans J. Minimal glacier models. Igitur, Utrecht Publishing & Archiving Services, Universiteitsbibliotheek Utrecht. 2008. ISBN 978-90-6701-022-1.

В) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- Перечень нелицензионного программного обеспечения
 - Word, Excel, Paint 3D, PowerPoint.

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
 - реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
 - профессиональная синоптическая база данных «Гисметео», доступ которой имеется у кафедры метеорологии и климатологии
Географического факультета МГУ

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 - поисковая система научной информации www.scopus.com
 - электронная база научных публикаций www.webofscience.com
 - дистанционные учебные курсы MetEd, разработанные UCAR (University Corporation for Atmospheric Research, USA)
<https://www.meted.ucar.edu>
 - руководство по спутниковой метеорологии ZAMG (Центральный институт Метеорологии и Геодинамики, Австрия)
<http://www.zamg.ac.at/docu/Manual/SatManu/main.htm>
<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/overview/index.html> (большой портал гидрометеорологических данных, в том числе спутниковых изображений)

- Описание материально-технической базы
Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным проектором
Доступ к суперкомпьютерам «Ломоносов» (НИВЦ МГУ) и «Декарт» (кафедра океанологии Географического факультета МГУ) для реализации учебных численных экспериментов

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственная за курс — к.г.н. доцент кафедры метеорологии и климатологии Торопов Павел Алексеевич

11. Разработчики программы: Торопов Павел Алексеевич, к.г.н. доцент кафедры метеорологии и климатологии.