

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 (МОДУЛЯ)  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЛЯЦИОЛОГИЯ**

---

**Уровень высшего образования:**  
*бакалавриат*

---

**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 № 17, дата 26.10.2022)

Москва 2022

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 обязательной для освоения.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях основ по курсам базовой части «Информатика с основами геоинформатики», «Геоморфология с основами геологии», «Климатология с основами метеорологии», «Гидрология», «Картография», «Социально-экономическая география», «Аэрокосмические методы исследований» и вариативной части «Основы мерзлотоведения и гляциологии», «Гляциология», «Физика и механика мёрзлых грунтов и льдов», «Снежный покров Земли», «Лавиноведение», «Селеведение», общегеографические и учебные практики.

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
СПК-3. (формируется частично) Способен применять фундаментальные знания о свойствах мерзлых пород, подземных и наземных льдов в зависимости от термодинамических параметров, строения пород и льдов.	СПК-3.1 Применяет фундаментальные знания о свойствах подземных и наземных льдов в зависимости от термодинамических параметров, строения льдов.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• хозяйственное значение снежно-ледовых образований;</li> <li>• полезные свойства и вредное влияние нивально-гляциальных процессов на человеческую деятельность;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• находить пути и способы целенаправленного воздействия на гляциальную среду;</li> <li>• анализировать рациональность систем природопользования и охраны природной среды;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками углублённого анализа рядов данных, методами моделирования, разномасштабного геоинформационного картографирования опасных нивально-гляциальных явлений, а также интерпретации полученных результатов;</li> </ul>
СПК-4. (формируется частично) Способен оценить геоэкологическую опасность и риск при освоении гор в связи с развитием катастрофических и опасных гляциальных и	СПК-4.1 Оценивает опасность и риск при освоении гор в связи с развитием катастрофических и опасных гляциальных;	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• возможности искусственного изменения количественных и качественных характеристик природных снежно-ледовых образований и последствия таких изменений;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать опасность и риск, а также влияние изменения климата</li> </ul>

криогенных процессов; владеет знаниями о мерах предотвращения и ликвидации опасных ситуаций в районах хозяйственного и рекреационного освоения гор; умеет рекомендовать размещение хозяйственных объектов с минимальным риском для человека и природы.	владеет знаниями о мерах предотвращения и ликвидации опасных ситуаций в районах хозяйственного и рекреационного освоения гор; рекомендует размещение хозяйственных объектов с минимальным риском для человека и природы.	и антропогенной деятельности на объекты исследования инженерной гляциологии; <ul style="list-style-type: none"> <li>решать вопросы экономической целесообразности и социальной значимости в отношении к методам и средствам инженерной гляциологии;</li> </ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>основными методами предупреждения и предотвращения опасных нивально-гляциальных процессов.</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),	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>
Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)			

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	<b>Всего</b>	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	<b>Всего</b>	
Тема 1. Введение	<b>4</b>	1	2			<b>3</b>	1		<b>1</b>	
Тема 2.	<b>7</b>	2	4			<b>6</b>	1		<b>1</b>	
Тема 3.	<b>7</b>	2	4			<b>6</b>	1		<b>1</b>	
Текущая аттестация 1: опрос	<b>1</b>		1			<b>1</b>				
Тема 4.	<b>7</b>	2	4			<b>6</b>	1		<b>1</b>	
Тема 5.	<b>6</b>	2	3			<b>5</b>	1		<b>1</b>	
Тема 6.	<b>5</b>	2	2			<b>4</b>	1		<b>1</b>	
Тема 7. Заключение	<b>5</b>	1	2			<b>3</b>			<b>2</b>	
Текущая аттестация 2: опрос	<b>1</b>		1			<b>1</b>				
Текущая аттестация 3: защита реферата	<b>1</b>		1			<b>1</b>				
Промежуточная аттестация зачет	<b>28</b>	<i>Устный экзамен</i>						<b>28</b>		
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>36</b>						<b>36</b>		

### Содержание лекций, семинаров

Тема 1. Содержание и основные направления инженерной гляциологии.

Место инженерной гляциологии в системе наук о Земле. Задачи и объекты исследований. Связь с техническими науками и с хозяйственной деятельностью людей. История развития.

Тема 2. Снег и лёд как природный ресурс.

Полезные свойства и вредное влияние нивально-гляциальных процессов на человеческую деятельность. Геоинформационные системы (ГИС) в инженерной гляциологии.

- Теплоизоляционные свойства снежного покрова — роль для растительности и условий в подстилающем грунте
- Водозапас снежно-ледовых толщ — гидрологический режим заснеженных территорий

- Снеговые нагрузки на здания, очистка дорог
- Обледенение инженерных сооружений, судов и самолётов
- Речной, озёрный и морской лёд — воздействие льда на береговые и плавучие конструкции
- Наледные явления
- ГИС как инструмент анализа пространственно-временной информации

Тема 3. Искусственное регулирование количества и свойств снега и льда. Экономический эффект и влияние на природную среду.

- Снежная мелиорация — использование в сельском хозяйстве и в создании запасов воды и холода
- Искусственное оснежение — туристическая индустрия и очистка воды
- Регулирование ветрового снегопереноса — метели, заносы, снежные карнизы
- Регулирование снежно-ледникового стока — увеличение объёмов и создание запасов

Тема 4. Физико-механические свойства снежно-ледовых толщ

Практическая значимость физико-механических свойств снежно-ледовых толщ. Методы измерения. Моделирование. Интерпретация и возможности использования результатов. Проблемы масштабирования в изучении свойств льда, снега и снежного покрова.

Тема 5. Лёд и снег как строительные материалы.

Снежные хижины, ледяные склады, ледяные гостиницы, снежно-ледовые покрытия дорог и аэродромов, ледяные переправы, ледяные дамбы.

Тема 6. Опасные нивально-гляциальные явления.

- Разномасштабное геоинформационное картографирование опасных нивально-гляциальных процессов — методы и цели.
- Методы прогнозирования и расчёта динамических характеристик снежных лавин.
- Гляциальные сели
- Защита от снежных лавин и селей

Тема 7. Вопросы экономической целесообразности и социальной значимости в отношении к методам и средствам инженерной гляциологии. Оценка опасностей и рисков. Влияние изменения климата и антропогенной деятельности на объекты исследования инженерной гляциологии.

*План проведения семинаров*

- Анализ мероприятия по борьбе с обледенением.
- Анализ ограничений способов искусственного регулирования количества и свойств снега и льда.
- Анализ практического опыта по увеличению вязкости и прочности льда или искусственному уплотнению и упрочнению снега.
- Анализ теоретических разработок и практического опыта строительства из снега и льда. Характеристика технологии строительных работ.
- Анализ способов прогнозирования гляциальных селей. Характеристика способов защиты от водоснежных потоков.
- Анализ гляциоэкологических проблемах, возникающих по мере решения инженерных проблем.

- Создание серии цифровых крупномасштабных карт условий лавинообразования для их последующего анализа в интересах обеспечения лавинной безопасности конкретного хозяйственного объекта (на выбор).
- Расчёт динамических характеристик снежных лавин (на примере конкретного лавиносбора) для последующего обоснования выбора мер противолавинной защиты с учетом специфики защищаемого хозяйственного объекта (на выбор).
- Обоснования экономической целесообразности проектирования лавино/селезащитных мероприятий.
- Оценка влияния изменения климата или антропогенной деятельности (на выбор) на один из объектов (на выбор) исследования инженерной гляциологии.
- Анализ применяемых противолавинных или селезащитных (на выбор) мероприятий для предложенного района (на выбор).

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

*Примерный перечень вопросов для устных опросов по темам с 1 по 7:*

1. Место инженерной гляциологии в системе наук о Земле.
2. Задачи и объекты исследований инженерной гляциологии.
3. История развития инженерной гляциологии.
4. Объекты исследования инженерной гляциологии.
5. Связь инженерной гляциологии с техническими науками
6. Связь инженерной гляциологии с хозяйственной деятельностью людей.
7. Полезные свойства и вредное влияние нивально-гляциальных процессов на человеческую деятельность.
8. Теплоизоляционные свойства снежного покрова.
9. Водозапас снежно-ледовых толщ.
10. Снеговые нагрузки на здания и сооружения.
11. Очистка дорог.
12. Обледенение инженерных сооружений, судов и самолётов.
13. Наледные явления.
14. Способы борьбы с наледными явлениями.
15. Геоинформационные системы в инженерной гляциологии.
16. Снег и лёд как природный ресурс.
17. Речной, озёрный лёд.
18. Морской лёд.
19. Воздействие льда на береговые конструкции.
20. ГИС как инструмент анализа пространственно-временной информации в интересах решения задач инженерной гляциологии.

21. Снежная мелиорация.
22. Искусственное оснежение.
23. Регулирование ветрового снегопереноса.
24. Регулирование снежно-ледникового стока.
25. Снежные хижины, ледяные склады, ледяные переправы, ледяные дамбы.
26. Снежно-ледовые покрытия дорог и аэродромов.
27. Оценка экономической целесообразности и социальной значимости в отношении к методам и средствам инженерной гляциологии.
28. Влияние изменения климата на объекты исследования инженерной гляциологии.
29. Влияние антропогенной деятельности на объекты исследования инженерной гляциологии.

*Примерный список рефератов:*

1. Снеговые нагрузки на здания
2. Воздействие льда на береговые и плавучие конструкции
3. Обледенение инженерных сооружений, судов и самолётов
4. Искусственное оснежение для туристической индустрии
5. Практическая значимость физико-механических свойств снежно-ледовых толщ
6. Лёд и снег как строительные материалы
7. Моделирования снежных лавин (селей) при проектировании защитных мероприятий
8. Зонирования по степени лавинной опасности при территориальном планировании
9. Снежно-ледовые покрытия дорог и аэродромов
10. Регулирование ветрового снегопереноса и снегоотложений
11. Влияние изменения климата и антропогенной деятельности на объекты исследования инженерной гляциологии (объекты и районы по выбору)

*Примерный перечень вопросов для экзамена*

1. Место инженерной гляциологии в системе наук о Земле.
2. Задачи и объекты исследований инженерной гляциологии. История развития.
3. Связь инженерной гляциологии с техническими науками и с хозяйственной деятельностью людей.
4. Полезные свойства и вредное влияние нивально-гляциальных процессов на человеческую деятельность.
5. Геоинформационные системы (ГИС) в инженерной гляциологии.

6. Снег и лёд как природный ресурс.
7. Теплоизоляционные свойства снежного покрова.
8. Водозапас снежно-ледовых толщ.
9. Речной, озёрный и морской лёд.
10. Наледные явления.
11. Снежная мелиорация.
12. Регулирование снежно-ледникового стока.
13. Снежные хижины, ледяные склады, ледяные переправы, ледяные дамбы.
14. Снежно-ледовые покрытия дорог и аэродромов.
15. Снеговые нарузки на здания
16. Воздействие льда на береговые и плавучие конструкции
17. Обледенение инженерных сооружений, судов и самолётов
18. Искусственное оснежение для туристической индустрии
19. Практическая значимость физико-механических свойств снежно-ледовых толщ
20. Лёд и снег как строительные материалы
21. Регулирование ветрового снеготранспорта и снегоотложений

### Шкала и критерии оценивания

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	<b>Неудовлетворительно</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: <i>устный опрос</i> )	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: <i>- решение типовой задачи с проверкой</i> )	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности принципиального характера)	Успешное и систематическое умение

<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> ( <i>виды оценочных средств: контрольные работы</i> )	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:

- Алексеев В.Р. *Наледоведение: словарь-справочник*. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. — 438 с.
- Котляков В.М. *Снежный покров и ледники Земли (Избранные сочинения, книга 2)*. — М.: Наука, 2004. — 448 с.
- Природный и техногенный риски. // *Природно-антропогенные процессы и экологический риск (География, общество, окружающая среда, т. 4)*. — М.: Крук, 2004. — С. 263–380.
- Фирц Ш., Армстронг Р.Л., Дюран И., Этхеви П., Грин И., МакКланг Д.М., Нишимура К., Сатьявали П.К., Сократов С.А. *Международная классификация для сезонно-выпадающего снега (руководство к описанию снежной толщи и снежного покрова) Русское издание (Материалы гляциологических исследований, 2012–2)*. — М.: ИГ РАН, Гляциологическая ассоциация, 2012. — 80 с.
- Barry R.G., Gan T.Y. *The Global Cryosphere. Past, Present, and Future*. — Cambridge University Press, 2011. — 498 p.

##### Дополнительная литература:

- Атлас снежно-ледовых ресурсов мира, т. II, 2 книга*. — М.: ИГ РАН, 1997. — 270 с.
- Божинский А.Н., Лосев К.С. *Основы лавиноведения* — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 279 с.
- Водоснежные потоки Хибин / Под ред. Божинского А.Н., Мягкова С.М.* — М.: Географический факультет МГУ, 2001. — 167 с.
- Войтковский К.Ф. *Механические свойства льда*. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. — 100 с.
- Войтковский К.Ф. *Механические свойства снега*. — М.: Наука, 1977. — 126 с.
- Грей Д.М., Мэйл Д.Х. (ред.) (1986) *Снег. Справочник*. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. (Gray, D.M. & Male, D.M. (Eds.) (2004, reprinted from 1981) *Handbook of Snow: Principles, Processes, Management and Use*. The Blackburn Press, Caldwell, NJ, USA.)
- Дюнин А.К. *Механика метелей (вопросы теории проектирования снегорегулирующих средств)*. — Новосибирск: Издательство СО АН СССР, 1963. — 378 с.
- Инженерная гляциология*. — М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1971. — 208 с.
- Песчанский И.С. *Ледоведение и ледотехника*. — Л.: Изд-во Морской транспорт, 1963. — 345 с.

Рихтер Г.Д. (1945) *Снежный покров, его формирование и свойства (Академия наук Союза ССР, Научно-популярная серия)*. — М.-Л.: АН СССР, 1945. — 120 с.

Рихтер Г.Д. (1948) *Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. (Труды института географии, Вып. XL)*. — М.-Л.: АН СССР, 1948. — 171 с.

*Руководство по снеголавинным работам (временное)*. — Л.: ГИМИЗ, 1965. — 398 с.

*Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers (Encyclopedia of Earth Sciences Series)*. / Singh V.P., Singh P., Haritashya U.K. (Eds.) — Springer, 2011. — xlvii+1253 pp.

*Snow and Climate: Physical Processes, Surface Energy Exchange and Modeling*. / Armstrong R.L., Brun E. (Eds.) — Cambridge University Press, 2008. — 256 p.

*Snow Ecology: an Interdisciplinary Examination of Snow-Covered Ecosystems*. / Jones H.G., Pomeroy J.W., Walker D.A., Hoham R. (Eds.) — Cambridge University Press, 2001. — 400 pp.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

Геоинформационный программный пакет ArcGIS; программный пакет RAMMS 1.7.20 для моделирования снежных лавин. Офисные приложения MS Word; MS Excel; MS PowerPoint.

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

- «Образовательный центр» Национального центра данных по снегу и льду (США) и его ссылки на другие ресурсы (на английском языке): <http://nsidc.org/cryosphere/>

- «Отдел коллекций по криосферным исследованиям имени Роджера Г. Барри» Национального центра данных по снегу и льду (США) (на английском языке): <http://nsidc.org/rocs/index.html>

- «Снежные кристаллы» (на английском языке): <http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/>

- «Библиография холодных областей» — обновляемая база данных публикаций по научным исследованиям и технологиям холодных областей (на английском языке): <http://www.coldregions.org/>

- «Каталог полярных библиотек» «Диалога полярных библиотек» (на английском языке): <http://www.spri.cam.ac.uk/resources/libraries/>

- 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)

- сайт кафедры криологии и гляциологии: <http://www.geogr.msu.ru/cafedra/crrio/uchd/plan/>

- снежные лавины России: <http://www.geogr.msu.ru/avalanche/index.htm>

- Полякова Е.В.: «Ледяные сосульки»: <http://www.icicles.h18.ru/>

- Описание материально-технической базы

- учебная аудитория на 15 мест для проведения лекций и семинаров;
- проектор и экран для показа презентаций. Доступ в Интернет. Компьютерный класс с доступом к установленному программному обеспечению ArcGIS и компьютером с предустановленными программами SNOWPACK и RAMMS.
- комплект картографического материала для практических занятий. Электронная библиотека научной литературы кафедры.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — к.г.н., доцент кафедры криолитологии и гляциологии Сократов Сергей Альфредович, к.г.н., с.н.с. кафедры криолитологии и гляциологии Турчанинова Алла Сергеевна.

11. Разработчики программы: к.г.н., доцент кафедры криолитологии и гляциологии Сократов Сергей Альфредович, к.г.н., с.н.с. кафедры криолитологии и гляциологии Турчанинова Алла Сергеевна.