

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)
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ КРИОСФЕРЫ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.02 «География»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Криолитология и гляциология»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 16, дата 12.10.2022)

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 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 обязательной для освоения.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по «Информатике», «Топографии, «Картографии», «Основах мерзлотоведения и гляциологии».

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-6 (<i>формируется частично</i>) владение методами исследования абляции и аккумуляции на ледниках, метаморфизма снега, строения снежной толщи, структуры льда, водно-физических и механических свойств грунтов, организации полевых исследований в области вечной мерзлоты, в горах, на ледниках; умение использовать компьютерные программы для обработки количественных данных, полученных в экспедициях и лабораториях.</p>	<p>СПК-6.1 Умеет использовать компьютерные программы для обработки количественных данных, полученных в экспедициях и лабораториях.</p>	<p>Знать: области применения и задачи, решаемые с помощью геоинформационных методов в науках о криосфере; интерфейс современных ГИС-пакетов; современные технические и программные возможности сбора, анализа и визуализации пространственных данных для изучения криосферы и составления тематических карт; методы интерполяции пространственных данных; приёмы использования аэрофото и космических снимков разного пространственного разрешения для исследования криосферы Земли.</p> <p>Уметь: использовать знания, полученные в области геоинформатики, для постановки и решения задач в науках о криосфере; находить, обрабатывать и анализировать пространственные данные, необходимые для решения поставленных задач; обрабатывать и дешифрировать аэрофото и космические снимки разного пространственного разрешения; создавать цифровые модели рельефа и визуализировать их современными программными средствами; создавать карты на основе ГИС, баз картографических данных и знаний.</p> <p>Владеть: базовыми геоинформационными методами и технологиями пространственного анализа и моделирования для исследования криосферы; методами и технологиями обработки пространственной географической, в том числе, аэрокосмической информации; навыками работы с базами данных и архивами космических снимков; приёмами создания цифровых моделей рельефа; приёмами интеграции данных, полученных в ходе полевых обследований, в геоинформационную среду; приемами создания и оформления карт на основе ГИС.</p>

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. Введение	11		5			5	6		6
Текущая аттестация 1: отчет по практическим работам	1		1			1			
Тема 2.	11		5			5	6		6
Тема 3.	10		5			5	5		5
Текущая аттестация 2: отчет по практическим работам	1		1			1			
Тема 4.	10		5			5	5		5
Текущая аттестация 3: отчет по практическим работам	1		1			1			
Тема 5.	12		6			6	6		6
Текущая аттестация 4: отчет по практическим работам	1		1			1			
Тема 6.	10		5			5	5		5

Текущая аттестация 5: отчет по практическим работам	1		1			1			
Промежуточная аттестация зачет	3	<i>Устный зачет</i>					3		
Итого	72	36					36		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Цели и задачи курса. Базовые понятия геоинформатики. Области применения и задачи, решаемые с помощью геоинформационных методов в науках о криосфере. История применения геоинформационных методов в науках о криосфере. Проблемно-ориентированные ГИС в криолитологии и гляциологии. Обзор современных программных ГИС-пакетов (ArcGIS, MapInfo, QGIS и др.). Интерфейс ГИС-пакетов. Достоинства и недостатки различных ГИС-пакетов. ArcMap.

Тема 2. Подготовка пространственных данных. Модели пространственных данных. Форматы пространственных данных. Международная деятельность по организации данных о криосфере. Каталоги ледников – информация о распространении многолетнего льда на поверхности Земли. История каталогизации ледников. Мировая служба мониторинга ледников (WGMS). Всемирный каталог ледников. Национальный (США) центр данных о снеге и льде (NSIDC). Проект глобального мониторинга наземного льда из космоса (GLIMS). Открытые источники пространственных данных: OpenStreetMap и др. Источники космических снимков: EarthDATA, EarthExplorer. Космические снимки низкого, среднего и высокого пространственного разрешения. Программы космической съёмки Landsat и Sentinel. Космические снимки очень высокого и сверхвысокого пространственного разрешения. Условия их получения и использования. CryoSat и ICESat. Средства просмотра (Google Earth).

Тема 3. Технологии работы с пространственными данными и введение в их анализ. Овладение навыками представления площадных, линейных, точечных объектов в структуре базы пространственных данных, а также геоинформационными технологиями создания тематических карт на основе баз пространственных данных – компоновки карты, оформления легенды, построения сетки координат. Атрибутивные данные и атрибутивные таблицы. Управление данными. Пространственный анализ векторных данных.

Тема 4. Дешифрирование аэрофото и космических снимков. Дешифрирование общегеографической и тематической информации по аэрофотоснимкам и космическим снимкам сверхвысокого, очень высокого и высокого пространственного разрешения. Общегеографическая основа тематических карт. Сочетание методов автоматизированного и визуального дешифрирования при извлечении тематической информации из космических снимков. Применение космических снимков в полевых обследованиях. Использование снимков разного пространственного разрешения при полевом дешифрировании.

Тема 5. Работа с цифровыми моделями рельефа. Цифровые модели рельефа (ЦМР) и местности (ЦММ). Способы получения данных для построения ЦМР. ЦМР – основа компьютерного картографирования. Создание ЦМР по данным топографических карт. Стереосъемка как источник информации о высотах. Глобальные ЦМР и ЦММ: SRTM; GTOPO; Aster GDEM, ALOS World 3D. Разрешение, вертикальная и плановая точность глобальных ЦМР и ЦММ, их сравнение. Доступ к глобальным ЦМР. ArcticDEM, REMA. Анализ ЦМР (уклон;

экспозиция; кривизна; отмывка; видимость; построение изолиний; построение профилей; гидрологический анализ; построение трехмерных моделей; анализ зон видимости). ЦМР – источник данных для ортокоррекции.

Тема 6. Моделирование нивально-гляциальных процессов (на примере снежных лавин) с использованием специальных программных средств. Математическое моделирование движения снежных лавин. Программные средства для моделирования снежных лавин (AVAL-1D, RAMMS, SAMOS, ELBA и др.). Двумерная модель движения лавин RAMMS, представленная в программном виде. Исходные данные для моделирования лавин в RAMMS и требования к ним. Визуализация и интерпретация результатов моделирования лавин.

План проведения семинаров

1. Введение в ArcMap. ArcCatalog. Настройка ArcMap и ArcCatalog. Изучение основных инструментов интерфейса ArcMap. Освоение технологий ввода пространственной информации в ArcMap. Системы координат и пространственная привязка данных в ArcMap.
2. Знакомство с: всемирным каталогом ледников; базой данных о ледниках проекта GLIMS; каталогом ледников Рандолф (RGI). Изучение интерфейса GLIMS Glacier Viewer, а также доступ к данным о колебаниях ледников в различных форматах. Работа с архивом космических снимков EarthExplorer USGS. Работа с LandsatLook Viewer USGS.
3. Изучение представления площадных, линейных, точечных объектов, создание классов пространственных объектов в ArcMap. Основы редактирования векторных данных в ArcMap. Способы изображения в ArcMap. Создание и вычисление атрибутов в ArcMap. Настройка подписей объектов на картах в ArcMap. Обзор наборов инструментов в ArcMap. Обзор группы инструментов оверлея в ArcMap. Формирование компоновки карты в ArcMap.
4. Особенности дешифрирования объектов изучения криосферы по аэрофото и космическим снимкам разного пространственного разрешения с помощью ArcMap.
5. Введение в ArcGIS Spatial Analyst и 3D Analyst. Методы интерполяции, реализованные в ArcGIS. Обзор групп инструментов «интерполяция растра» и «растровая модель поверхности» в ArcMap. ArcScene. Построение трехмерных моделей местности.
6. Интерфейс программы моделирования движения лавин RAMMS. Получение и подготовка исходных пространственных данных для моделирования снежных лавин в программе RAMMS. Ввод исходных данных и их визуализация, настройка параметров моделирования в RAMMS. Визуализация, анализ и интерпретация результатов моделирования лавин в RAMMS и ArcMap.

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

Текущая аттестация 1: отчет по практическим работам

Текущая аттестация 2: отчет по практическим работам

Текущая аттестация 3: отчет по практическим работам

Текущая аттестация 4: отчет по практическим работам

Текущая аттестация 5: отчет по практическим работам

Практические работы:

1. Привязка топографической карты в ArcMap.
2. Подготовка фрагментов крупномасштабных тематических карт развития нивально-гляциальных процессов, на примере высокогорного района.
3. Дешифрирование границ ледников (горно-ледниковый район по выбору) по данным предоставленных разновременных аэрофотоснимков и космических снимков, доступных в открытых источниках (работа с архивом космических снимков EarthExplorer USGS). Подготовка крупномасштабных тематических карт для района исследования.
4. Создание ЦМР лавиносбора на основе фрагмента крупномасштабной топографической карты путем оцифровки горизонталей и методов интерполяции, реализованных в ArcGIS. Выделение зон зарождения лавин на основе анализа полученной ЦМР, дешифрирования космических снимков высокого разрешения, визуального анализа трехмерных моделей местности.
5. Моделирование движения снежных лавин на склонах (район по выбору). Визуализация и интерпретация полученных результатов.

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Цифровые модели рельефа (ЦМР) и местности (ЦММ).
2. Способы получения данных для построения ЦМР.
3. Глобальные ЦМР и доступ к ним.
4. Базовые понятия геоинформатики.
5. Области применения и задачи, решаемые с помощью геоинформационных методов в науках о криосфере.
6. Международная деятельность по организации данных о криосфере.
7. Каталоги ледников. История каталогизации ледников.
8. Мировая служба мониторинга ледников.
9. Проект глобального мониторинга наземного льда из космоса (GLIMS).
10. Космические снимки низкого, среднего, высокого и сверхвысокого пространственного разрешения. Условия их получения и использования.
11. Программы космической съёмки Landsat и Sentinel.
12. Архив космических снимков EarthExplorer USGS.

13. Управление данными. Пространственный анализ векторных данных.
14. Программные средства для моделирования снежных лавин и их возможности.
15. Двумерная модель движения лавин RAMMS, представленная в программном виде.
16. Исходные пространственные данные для моделирования лавин в программе RAMMS и требования к ним.
17. Модели пространственных данных (векторная и растровая). Форматы пространственных данных.
18. Источники пространственных данных для изучения криосферы.
19. Источники знаний, представленных в сети Интернет, для самостоятельного освоение ГИС-пакетов.
20. Методы интерполяции, реализованные в ArcGIS. Группы инструментов «интерполяция растра» и «растровая модель поверхности» в ArcMap

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: <i>устный опрос, реферат</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: <i>устный опрос, реферат</i>)	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: <i>устный опрос, реферат</i>)	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:

Геоинформатика. Учебник для студ. вузов: в 2 кн. / под ред. В. С. Тикунова. - 3-е изд., перераб. и доп. М.: Академия, 2010.

Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Academia, 2011. - 416 с.

Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: Аспект-Пресс, 2004. – 184 с.

Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: Университет, 2016. – 424 с.

Лурье И.К., Самсонов Т.Е. Основы геоинформатики // Информатика с основами геоинформатики. Часть 2: Основы геоинформатики. Учебное пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2016. – 200 с.

Дополнительная литература:

- Востокова А.В., Кошель С.М., Ушакова Л.А. Оформление карт. Компьютерный дизайн./Под ред. А.В. Востоковой. М.: Аспект Пресс, 2002. - 208 с.
- Золотарев Е.А. Эволюция оледенения Эльбруса. Картографо-аэрокосмические технологии гляциологического мониторинга. М.: Научный мир, 2009. 238 с.
- Каталог ледников СССР. М., Л.: Гидрометеиздат, 1965–1982.
- Котляков В.М., Хромова Т.Е., Носенко Г.А., Попова В.В., Чернова Л.П., Муравьев А.Я., Рототаева О.В., Никитин С.А., Зверкова Н.М. Современные изменения ледников горных районов России. М.: РАН, Институт географии, 2015 – 287 с.
- Котляков В.М., Зверкова Н.М., Хромова Т.Е. Концепция гляциологической геоинформационной системы. Изв. РАН. Сер. Геогр. 1997. №5. С.125-133.
- Королева Н.А. Мерзлотно-экологическое картографирование криолитозоны России / автореф. диссерт. на соискание ученой степени к.г.н. М., 2011. С. 211-222.
- Кравцова В.И., Книжников Ю.Ф. Космическая геоинформация для исследования изменений гляциосферы: сегодня и завтра. МГИ. 2005. Вып. 99.
- Седова А.С., Селиверстов Ю.Г., Тумасьева В.А., Клименко Е.С., Воронина Е.А. Цифровая модель рельефа как основа исследования снежных лавин. Лед и Снег. 2010. Вып. № 2(110). С. 43-49.
- Хромова Т.Е. Медведев А.А. Инфраструктура пространственных гляциологических данных. Лед и Снег. 2014. №4 (128). С.117-128.
- Bartelt P., Bühler Y., Christen M., Deubelbeiss Y., Salz M., Schneider M., Schumacher L. RAMMS: AVALANCHE User Manual. v 1.7.0. Davos: SLF, 2017. iii+97 P.
- Barry R.G. The status of research on glaciers and global glacier recession: A review. Progress Physical Geography. 2006. V 30. №3. P. 285-306.
- Bolch T., Menounos B., Wheate R., Landsat based inventory of glaciers in Western Canada, 1985 – 2005. Remote Sensing of Environment. 2010. V.114. P. 127-137.
- Christen M., Bartelt P., Kowalski J. RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain // Cold Regions Science and Technology. 2010. V. 63. № 1–2. P. 1–14. doi: 10.1016/j.coldregions.2010.04.005.
- Kääb A. Monitoring high-mountain terrain deformation from repeat air and spaceborn optical data: examples using digital aerial imagery and ASTER data. Journ. Of Photogrammetry and Remote Sensing. 2002. V.57. P.39-52.
- Kargel J.S. Leonard G.J., Bishop M.P., Kääb A. Raup B.H. (Eds.). Global Land Ice Measurements from Space. Springer-Praxis (Publisher). Berlin, Heidelberg, 2014. 876 p.

Massom R., Lubin, D. Polar Remote Sensing. Volume II: Ice Sheets. Springer Praxis Books. 2006. 386 p.
Paul F., Barrand N.E., Baumann S., Berthier E., Bolch T., Casey K., Frey H., Joshi S.P., Konovalov V., Le Bris R., Moe Lg N., Nosenko G., Nuth C., Pope A., Racoviteanu A., Rastner P., Raup B., Scharrer K., Steffen S., Winsvold S. On the accuracy of glacier outlines derived from remote-sensing data. Annals of Glaciology. 2013. V 54 (63). P. 171-182.
Rees G. Remote Sensing of Snow and Ice. CRC Press Taylor & Francis Group. 2005. 285 p.
Remote sensing of the cryosphere. Edited by M. Tedesco. 2015 John Wiley & Sons, Ltd. 2015. 403 p.
Remote Sensing of Glaciers: Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers. Petri Pellikka & W. Gareth Rees. Taylor & Francis, 2009. ISBN-13 978-0415401661. 340 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

1. Реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
2. Сайт кафедры криолитологии и гляциологии (<http://www.geogr.msu.ru/cafedra/crio/uchd/plan/>)
3. Геоинформационный портал ГИС-ассоциации (<http://www.gisa.ru/>)
4. Инженерно-технологический центр «СканЭкс» (www.scanex.ru).
5. Мониторинг сезонно-талого слоя CALM (<http://www.gwu.edu/~calm>)
6. Космоснимки (<http://www.kosmosnimki.ru/>).
7. ArcGIS Desktop (<http://desktop.arcgis.com/ru/>)
8. Руководство пользователя ArcMap (<http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/>)
9. Галерея уроков Learn ArcGIS (<http://learn.arcgis.com/ru/>)
10. Свободная географическая информационная система с открытым кодом QGIS (<https://qgis.org/ru/site/>)
11. Архив EarthDATA (<https://search.earthdata.nasa.gov/search>)
12. Архив EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).
13. Портал «География». Электронная Земля (<http://www.webgeo.ru/>)
14. Geospatial data report: Finding and Using GIS Data (<http://geospatial.edublogs.org/>).
15. Global land cover facility: earth science data interface (<http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>).
16. MODIS rapid response system (<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>).
17. Open data – free GIS data (<http://gisdata.blogspot.com/>).

18. Digital Globe (<https://www.digitalglobe.com/>)
19. Airbus (<https://www.airbus.com/>)
20. USGS Global Visualization Viewer (<http://glovis.usgs.gov/>).
21. World glacier monitoring service (<https://wgms.ch/>)
22. GLIMS: Global Land Ice Measurements from Space (<https://www.glims.org/>)
23. Global Terrestrial Network for Glaciers (<https://www.gtn-g.ch/>)
24. Global Terrestrial Network for Permafrost (<https://gtnp.arcticportal.org/>)
25. National (CIHA) snow and ice data Center (<https://nsidc.org/>)
26. LandsatLook Viewer (<https://landsatlook.usgs.gov/>)
27. The GlobGlacier Project (<http://www.globglacier.ch/>)
28. OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>)
29. Cold Regions Science and Technology (<https://www.coldregions.org/vufind/>)
30. Two-dimensional dynamics modeling of rapid mass movements in 3D alpine terrain (<http://ramms.slf.ch/ramms/>)

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 - поисковая система научной информации www.scopus.com
 - электронная база научных публикаций www.webofscience.com

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Компьютерный класс, оснащенный необходимым программным обеспечением (см. п. 8), доступом в Интернет и мультимедийным проектором для проведения лекционных и практических занятий, а также для самостоятельной работы студентов.

Комплект картографического материала для практических занятий. Библиотека научной литературы кафедры.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — н.с. кафедры криолитологии и гляциологии Турчанинова Алла Сергеевна

11. Разработчики программы: н.с. кафедры криолитологии и гляциологии Турчанинова Алла Сергеевна