

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет

«Утверждено»
Декан географического факультета
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 17 » декабря 2018 г.
протокол № 14

член-корр. РАН

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Геоинформатика»

по направлению подготовки **05.03.03 «Картография и геоинформатика»**
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

Направленность (профиль): общий

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Картография и геоинформатика» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: фундаментальная подготовка бакалавров для научно-исследовательской и профессиональной деятельности; выработка у студентов профессиональных навыков в области геоинформатики на основе современных компьютерных и информационных технологий.

Задачи освоения дисциплины: владение методами и технологиями проектирования и использования баз пространственных данных, пространственного анализа и моделирования геосистем, создания и использования географических информационных систем (ГИС); овладение теоретическими представлениями и практическими навыками применения геоинформационных методов и технологий, баз данных и знаний для выполнения исследований в области наук о Земле.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина базовой части ООП бакалавриата, входит в модуль «Геоинформатика и геоинформационное картографирование». Дисциплина обязательная и читается в 5-м семестре 3-его курса. Ее изучение дает фундаментальные знания в области современной геоинформатики как науки, технологии и производственной деятельности.

Для освоения материала разделов дисциплины необходимы знания информатики и компьютерных технологий, географии и картографии, полученные в курсах «Информатика», «Основы геоинформатики», «Картоведение», «Геодезические основы карт», «Высшая математика и программирование», «Дешифрирование аэрокосмических снимков».

Изучение дисциплины необходимо для освоения последующих дисциплин: «Геоинформационное картографирование», «Базы пространственных данных», «Математико-картографическое моделирование», ряда разделов модуля «Географическое картографирование», для прохождения практик и написания выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
способность использовать знания теоретических концепций, истории и методологии картографии, геоинформатики и аэрокосмического зондирования (ПК-2.Б, формируется частично)	Знать теоретические положения геоинформатики как науки и технологии
способность использовать знания в области геоинформатики, компьютерных и мультимедийных технологий для геоинформационного картографирования, получения и обработки данных дистанционного зондирования (ПК-5.Б, формируется частично)	Владеть методами и технологиями обработки пространственной географической, в том числе, аэрокосмической информации; ГИС-технологиями пространственного анализа и моделирования геосистем, проектирования ГИС и баз геоданных.

<p>способность анализировать предметную область, проектировать и создавать базы пространственных данных, картографические базы данных, инфраструктуры пространственных данных, использовать знания об интерфейсе ГИС-пакетов, моделях, форматах данных, вводе пространственных данных и организации запросов в ГИС (ПК-7.Б, формируется частично)</p>	<p>Знать теорию баз пространственных данных; модели, форматы данных, ввод пространственных данных и организацию запросов в ГИС; интерфейс ГИС-пакетов Уметь создавать географические базы и банки данных, проблемно-ориентированные ГИС</p>
---	---

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 72 часа, в т. ч. лекции – 36 часов, семинары – 36 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 72 академических часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	семестр	неделя	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		СРС	
				лекции	семинары		
1	Введение Общие положения	5	1	2	2	-	-
2	Географическая информация и информационное моделирование геопространства	5	2-4	6	6	6	Отчет по практической работе
3	Базовые ГИС-технологии географических исследований	5	5-8	8	8	10	Отчет по практической работе
4	Географический анализ и пространственное моделирование.	5	9-12	8	8	12	Контрольная работа Отчет по практической работе
5	Применение пространственных моделей для исследования геосистем	5	13-15	6	6	12	Отчет по практической работе
6	Методы обеспечения поддержки принятия пространственных решений Создание ГИС-проекта	5	16-18	6	6	4	Отчет по практической работе
7	Промежуточная аттестация					28	Экзамен
	Итого			36	36	72	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций

Введение. Общие положения. Место геоинформатики в системе наук. Основные теоретические концепции в геоинформатике: научно-познавательный и инженерно-технологический подходы к геоинформатике; объект, предмет и метод исследования в геоинформатике. Интеграция геоинформатики, картографии и дистанционного

зондирования. Географическое обоснование ГИС. ГИС и карты, задачи геоинформационного картографирования. Типы геоизображений. Требования к информационному, техническому и программному обеспечению ГИС. ГИС-инфраструктура, ГИС-центры.

Географическая информация и информационное моделирование геопространства. Пространственная, временная, непространственная геоинформация. Понятия: данные, информация, знания. Концептуальные особенности моделей пространственной информации (объектно-ориентированная, географического поля, сетевая; растровая и векторная дискретизация). Понятие пространственного объекта. Пространственные отношения. Типы и источники пространственных данных. Способы представления пространственных данных в цифровой форме. Организация и форматы данных. Базы географических данных. Требования к базе данных. Стандарты. Понятие качества данных: точность данных и типы ошибок, позиционная точность, точность атрибутов, логическая непротиворечивость, полнота, происхождение. Инфраструктура пространственных данных и ее базовые компоненты. Метаданные.

Базовые ГИС-технологии географических исследований. Особенности использования растровых и векторных данных для представления географических объектов, их преимущества и недостатки. Способы хранения и преобразования векторных данных (вычисление длин, площадей, определение взаимоположения точек, линий и полигонов). Представление топологии в БД. Хранение и преобразования растровых данных (кодирование, порядок сканирования и декодирование; иерархические структуры данных). Типы операций оверлея и буферизации, особенности их применения для пространственного анализа. Анализ атрибутивной информации и построение запросов. Формирование новых объектов по пространственным запросам. Использование и методы обработки аэро- и космических снимков в ГИС. Функциональные возможности ГИС-пакетов.

Географический анализ и пространственное моделирование. Способы геокодирования. Методы тематического согласования слоев информации в ГИС. Исследование взаимосвязей объектов по пространственным критериям, с использованием наложения слоев и построения буферных зон. Методы интерполяции по дискретно расположенным точкам и по ареалам. Статистический анализ пространственных данных. Пространственное моделирование и пространственная интерполяция: детерминированные методы – обратно взвешенное расстояние ОВР (IDW); естественная окрестность Natural Neighbor; Тренд (Trend); и Сплайн (Spline); геостатистические методы – кригинг Сетевой анализ, геометрические сети. Задачи пространственного моделирования; подготовка исходных данных для создания модели.

Применение пространственных моделей для исследования геосистем. Построение статистических поверхностей. Определение местоположения и оптимального размещения объектов. Моделирование пространственных распределений. Моделирование динамики.

Методы обеспечения поддержки принятия пространственных решений. Понятие систем поддержки принятия решений (СППР). Экспертные подсистемы, структура подсистемы принятия решений в ГИС и технологии ее функционирования. Процедуры многокритериальных и многоцелевых оценок. Понятие нечетких множеств, их использование в ГИС. Создание ГИС-проекта.

Содержание семинаров

- 1. Обсуждение основных понятий геоинформатики (контроль остаточных знаний).**
- 2. Изучение способов представления пространственной и атрибутивной информации для моделирования геопространства, (практические работы).** Определение опорных точек. Построение поверхности по точечным данным .

3. Освоение технологий пространственной интерполяции для построения географических полей (практические работы) Интерполяция поверхности методом естественной близости и указание барьера. Моделирование пространственных распределений.

4. Методы географического анализа и моделирования (практические работы). Построение классов пространственных объектов. Моделирование и вычисление плотности распределения. Построение изолинейных поверхностей. Моделирование пространственной видимости объектов. Анализ поверхности, представленной способом свето-теневой отмывки. Создание моделей углов наклона и экспозиции. Контрольная работа.

5. Применение пространственных моделей для географических исследований (практические работы). Задание параметров среды анализа. Интерполяция поверхности с помощью инструмента Топо в растр для обеспечения гидрологической корректности модели. Оценка качества исходных данных для геостатистического моделирования с использованием модуля ArcGIS Geostatistical Analyst, построение моделей методом кригинга. Использование инструментов визуализации и анализа поверхностей (Model builder).

6. Выполнение аналитических ГИС-проектов (практические работы): Поиск наилучшего места для нового убежища; Вычисление общей длины затопленных при наводнении дорог; создание картографических представлений на основе анализа данных о местообитаниях, почвенных данных.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа по дисциплине предусматривает:

- изучение основной литературы по дисциплине и работу по закреплению знаний, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий;

- чтение и проработку литературных источников из дополнительного списка литературы, самостоятельный поиск и работу с дополнительными источниками информации, в т.ч. периодическими научными изданиями, Интернет-источниками и базами данных;

- самостоятельное закрепление навыков работы с опорой на знания, полученные во время семинарских занятий.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Отчет по практической работе включает выполнение студентом работы по теме семинара (№№ 1-6, см. п. 5. Содержание дисциплины) и при необходимости исправление замечаний.

Перечень примерных вопросов для контрольной работы:

1. Чем отличаются типы систем управления базами данных, используемые в ГИС? Приведите примеры.
2. В чем заключаются принципиальные отличия и особенности формирования моделей объектов реальности, пространственных объектов, пространственных данных?
3. Опишите особенности, преимущества и дайте обоснование выбора формата данных.
4. Каковы основные причины и предпосылки, способствовавшие появлению ГИС?
5. Каковы основные задачи первых ГИС? Раскройте сущность, структуру, функции ГИС.

6. Охарактеризуйте показатели качества данных. Как осуществляется цифрование исходных картографических материалов? Как отслеживается точность? Каковы пути устранения последствий ошибок в данных?
7. Особенности технического и программного обеспечения ГИС.
8. Задачи и способы географической привязки данных.
9. Раскройте и сопоставьте базовые понятия информатики: данные, информация, знания
10. Особенности интерфейса пользователя в ГИС. Обоснуйте определение ГИС как информационной модели территории.
11. Методы пространственного моделирования:
 - общие задачи
 - назначение каждого из методов
 - методические особенности
 - используемые ГИС-технологии
12. Способы учета топологических отношений и представления топологии в БД ГИС. Сопоставьте возможности реализации векторных и векторно-топологических моделей в разных ГИС-пакетах..
13. Операции оверлея полигонов. Опишите особенности их применения для исследования пространственных взаимосвязей.
14. Каковы основные задачи пространственного моделирования геосистем и принципы их решения (перечислить).
15. Каковы задачи и в чем специфика методов определения местоположения и оптимального размещения объектов.
16. Цели и методы моделирования пространственных распределений. Сопоставьте с традиционными картографическими методами.
17. Опишите задачи построения статистических поверхностей и проанализируйте специфику применения разных методов моделирования таких поверхностей.
18. В каких случаях необходимо выполнять интерполяцию по ареалам и каковы общие подходы к ее реализации?
19. Почему ГИС является определяющим в системе поддержки принятия решений (СППР) на ситуационном уровне? Каковы основные требования к информации на этом уровне?
20. Каковы цели и методы создания системы поддержки принятия решений (СППР)? Определение, структура системы, критерии.
21. Чем отличаются методы и технологии многокритериальных и многоцелевых оценок в СППР? Дайте определения и примеры.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный экзамен.

При отсутствии у обучающегося отчёта по одной или нескольким практическим работам на экзамене студенту предоставляется возможность выполнить весь объём учебной работы до ответа на вопрос в пределах нормативного времени, отведенного на приём 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. Геоинформатика и ее взаимосвязи с науками о Земле.
2. Определения и задачи геоинформатики
3. Общее представление о ГИС: история развития, сущность, структура, функции
4. Концептуальные модели реальности и пространственной информации

5. Модели пространственных данных
6. Структура баз данных и модели СУБД
7. Классификация ГИС
8. Модели данных в разных проблемно-ориентированных ГИС
9. Информационное обеспечение ГИС. Типы источников данных
10. Проектирование географических баз и банков данных
11. Представление географической информации в базах данных
12. Графическая визуализация информации
13. ГИС и информационно-аналитические модели территории
14. Оценка качества и особенности интеграции разнотипных данных
15. Базовые функции программного обеспечения ГИС
16. Географическая привязка данных
17. Понятия: данные, информация, знания
18. Интерфейс пользователя в ГИС
19. Структура и функции экспертных подсистем ГИС
20. Особенности представления и хранения пространственной и атрибутивной информации о географических объектах
21. Преобразования форматов данных (конвертирование)
22. Способы хранения и преобразования векторных данных (вычисление длин, площадей, определение взаимоположения точек, линий и полигонов)
23. Учет топологических отношений объектов и представление топологии в БД
24. Операции оверлея полигонов и их использование при исследовании взаимосвязей объектов
25. Хранение и преобразования растровых данных. Операции с растровыми слоями БД
26. Иерархические структуры данных: дерево квадрантов
27. Задачи и методы пространственного анализа в ГИС
28. Принципы и способы пространственного моделирования
29. Методы определения местоположения и оптимального размещения
30. Методы пространственной интерполяции. Моделирование статистических поверхностей
25. Моделирование пространственных распределений
26. Операции с цифровой моделью рельефа
27. Триангуляционные модели (построение и использование)
28. Методы тематического согласования слоев информации в ГИС
29. Использование метода нечетких множеств при тематическом согласовании слоев
30. Задачи и способы функционирования системы принятия решений в ГИС
31. Блок моделирования ГИС, примеры построения математико-картографических моделей в ГИС; гидрологические приложения
32. Основные коммерческие ГИС-пакеты: структура и особенности функционирования

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
РО и соответствующие виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: <i>устный опрос, контрольная работа</i>)	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

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Берлянт А. М. Теория геоизображений. М.: ГЕОС, 2006. 262 с.

Геоинформатика: (в 2 кн.) / Под ред. В. С. Тикунова. М.: Издательский центр «Академия», 2010. Кн. 1– 400 с., Кн. 2 – 432 с.

Картоведение /под ред. А. М. Берлянта. М.: Аспект-Пресс, 2003, 477 с

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Изд. Центр Академия, 2011. 416 с.

Лурье И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Под ред. А.М. Берлянта. М.: Изд-во ООО ИНЕКС-92, 2002, 140 с.

Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. — Книжный дом Университет Москва, 2016. — С. 424.

Лурье И. К., Самсонов Т. Е. Основы геоинформатики. — Географический факультет МГУ Москва, 2016. — С. 200.

б) дополнительная литература:

Берлянт А.М. Геоинформатика. М.: Астрель, 1996, 208 с.

Взаимодействие картографии и геоинформатики. /Под ред. А.М. Берлянта и О.Р. Мусина. М.: Научный Мир, 2000. 192 с.

География, общество, окружающая среда. Том VII «Картография, геоинформатика, аэрокосмическое зондирование». / Под ред. А. М. Берлянта, Ю. Ф. Книжникова. М.: Изд. Дом «Городец», 2004. 24 с. +32 с. цв

Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов/Под ред. А.М. Берлянта, А.В. Кошкарева. М.: ГИС Ассоциация, 1999. 204 с.

ГОСТ Р 52571—2006 «Географические информационные системы. Совместимость пространственных данных. Общие требования». М.: ИПК Изд-во стандартов. 2006

ГОСТ Р 53339-2009 «Данные пространственные базовые. Общие требования». [сайт] / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. URL: <http://protect.gost.ru>

Дейт К. Введение в системы баз данных, 6-е-издание. —СПб.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 848с.

ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы. Пер. с англ. М.: Дата+, 1999. 490 с.

Кошкарёв А.В. Понятия и термины геоинформатики и ее окружения. Учебно-справочное пособие. /Российская академия наук. Институт Географии. М.: ИГЕМ РАН. 2000, 76 с.

Лурье И. К. Косиков А. Г. Теория и практика цифровой обработки изображений М.: Изд-во Научный мир, 2003, 168 с.

МакКой Д., Джонстон К. ARCGIS9 Spatial Analyst. Руководство пользователя / ESRI Inc, 2001. / Пер. с англ. М.: Дата+, 2002. 216 с.

Серапинас Б. Б. Основы спутникового позиционирования. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 256 с.

Серапинас Б.Б. Геодезические основы карт. М., Изд. МГУ, 2001, 132 с.

Сербенюк С.Н. Картография и геоинформатика - их взаимодействие /Под ред. В.А. Садовниченко. -М.: Изд-во Моск. ун-та,1990. 159 с.

Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа. -2009.

Шекхар Шаши, Чаула Санжей. Основы пространственных баз данных. М.: КУДИЦ-ОБРАЗ. 2004.-330 с.

Burrough P. A. and McDonnell R. A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 1998. 333 p.

Jones C. Geographical Information Systems and Computer Cartography. Longman Limited, 1997. 319 p.

Plewe B. GIS Online: Information Retrieval, Mapping, and the Internet. Geoinformation International, Cambridge, UK, 1997. 311 p.

Zadeh L. A. Fuzzy sets / Information and Control, №8. 1965. P. 338-353

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение для геоинформационного анализа и картографирования: ArcGIS, или MapInfo, или QGIS.

Стандарты пространственных данных

- Стандарт ISO 19125 Simple Features: <https://www.iso.org/standard/40114.html>
- Open Geospatial Consortium: <https://www.opengeospatial.org/>
- Программное обеспечение для управления системами координат PROJ: <https://proj.org/about.html>

Источники базовых пространственных данных

- Natural Earth: наборы согласованных растровых и векторных данных для мелкомасштабного картографирования: <https://www.naturalearthdata.com/downloads/>
- Глобальная база данных административных границ: <https://gadm.org/>
- Глобальная цифровая модель рельефа SRTM: <http://srtm.csi.cgiar.org/>
- Глобальная цифровая модель рельефа ALOS (AW3D30): <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/index.htm>
- Глобальная цифровая модель рельефа MERIT DEM: http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamada/MERIT_DEM/
- Наборы векторных общегеографических данных Openstreetmap: <https://www.openstreetmap.org/>

Источники тематических пространственных данных

- Сайт статистического агентства Европейского Союза: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- Геопортал Геологической службы США: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Портал открытых данных правительства Москвы: <https://data.mos.ru/>

Источники данных дистанционного зондирования

- Геопортал доступа к данным съёмки с КА Sentinel: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- Геопортал доступа к материалам съёмки Земли из космоса и производным продуктам: <https://processing.eos.com/workflows>
- Геопортал доступа к данным архивной съёмки Земли Геологической службы США: <https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=0>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий с мультимедийным проектором и компьютерами, организованными в локальную сеть. Выделенный компьютер, функционирующий в режиме сервера баз данных/сервера приложений. Учебные ГИС, учебный фонд цифровых карт и снимков.

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

Тесты контроля остаточных знаний по дисциплине

1. Какой метод интерполяции основан на диаграмме Вороного и обеспечивает гладкую интерполяцию между узлами в триангуляционных моделях рельефа?
А) линейная интерполяция;
Б) полигональная интерполяция;
В) метод естественного соседа;
Г) метод ближайшего соседа.
2. Метод естественных интервалов:
А) Минимизирует число объектов внутри классов по методу наименьших квадратов
Б) Минимизирует дисперсию внутри классов и максимизирует отличия между классами
В) Выделяет классы на основе экстремумов ряда
Г) Подбирает наилучший метод классификации в зависимости от параметров статистического ряда
3. Перечислите базовые геоинформационные технологии географического анализа
4. Охарактеризуйте применимость и преимущества метода кригинга для моделирования поверхности.

Программа одобрена на заседании кафедры картографии и геоинформатики.

Зав. кафедрой



И.К. Лурье

Разработчик:

Лурье Ирина
Константиновна

профессор, д.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики

Эксперт:

Самсонов
Тимофей
Евгеньевич

ведущий научный
сотрудник, к.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики