

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

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

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КРИОСФЕРЫ**

---

**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 № 12, дата 8 декабря 2021 г.)

Москва 2021

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 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 г.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по Геоморфологии с основами геологии, Общее землеведение, Климатология с основами метеорологии, Основы мерзлотоведения и гляциологии, Снежный покров Земли, Гляциологии, Ледниковые районы мира, Ледниковые районы России, Внешний массоэнергообмен ледников, Географическое районирование.

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>МПК-1 (<i>формируется частично</i>) Владеет знаниями о закономерностях эволюции криосферы во времени и пространстве, способен анализировать и сопоставлять данные, полученные с помощью различных методов исследований для палеореконструкций для решения теоретических и прикладных задач.</p> <p>А разве не МПК?</p>	<p>Применяет теоретические концепции эволюции криосферы в научной и практической деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- спектр основных современных проблем, связанных с исследованиями криосферы и закономерностями её эволюции во времени и пространстве, главные тенденции и методы таких исследований;</li><li>- основные нерешенные вопросы в этой области, генеральные направления методических разработок и интеграции с другими отраслями наук о Земле.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- дать комплексную характеристику локальных, региональных и глобальных проблем, связанных с функционированием элементов криосферы, их взаимодействия между собой, и их возможных изменений с учетом изменений климатической системы на основе материалов курса и опубликованной литературы;</li><li>- проводить самостоятельный научный анализ и давать квалифицированную оценку современных работ в области криосферных исследований.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками быстрого ориентирования в современной криосферной проблематике, оперативного извлечения, сопоставления и критического анализа методов и результатов в широком спектре работ по исследованиям криосферы.</li></ul>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся 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 (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Всего
Тема 1.	<b>2</b>		2			<b>2</b>			
Тема 2.	<b>3</b>		2			<b>2</b>	1		<b>1</b>
Тема 3.	<b>3</b>		2			<b>2</b>	1		<b>1</b>
Тема 4.	<b>6</b>		4			<b>4</b>	2		<b>2</b>
Тема 5.	<b>6</b>		4			<b>4</b>	2		<b>2</b>
Текущая аттестация 1: устный опрос	<b>2</b>		2			<b>2</b>			
Тема 6.	<b>6</b>		4			<b>4</b>	2		<b>2</b>

Тема 7.	<b>5</b>		4			<b>4</b>	1		<b>1</b>	
Тема 8.	<b>3</b>		2			<b>2</b>	1		<b>1</b>	
Тема 9.	<b>5</b>		2			<b>2</b>	1		<b>3</b>	
Тема 10.	<b>7</b>		2			<b>4</b>	1		<b>3</b>	
Текущая аттестация 2: защита реферата	<b>8</b>		2			<b>4</b>		4	<b>4</b>	
Промежуточная аттестация экзамен	<b>16</b>	<i>Устный экзамен</i>					<b>16</b>			
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>36</b>					<b>36</b>			

### Содержание семинаров

**Тема 1. Взаимодействие криосферы с климатом и океаном.** Понятие криосферы. Нивально-гляциальные системы. Типы оледенения Земли. Общие свойства снега и льда. Запасы льда в ледниках и их вклад в изменение уровня моря. Взаимодействие оледенения, атмосферы и океана в условиях изменяющегося климата. Современные проекты исследований. Количественная оценка воздействия климатических колебаний и изменений на компоненты криосферы, влияния криосферы на климат, стабильность криосферы Земли.

**Тема 2. Современные изменения оледенения Земли.** Климатические условия существования ледников и ледниковых покровов. Поля характеристик ледниковых систем. Климатическая чувствительность и время отклика ледников. География, факторы и тренды изменений ледников.

**Тема 3. Баланс массы ледников и ледниковых покровов Земли.** Баланс массы криосферы и современные методы его оценки. Составляющие баланса массы ледников. Изменения баланса ледников во времени, периодичность этих изменений. Региональные и локальные особенности баланса массы ледников. Косвенные показатели баланса массы.

**Тема 4. Льды морских и пресноводных водоемов.** Условия образования морских, озерных и речных льдов. Их классификации. Современное состояние, изменчивость и дрейф льдов в Северном Ледовитом и Южном океанах. Ледовитость, толщина и возраст морских льдов. Циркуляция вод, синоптический режим, климатические индексы и изменения льдов.

**Тема 5. Неустойчивость и пульсации ледников.** Возможные механизмы подвижек ледников. Подвижки покровных и горных ледников. Периодичность подвижек ледников. Основные черты и распространение ледниковых пульсаций.

**Тема 6. Вода в ледниках и подледниковые озера.** Внешние и внутренние источники тепла и воды в ледниках. Движение воды в ледниках. Типы дренажных систем. Озера пресной воды под ледниковыми щитами Антарктиды, их происхождение, динамика, и распространение.

**Тема 7. Снежный покров Земли.** Особенности снежного покрова и разных типов льдов в областях с различными климатами. Глобальные, региональные и локальные особенности пространственного распределения снежного покрова. Факторы колебания снежности в горах и на равнинах. Современные методы и тенденции в исследованиях снежного покрова.

**Тема 8. Шельфовые ледники Арктики и Антарктиды.** Распространение и особенности шельфовых ледников. Тепломассообмен шельфовых ледников. Факторы, влияющие на их возникновение, существование, устойчивость. Строение водных масс вблизи и под шельфовыми ледниками. Взаимодействие шельфовых ледников с выводными ледниками и ледяными потоками.

**Тема 9. Гляциологические границы в криосфере.** Типы гляциологических границ на горных ледниках, снежном и ледяном покровах, шельфовых ледниках. Методы их обнаружения. Их индикационная значимость. Зоны льдообразования. Области промачивания снега и фирна.

**Тема 10. Дистанционные исследования криосферы**

Физико-механические, оптические, акустические, электрические и другие свойства льда. Современные космические, воздушные и наземные системы мониторинга криосферы.

Защита рефератов. Доклады студентов по темам рефератов (с презентацией).

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

Текущая аттестация №1. Устный опрос

Текущая аттестация №2. Защита реферата

### *Примерные вопросы устного опроса по темам 1-5*

1. Каким образом компоненты криосферы взаимодействуют с климатом и океаном?
2. Что такое время отклика ледников, как его можно оценить?
3. Как определяют баланс массы ледниковых покровов?
4. Какие процессы характерны для речных и озерных льдов, их особенности?
5. Как исследуют движение ледников?

### *Примерный перечень тем для рефератов*

1. Айсберги как элемент взаимодействия криосферы с климатом и океаном.
2. Изменения формы и внутреннего строения ледников в современных условиях.

3. Главные преимущества и недостатки современных методов оценки баланса массы ледниковых покровов.
4. Современные тенденции изменений морских льдов в полярных районах и возможные сценарии их эволюции.
5. Скорости движения ледников – суточные, сезонные и многолетние колебания.
6. Основные особенности движения вод под ледниками и ледниковыми покровами.
7. Изменения характеристик снежного покрова Западного и Восточного полушарий в последние десятилетия – общие черты и различия.
8. Разрушение шельфовых ледников Антарктического полуострова: современные факты и их интерпретация.
9. Реакция криосферы на климатические изменения: главные индикаторы и современные тренды
10. Дистанционные исследования Гренландского ледникового покрова для оценки вклада климата и динамических процессов в его изменения

*Примерный перечень вопросов для экзамена*

1. Проблемы взаимодействия криосферы, климата и океана.
2. Как именно взаимодействие криосферы, климата и океана проявляется в особенностях формирования, строения и изменений выводных и шельфовых ледников?
3. Проблемы исследований современных изменений ледников.
4. Какие современные методы используют для исследований изменений и движения ледников, какие есть перспективы в развитии этих методов? Какие основные результаты получены за последние два года?
5. Проблемы оценки составляющих баланса массы ледников и ледниковых покровов.
6. Какими методами определяют баланс массы ледниковых покровов и какие преимущества, и недостатки есть у этих методов? Какие есть современные оценки баланса массы оледенения Земли? Что такое динамическая составляющая баланса массы ледников, с помощью каких дистанционных методов её измеряют? Что такое время отклика ледников, как его можно оценить?
7. Проблемы изменений морских, речных и озерных льдов, их будущего состояния, роли в тепломассообмене.
8. Какие конкретные характеристики используют для оценки состояния и изменений плавучих льдов, какими методами их получают, как эти характеристики менялись в последние десятилетия, и какие есть сценарии их будущего?
9. Проблемы распространения и причин пульсирующих ледников.
10. Какие есть признаки динамической неустойчивости ледников, какие есть современные представления о механизмах возникновения и развития подвижек ледников?
11. Проблемы происхождения, распространения и динамики воды в ледниках и подледниковых озерах.

12. Как определяют содержание воды в ледниках, как она движется по его ложу, какие есть режимы подледникового стока, чем отличается распространение и динамика воды в Антарктическом и Гренландском ледниковых покровах?
13. Проблема современного состояния, изменчивости и прогноза снежного покрова
14. Какие конкретные характеристики используют для оценки состояния и изменений снежного покрова, какими методами их получают, как эти характеристики менялись в последние десятилетия, и какие есть сценарии их будущего?
15. Проблема устойчивости и разрушения шельфовых ледников.
16. Какими особенностями обладают шельфовые ледники Арктики и Антарктиды? Что показали последние исследования шельфовых ледников Антарктического полуострова? Что такое гляциальные шельфы, какие подводные формы рельефа там обнаруживаются?
17. Проблема гляциологических границ: их установления, значения для исследования динамики криосферы.
18. Какие гляциологические характеристики есть сейчас международных базах данных, как их используют для исследований динамики криосферы и её моделирования, какие важные последние результаты были получены?
19. Проблемы оценки состояния и динамики криосферы с помощью дистанционных методов.
20. Какие наземные наблюдения необходимы для успешного применения дистанционных методов для изучения криосферы? Где, как и с каким результатом используют сейчас БПЛА и АНПА (беспилотные летательные аппараты и автономные подводные аппараты) в исследованиях криосферы? Какие есть возможные перспективы развития этого направления и интеграции с другими дистанционными методами?

### Шкала и критерии оценивания

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

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	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	Успешное и систематическое умение

			характера)	
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)(виды оценочных средств: практические контрольные задания)</b>	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

##### *Основная литература:*

1. Оледенение Северной Евразии в недавнем прошлом и ближайшем будущем. Под ред. В.М. Котлякова. –М.: Наука, 2007.
2. Оледенение Северной и Центральной Евразии в современную эпоху. Под ред. В.М. Котлякова. –М.: Наука, 2006.
3. Barry R., Thian Yew Gan. The Global Cryosphere: Past, Present and Future. - Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
4. Marshall Sh. J. The Cryosphere. –Princeton: Princeton University Press, 2011.
5. Cuffey K.M., Paterson W. S. B. The Physics of Glaciers. –Oxford: Elsevier, 2010.

##### *Дополнительная литература:*

1. Алексеев В.Р. Наледи и наледные процессы (вопросы терминологии и классификации и классификации). –Новосибирск: Наука, 1978.
2. Гляциологический словарь. Под ред. Котлякова В.М. –Л.: Гидрометеиздат, 1978.
3. Голубев Г.Н. Гидрология ледников. –Л.: Гидрометеиздат, 1976.

4. Зотиков И.А. Теплофизика ледниковых покровов. –Л.: Гидрометеиздат, 1982.
5. Котляков В.М. Избранные сочинения в шести книгах. –М.: Наука, 2000-2003.
6. Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1982.
7. Патерсон У.С.Б. Физика ледников. –М.: Мир, 1984.
8. Шумский П.А. Основы структурного ледоведения. –М.: АН СССР, 1957.
9. Ходаков В.Г. Водно-ледовый баланс районов современного и древнего оледенения СССР. –М.: Наука, 1978.
10. Antarctic Climate Change and the Environment. A contribution to the International Polar Year 2007-2008. – Cambridge: Scientific Committee on Antarctic Research, 2009.
11. Benn D.I., Evans D.J.A. Glaciers and Glaciation. -London: Hodder Education, 2010.
12. Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers. /Singh, Vijay P.; Singh, Pratap; Haritashya, Umesh K. - Springer, 2010.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
  - Программный продукт RAMMS
  - ArcGIS Pro, ArcGIS Desktop от компании Esri
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
  - реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
  - Научная Электронная Библиотека - <http://www.e-library.ru>
  - Сайт кафедры криолитологии и гляциологии <http://www.geogr.msu.ru/cafedra/crrio/uchd/plan/>
  - Сайт журнала «Криосфера Земли»  
<http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=2>
  - Сайт журнала «Permafrost and Periglacial Processes»  
[https://www.researchgate.net/journal/1099-1530\\_Permafrost\\_and\\_Periglacial\\_Processes](https://www.researchgate.net/journal/1099-1530_Permafrost_and_Periglacial_Processes)
  - Сайт журнала «Arctic Antarctic and Alpine Research»  
[https://www.researchgate.net/journal/1523-0430\\_Arctic\\_Antarctic\\_and\\_Alpine\\_Research](https://www.researchgate.net/journal/1523-0430_Arctic_Antarctic_and_Alpine_Research)
  - сайт журнала The Cryosphere  
<http://www.the-cryosphere.net/index.html>
  - сайт журнала «Лёд и Снег»  
<http://ice-snow.igras.ru/jour/issue/archive>
- 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)

- Описание материально-технической базы  
Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Иванов Михаил Николаевич.

11. Разработчики программы: Глазовский Андрей Федорович в.н.с., к.г.н. Институт географии РАН