

**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
Технологии искусственного оснежения

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 сентября 2023 г.)

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

Год (годы) приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована без разрешения факультета.

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 по курсам «Гляциология», «Лавиноведение», «Климатология с основами метеорологии», «Гидрология», «Инженерная гляциология», «Ледниковые районы мира», «Снежный покров земли», «Основы мерзотоведения и гляциологии».**
Освоение дисциплины полезно для успешного написания квалификационной работы и в дальнейшей профессиональной деятельности.
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-2.М владение полевыми, дистанционными и аналитическими методами изучения мерзлотных и гляциальных процессов, способность применять навыки в использовании геоинформационных технологий для оценки состояния и прогноза развития гляциальных и криогенных систем.</p>	<p>Применяет на практике методы физико-географических исследований для сбора, обработки и анализа информации в проектно-изыскательской и производственной сферах</p>	<p>Знать: физические основы структурного ледоведения; технические параметры систем оснежения; основные требования, предъявляемые к геотехническим системам для их безаварийного функционирования; историю и современное состояние передовой инженерной мысли; актуальные проблемы и тенденции развития систем снегогенерации в условиях меняющегося климата; примеры решения задач управления снежными ресурсами;</p> <p>Уметь: формулировать цели исследования и выбирать оптимальные пути их достижения; читать проектную документацию; анализировать данные физико-географических исследований и технические параметры инженерных систем для выбора рациональных решений.</p> <p>Владеть: географическими методами исследований, методологическими основами и подходами к решению проблем инженерной гляциологии; навыками сопряженного анализа различной по своему составу общегеографической и тематической информации.</p>

<p>МПК-3.М способность проводить квалифицированные мерзлотно-экологические оценки северных территорий, организовывать изыскания и проводить и мониторинг геотехнических систем в криолитозоне и горах.</p>	<p>Организует изыскания и проводит мониторинг геотехнических систем в горах</p>	<p>Знать: структуру и содержание технической документации; состав и назначение отдельных видов работ в рамках каждого из направлений исследований; основные подходы и методы исследований, применяемые при выполнении инженерных изысканий; Уметь: оценить состояние метеопараметров для полноценной снегогенерации, составить программу и техническое задание на выполнение инженерных изысканий в зависимости от планируемого вида и стадии строительного освоения на конкретный район; оценить необходимость и целесообразность проведения конкретных видов работ в заданных природно-техногенных условиях; Владеть: методами снегомерных работ; методами анализа метеоинформации; основами экономического учета потребляемых ресурсов; профессиональной терминологией, в том числе, на иностранном языке</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе **28 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем (28 ч семинаров), 44 академических часа 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. Введение	2		2			2				
Тема 2.	9		4			4	5		5	
Тема 3.	9		4			4	5		5	
Тема 4.	8		4			4	4		4	
Текущая аттестация 1: доклад с презентацией	7		1			1	6		6	
Тема 5.	7		3			3	4		4	
Тема 6.	7		3			3	4		4	
Тема 7.	7		3			3	4		4	
Текущая аттестация 2: защита реферата	6		1			1		5	5	
Тема 8. Заключение.	7		3			3	4		4	
Промежуточная аттестация зачет	3	<i>Устный зачет</i>						3		
Итого	72	28						44		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Актуальность постановки вопроса о развитии систем искусственного оснежения.

Современные климатические изменения и снежный покров, как индикатор. Международные организации, контролирующие климатические изменения. Современные средства мониторинга, наблюдаемые параметры, базы данных.

Динамика осадков высокогорных регионов. Изменчивость снежности зим в последние десятилетия в мире и по регионам. Колебания снежной границы. Начало и конец периода устойчивого залегания снежного покрова. Актуальность вопроса о развитии искусственных систем оснежения территорий.. Экономическое, социальное и культурное значение снежного покрова для человека. Спорт. Катастрофические явления, риски.

Тема 2. Исторические аспекты, мировые бренды.

История развития вопроса «Искусственный снег». Компании и мировые бренды. Направления развития, востребованность, региональные особенности. Экономические показатели. Работа систем ИО в России. Всесезонные центры.

Тема 3. Физические основы снегообразования.

Температура – решающий параметр при формировании снега.

Влажность абсолютная и относительная. Пересыщенный пар. Точка росы. Методы контроля.

Центры кристаллизации, аэрозоли, snowmax

Метеорологические параметры и их значение в снегообразовании.

Высота над уровнем моря, градиент температур.

Влияние экспозиции склона и рельефа.

Значимость геотермического потока.

Метаморфизм (изменчивость во времени)снега.

Дренаж склонов.

Тема 4. Вода, базис производства снега.

Естественный снег, форма снежинок. Метаморфизм.

Источники воды для искусственного оснежения. Река, Озеро, Магистральный водопровод, Искусственный водоём

Подготовка воды. Транспортировка, Охлаждение, Очистка, Химический состав.

Воздух, базис производства снега.

Транспортировка, Охлаждение, Давление, Адиабатический эффект, Роза ветров.

Тема 5. Технические компоненты системы (агрегаты).

Снежные пушки, Снежные ружья, Форсунки, Насосы, Компрессоры, Трубопроводы, Станции охлаждения.

Тема 6. Системы автоматики и мониторинга.

Требования к снежному покрову

Методы контроля снежной толщи

Параметры и приборы измерения

Автоматические системы управления системами оснежения

Тема 7. Энергетические затраты

Примеры подсчета энергетических и финансовых затрат при разработке проектов и при эксплуатации единичных агрегатов и комплексов в целом.

Тема 8. Весенние процессы

Разрушение снежного покрова. Метаморфизм горизонтов снега по профилю. Кристаллическое строение горизонтов во времени. Влажность. Роль дождей и талой воды. Погодные аномалии, роль экспозиции склона, растительности.

Хранение снега.

Различные схемы хранения снега в летний период. Укрывной материал. Термический режим. Опыт применения на различных курортах.

План проведения семинаров

1. Обсуждение вопросов актуальности искусственной снегогенерации.
2. Обсуждение исторических аспектов развития инженерной мысли в сфере искусственного оснежения.
3. Обсуждение физических основ льдообразования и физико-механических свойств снега.
4. Доклады студентов (с презентацией)
5. Обсуждение основных компонентов Инженерных систем.
6. Доклады студентов по темам рефератов (с презентацией).

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

Текущая аттестация №1. Доклад с презентацией

Текущая аттестация №2. Защита реферата

Примерный перечень тем для докладов и рефератов

Снежный покров земли в свете последних климатических изменений.
Роль влажности воздуха для производства снега.
Аэрозоли и центры кристаллизации снежинок.
Экономическая роль применения систем искусственного оснежения на зимних курортах мира.
Механические свойства снежного покрова.
Форсунки для искусственного оснежения.
Автоматические системы управления режимом оснежения крупного курорта.
Сезонный режим снежного склона при наличии активных методов его поддержки.
Системы всесезонных Снежных центров. Теория и международный опыт.
Химические средства поддержки снежного покрова.
Хранение снега летом. Принципы и опыт применения.

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Место инженерной гляциологии в системе наук о Земле.
2. Климатические изменения и реакция снежного покрова.
3. Снежный покров горных и равнинных территорий.
4. Контролируемые параметры снежного покрова при метеорологических наблюдениях.
5. Динамика начала и конца периода залегания устойчивого снежного покрова
6. Международные организации, контролирующие снежный покров земли. Ежегодная отчётность
7. Роль снежного покрова в экономических и социальных сферах жизни общества.
8. История развития искусственных систем оснежения.

9. Мировые бренды и использование их продукции на Российских курортах.
10. Всесезонные «Снежные» центры мира и России.
11. Роль физических параметров окружающей среды для искусственного снегообразования. Температура.
12. Роль физических параметров окружающей среды для искусственного снегообразования. Влажность.
13. Широта и Высотный градиент. Экспозиция склона. Растительность. Погода.
14. Центры кристаллизации. Естественные и искусственные
15. Вода в атмосфере и источники воды на земле для искусственного оснежения.
16. Подготовка воды. Охлаждение.
17. Подготовка воды. Механическая очистка.
18. Подготовка воды. Химический состав
19. Подготовка воздуха. Давление. Адиабатический эффект. Роза ветров.
20. Технические компоненты. Снежные пушки.
21. Технические компоненты. Снежные ружья.
22. Технические компоненты. Форсунки.
23. Технические компоненты. Насосы, компрессоры.
24. Технические компоненты. Станции охлаждения.
25. Системы автоматики и мониторинга.
26. Требования к параметрам снежного покрова при разных режимах эксплуатации.
27. Приборы контроля параметров снежного покрова.
28. Химические и физические процессы в снежном покрове при применении химических реагентов.
29. Методы хранения снега летом.
30. Техника безопасности при проведении работ по искусственному оснежению.

Шкала и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *зачет/устный*

Оценка РО соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: <i>устный опрос, реферат</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания

Умения (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	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 непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	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

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

Основная литература :

Проблемы инженерной гляциологии, Новосибирск, Наука, 1986, 221 с.

Котляков В.М. *Снежный покров и ледники Земли (Избранные сочинения, книга 2)*. — М.: Наука, 2004. — 448 с.

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.

Шумский П.А. Основы структурного ледоведения. — М., Изд-во АН СССР, 1955, 492 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.

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.)

Инженерная гляциология. — М.: Изд-во Моск. Ун-та. 1971. — 208 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.

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.

SnowExperts Magazine TechnoAlpin AG

- Перечень лицензионного программного обеспечения

Программный продукт RAMMS

Геоинформационный программный продукт ArcGIS

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

реферативная база данных издательства Elsevier: 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>

Сайтжурнала «Permafrost and Periglacial Processes»

https://www.researchgate.net/journal/1099-1530_Permafrost_and_Periglacial_Processes

Сайтжурнала «Arctic Antarctic and Alpine Research»

https://www.researchgate.net/journal/1523-0430_Arctic_Antarctic_and_Alpine_Research

сайтжурнала 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

электронная база научных публикаций www.webofscience.com

«Образовательный центр» Национального центра данных по снегу и льду (США) <http://nsidc.org/cryosphere/>

«Снежные кристаллы» <http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/>

<https://www.climate.gov/news-features/climate-and/climate-skiing>

<https://www.technoalpin.com/ru.html>

<https://www.demaclenko.com/ru/информация/index/1-0.html>

<http://www.sufag.com>

<https://www.snowmakers.com>

<https://snowmakers.ru>

<https://www.hkdsnowmakers.com>

<https://www.supersnow.com>

<http://www.snowtech.co.kr/en/>

<https://www.bachler.ch/en/Snowmaking/Home-Snow>

<http://www.nivis.it/ru/company.html>

<https://www.allweathersnowtek.com>

<https://www.frionordica.no>

<http://f3snow.com>

<https://www.godeidrettsanlegg.no/nyhet/presentasjoner-fra-seminaret-snow-tour>

Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания: русский (английский)

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — вед. инж. кафедры криолитологии и гляциологии географического ф-та Ржаницын Герман Анатольевич

11. Разработчики программы: вед. инж. кафедры криолитологии и гляциологии географического ф-та Ржаницын Герман Анатольевич