

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
КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направления подготовки:
05.03.03 «Картография и геоинформатика»

Направленность (профиль) ОПОП:
общий

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 направлениям подготовки «Картография и геоинформатика», (*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

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.
2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: требуются знания географии, топографии, математики, информатики, картоведения, основ геоинформатики и основ цифровой картографии, изучаемых в рамках программ 1 и 2 курса.
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>ОПК-3 (<i>формируется частично</i>) Способен применять базовые картографические, геоинформационные и аэрокосмические методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных</p>	<p>ОПК-3.1. Применяет базовые картографические, геоинформационные и аэрокосмические методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных</p>	<p>Знать основы теории картографического метода исследования; способы и приемы обработки картографической информации и методику работы с картографическим изображением в целом. Уметь применять картографический метод при решении различных задач в научно-практической деятельности; выбирать приемы и способы работы с отдельными картами, сериями карт и атласов соответственно поставленным задачам</p>
<p>ПК-13 (<i>формируется частично</i>) Способен использовать методы и технологии обработки пространственной информации для создания информационных ресурсов</p>	<p>ПК-13.1. Использует методы и технологии обработки пространственной информации, применяет их во время обработки и визуализации пространственной информации</p>	<p>Уметь использовать картографический метод совместно с историко-географическим, геоинформационным и другими методами исследований. Владеть навыками использования современных способов обработки картографической информации при географических исследованиях: анализа пространственного размещения явлений, установления взаимосвязи между явлениями, оценки надежности и эффективности получаемых результатов</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 39 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 33 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	Подготовка отчета по практической работе	Подготовка к тесту	Всего
Введение	1	1	-	-	-	1	-	-	-
Основные теоретические вопросы использования карт. Развитие и применение картографического метода исследования	4	2	-	-	-	2	2	-	2
Карта как модель действительности. Картографическая информация	8	2	2	-	-	4	4	-	4
Графические и графоаналитические приемы	10	2	4	-	-	6	4	-	4
<i>Текущая аттестация №1</i>	2	<i>Устный опрос по лекционному материалу</i>					2		
Приемы математической статистики. Приемы матанализа	10	4	2	-	-	6	4	-	4
Приемы теории графов. Приемы теории информации	10	2	4	-	-	6	2	2	4

Преобразование картографического изображения	10	3	3	-	-	6	4	-	4
Картографический прогноз и приемы экстраполяции	7	3	2	-	-	5	2	-	2
<i>Текущая аттестация №2</i>	2	<i>Отчеты по практическим работам</i>					2		
Методы экономико-географических и социологических исследований. Надежность исследований по картам	3	3	-	-	-	3	-	-	-
<i>Промежуточная аттестация экзамен</i>	5	<i>Устный экзамен</i>					5		
Итого	72	39					33		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Введение. Определение и задачи картографического метода исследования, его связь с другими географическими дисциплинами.

Основные теоретические вопросы использования карт. Развитие и применение картографического метода исследования. Понятия и термины «картографический метод исследования» и «использование карт». Виды и возможности использования карт. История использования карт в России и в мире. Основные факторы становления картографического метода как научной дисциплины. Этапы развития картографического метода исследования. Создатели картографического метода и условия его становления. Труды Г. Меркатора, А.А. Тилло, Н.М. Волкова, К.А. Салищева, А.Ф. Асланикашвили, А.М. Берлянта, А.В. Гедымина, В.А. Червякова, А.Робинсона (США), У.Тоблера (Канада), Ф.Буйе (Франция), Б. Харли (Великобритания). Уровни исследования по картам.

Карта как модель действительности. Картографическая информация. Понятие и принципы картографического моделирования. Свойства карт и атласов как моделей (абстрактность, избирательность, синтетичность, однозначность, наглядность, обзорность и другие). Метод моделирования как инструмент познания для изучения географических объектов и явлений. Теоретико-картографическое моделирование. Совместное применение карт и других моделей в исследовании географических процессов. Картографическая информация. Вероятностно-статистический и комбинированный подход к оценке картографической информации. Формирование и распознавание географических образов.

Графические и графоаналитические приемы. Система приемов анализа карт. Различные виды анализа картографического изображения. Графические приемы. Двумерные и трехмерные графические модели. Блок-диаграммы в аксонометрической и перспективной проекции. Графоаналитические приемы. Картометрия и тематическая морфометрия, тенденции развития. Исследование по картам закономерностей размещения и анализ конфигурации объектов. Характеристики концентрации явлений, потенциала поля тяготения, показатели соседства, меры близости экономико-географических и социальных объектов. Теория центральных мест В. Кристаллера и А. Леша.

Приемы математической статистики. Статистическая обработка и ее цели. Статистическое распределение. Наиболее употребительные показатели в исследованиях по картам (мода, медиана, стандартное отклонение, дисперсия, коэффициент вариации).

Гистограмма. Приемы математической статистики для изучения пространственно-временных статистических совокупностей и образуемых ими статистических поверхностей. Оценка формы и тесноты связи между явлениями. Коэффициенты корреляции (частный, ранговый, полихорический, тетрахорический и прочие). Визуально-корреляционный анализ. Регрессионный анализ, как логическое продолжение корреляционного анализа. Методы многомерного анализа (общее представление и возможности использования).

Приемы математического анализа. Использование метода аппроксимации для исследования числовых характеристик и качественных свойств объектов и для приведения их к более простой или более удобной форме изучения. Различные способы аппроксимирования в зависимости от конкретных задач исследования. Действия с поверхностями: графическое сложение и вычитание. Разложение картографического изображения на составляющие. Карты фоновых и остаточных поверхностей.

Приемы теории графов. Приемы теории информации. Использование элементов теории графов в исследованиях по экономической географии. Методы теории графов, возможность их использования в топологическом анализе транспортных и экономико-географических сетей (доступность, связность, форма и структура). Теория графов при исследовании структуры транспортных сетей (Л. Василевский, К. Канский (США) и др.). Приемы теории информации для оценки однородности/неоднородности картографического изображения. Понятие энтропии. Энтропия независимых и взаимосвязанных событий. Использование показателя взаимного соответствия явлений для оценки изображения на картах.

Преобразование картографического изображения. Исследования без преобразования и с преобразованием картографического изображения. Анализ отдельной карты (природных и социально-экономических характеристик). Принципы работы и организация исследования по одной карте и серии карт. Преобразование метрики картографирования, структуры и способов картографического изображения. Типы картографических преобразований (вычленение, схематизация, детализация, континуализация и др.). Операторы преобразования и требования к параметрам преобразования. Обратимость преобразований.

Картографический прогноз и приемы экстраполяции. Анализ временных и пространственных рядов наблюдений. Изучение динамики явлений по картам. Методы историко-географических исследований при сравнении разновременных карт. Особенности изучения по разновременным картам медленных, быстрых, эпизодических, циклических изменений явлений и процессов. Изучение взаимосвязей явлений по картам разной тематики. Пространственные корреляции: картограммы взаимосвязей, карты изокоррелят и карты энтропии контуров. Сущность и факторы географического прогнозирования. Использование серий карт для прогноза географических явлений. Картографические экстраполяции. Картографический прогноз во времени и пространстве.

Методы экономико-географических и социологических исследований. Надежность исследований по картам. Применение карт и методов картографического исследования при изучении и охране природы, в эколого-географических и социальных изысканиях. Количественный анализ социально-экономических процессов с использованием тематических карт. Социологические исследования с использованием карт для описания структурных элементов изучаемого явления. Понятие надежности при географических исследованиях. Виды и источники ошибок при исследованиях по картам. Факторы, влияющие на надежность количественных определений по картам.

Содержание семинаров

Тема: Графические приемы

Семинар 1. Построение блок-диаграммы в двойной перспективе по топографическим и геологическим картам.

Задачи: *получить* навыки изображения данных в виде блок-диаграммы участка местности.

Методические указания: описание работы в электронной форме и вариант задания выдается каждому студенту индивидуально.

Отчетный материал: построенная блок-диаграмма с перспективным изображением поверхности, продольным и поперечным геологическими профилями.

Тема: Графоаналитические приемы

Семинар 2. Вычисление объемов по картам различной тематики.

Задачи: *познакомиться* с графоаналитическими приемами анализа карт, вычислить объём явления по картографическому изображению (при условии, что способ изображения явления - изолинии).

Методические указания: *изучить* представленный фрагмент тематической карты (в соответствии с вариантом), вычислить объём явления разными способами (по изолинейной карте способом объемной палетки, в программном пакете Surfer, в программном пакете QGIS).

Отчетный материал: описание хода работы, таблица значений объемов, полученных в результате выполнении расчетов тремя способами, анализ и выводы по точности вычисления объёма на основании полученных данных.

Тема: Карта как модель действительности

Семинар 3. Создание 3-D модели района города.

Задачи: *создать* трёхмерную модель фрагмента города на основе информации из открытых картографических источников.

Методические указания: *выбрать* вариант задания (район/микрорайон населенного пункта), для которого выполнить векторизацию объектов жилой и нежилой зоны, сформировать базу пространственных данных; использовать топографические и тематические планы, данные Open Street Map, Яндекс карты, снимки Google Earth. Программное обеспечение – QGIS, графический редактор для окончательного оформления модели.

Отчетный материал: трехмерная визуализация фрагмента города с оформленной легендой.

Тема: Приемы математической статистики

Семинар 4. Вычисление коэффициента корреляции и построение карт регрессии и отклонений от регрессии.

Задачи: *построить* карты поверхности регрессии и отклонений от регрессии на основе проведенного корреляционного анализа.

Методические указания: *оценить* форму и тесноту связи между двумя явлениями на картах, полученных в качестве исходного материала, построить поле корреляции, выполнить необходимые расчеты для вычисления коэффициента корреляции, составить уравнение регрессии, построить поверхность отклонения, которая отражает влияние факторов, аномальных по отношению к найденной зависимости.

Отчетный материал: созданная карта отклонений от регрессии, текст – интерпретация полученной поверхности регрессии.

Тема: Приемы математического анализа

Семинар 5. Аппроксимирование поверхности ортогональными полиномами П.Л. Чебышева

Задачи: *получить навык* использования методов матанализа при работе с картографическими данными, построения фоновых и аномальных поверхностей на основе данных, полученных с карты.

Методические указания: *использовать* изображение исходной поверхности в условной системе координат; с помощью инструментария ArcGIS или QGIS построить фоновые поверхности, аппроксимированные полиномами второй и третьей степеней (квадратическая и

кубическая полиномиальная регрессия соответственно), используя исходную поверхность, получить карты аномалий (остаточные поверхности).

Отчетный материал: полученные фоновые и остаточные поверхности исходного изображения, анализ полученных изображений с оценкой точности аппроксимации.

Тема: Приемы теории информации

Семинар 6. Определение коэффициента взаимного соответствия (для двух явлений)

Задачи: *оценить* взаимное соответствие явлений с помощью информационных функций.

Методические указания: *изучить* две предложенные карты природных явлений, вычислить значения энтропии для каждого из явлений и совмещенного картографического изображения. Составить комбинационную таблицу и вычислить показатели взаимного соответствия для этих явлений.

Отчетный материал: таблица вычисления показателя взаимного соответствия явления.

Тема: Преобразование картографического изображения

Семинар 7. Континуализация дискретного явления

Задачи: *выполнить* вид картографического преобразования, состоящий в замене дискретного картографического изображения непрерывным; произвести континуализацию картографического изображения.

Методические указания: *привязать* исходную карту, построить сетку равноотстоящих точек, для каждой ячейки сетки посчитать сумму значений в точках; используя дискретные данные, двумя различными методами интерполяции построить непрерывные статистические поверхности.

Отчетный материал: полученное картографическое изображение в виде изолинейной карты (статистической поверхности).

Занятие - конференция

Семинар 8. Создание круговой диаграммы

Задачи: *познакомить* студентов с современными исследованиями на тему использования карт в науках о Земле, с практическим применением картографического метода исследования.

Методические указания: занятие проходит в виде выступлений студентов на основе подобранных заранее и изученных материалов (зарубежные статьи и интернет-ресурсы в соответствии с выбранной темой или вариантом). В реферате каждого студента представлены: актуальность и краткое содержание проведенного исследования, справочно-научная и практическая значимость работы, область применения картографического метода.

Отчетный материал: презентация, реферат, участие в устном обсуждении.

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

Текущая аттестация №1. Устный опрос по лекционному материалу

Примерный перечень вопросов для устного опроса

1. Дать определения понятиям «картографическим методом исследования» и «использованием карт».
2. Каковы задачи в географии можно решать с помощью картографического метода исследования.
3. Каков вклад Г. Меркатора в метод использования карт, какие его произведения содержат разъяснения по использованию карт.
4. В чем состоит заслуга А. Гумбольдта в развитии картографического метода.
5. Условия становления картографического метода исследования.
6. Общенаучные и картографические принципы моделирования
7. Картоиды и анаморфированные карты.
8. Различные подходы к подсчету количества картографической информации.
9. Как оценивается точность прогнозирования по картам.
10. Картографическая экстраполяция.
11. Для чего используется аппарат информационного анализа в картографическом методе исследования.
12. Основные показатели картометрии и морфометрии.
13. Оценка формы и тесноты связи между явлениями.
14. Использование корреляционный анализа как метод прогнозирования.
15. Полихорический и тетрахорический показатель связи.
16. Карты изокоррелят и способы их построения.
17. Требования к параметрам преобразования.
18. Построение блок-диаграммы в аксонометрической проекции.
19. Для чего раскладывают картографическое изображение на составляющие

Текущая аттестация №2. Отчеты по практическим работам. Отчет по практической работе включает выполнение студентом работы по теме семинара (№№ 1-8, см. п. 6. *Содержание семинаров*) и при необходимости исправление замечаний.

Промежуточная аттестация

Экзамен устный.

При отсутствии у обучающегося отчета по одной или нескольким практическим работам на экзамене студенту предоставляется возможность выполнить весь объем учебной работы до ответа по экзаменационному билету в пределах нормативного времени, отведенного на прием устного экзамена (до 30 минут на одного обучающегося). При невыполнении указанного условия, учебный план считается невыполненным, обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Использование карт в картографии. Понятие и термины «картографический метод исследования» и «использование карт».
2. История использования карт в России и в мире. Основные факторы становления картографического метода как научной дисциплины.
3. Историческое развитие количественных методов исследования. Труды отечественных и зарубежных исследователей.
4. Картографический метод исследования в системе «создание – использование карт».
5. Понятие картографического моделирования. Свойства карт и атласов как моделей.
6. Теоретико-картографические модели. Их свойства. Совместное применение карт и других моделей в исследовании географических процессов.
7. Картографическая информация. Вероятностно-статистический и комбинаторный подходы к оценке картографической информации.
8. Информационные свойства карт. Формирование и распознавание географических образов.
9. Принципы картографического моделирования.
10. Система приемов анализа карт. Различные виды анализа картографического изображения.
11. Графические приемы. Двумерные и трехмерные графические модели.
12. Приемы построения блок-диаграмм в аксонометрической и перспективной проекции.
13. Графоаналитические приемы. Картометрия и морфометрия. Современное развитие. Морфометрические исследования рельефа. Основные показатели.
14. Характеристики концентрации явлений, потенциала поля тяготения, показатели соседства, меры близости экономико-географических и социальных объектов.
15. Оценка территориальной дифференциации.
16. Методы математической статистики. Статистическая обработка данных, понятие «статистического рельефа».
17. Основные приемы математической статистики для изучения пространственно-временных статистических совокупностей.
18. Оценка формы и тесноты связи явлений по картам. Коэффициент корреляции. Визуально-корреляционный анализ.
19. Корреляционный анализ. Понятие регрессии.
20. Коэффициенты корреляции (частный, ранговый, полихорический, тетракорический и прочие).
21. Приемы математического анализа. Аппроксимации. Полиномиальные аппроксимации изолинейных поверхностей.
22. Приемы теории информации. Понятие энтропии. Энтропия независимых событий и событий взаимосвязанных.
23. Оценка взаимного соответствия явлений по картам.
24. Использование элементов теории графов в исследованиях по экономической географии.
25. Методы теории графов, возможность их использования в топологическом анализе транспортных и экономико-географических сетей.
26. Принципы работы с картами в географических исследованиях. Исследования без преобразования картографического изображения.

27. Преобразование метрики и структуры картографического изображения. Преобразование способов картографического изображения.
28. Вычленение, схематизация, детализация, континуализация, переход от качественного изображения к количественному
29. Обратимость преобразований при исследованиях по картам.
30. Разложение поверхности по характерным линиям. Метод В. Философова.
31. Разложение картографического изображения на составляющие. Карты фоновых и
32. остаточных поверхностей. Способы построения, анализ «поверхности тренда».
33. Изучение разновременных карт, выявление динамики. Карты динамики.
34. Пространственные корреляции. Картограммы корреляций.
35. Способы построения карт изокоррелят и карт отклонения от регрессии.
36. Использование серий карт в целях прогноза. Картографические экстраполяции. Прогнозы во времени и пространстве, их достоверность.
37. Картографический прогноз и ретрогноз. Точность прогнозирования. Достоверность прогнозных карт.
38. Надежность и точность исследований по картам. Виды и источники ошибок.
39. Влияние генерализации на точность исследований по картам
- 40.

Шкала и критерии оценивания

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: устный опрос, тестирование)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение

Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические задания)	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:

а) Основная рекомендуемая литература

Куршов Г.Д. Топография. Учебник. М.: ИНФРА М, 2016. – 186 с.

Кусов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэро съемки: учебник, 3-е издание. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 256 с.

б) дополнительная литература:

Берлянт А.М. Картографический метод исследования. – 2 изд. – М.: Географический ф-т МГУ, 1988. – 252 с.

Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. – М.: Изд-во «Мысль», 1986. – 240 с.

Краак М.-Я., Ормелинг Ф. Картография. Визуализация геопространственных данных/ под ред. В.С.Тикунова. – М.: Аст-Пресс, 2005. – 325 с.

Map use: reading, analysis, interpretation by Kimberling, A.J., Buckley, A.R., Muehrcke, P.C. and Muehrcke, J.O., Redlands, California, ESRI Press Academic, 2012.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

Не требуется.

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Цифровые топографические карты – <http://ggc.ru> – официальный сайт ГОСГИСЦЕНТРА (Государственного научно-внедренческого центра геоинформационных систем и технологий)

Нормативно-правовая база топографических работ - <http://www.rosreestr.ru/kartografy> - официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр)

Сайт международного центра геофизических данных, <http://www.ngdc.noaa.gov>;

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

- фонд картографических материалов Российской национальной библиотеки - <http://www.nlr.ru/fonds/maps/>

- сайт геологической службы США, <http://www.usgs.gov/>;

- сайт национальной топографической системы Канады, <http://maps.nrcan.gc.ca/>;

- сайт Британской картографо-геодезической службы, <http://www.ordnancesurvey.co.uk>;
- сайт Национальной картографической службы Австралии, <http://www.ga.gov.au/>

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий

Учебная аудитория с доступом в Интернет и установленным программным обеспечением для проведения семинаров.

Картографический фонд кафедры картографии и геоинформатики.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Прохорова Елена Андреевна, доцент кафедры картографии и геоинформатики, к.г.н.

11. Разработчик программы: Прохорова Елена Андреевна, доцент кафедры картографии и геоинформатики, к.г.н.