

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)
ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАТИКИ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

**Направление подготовки: 05.03.02 «География»,
05.03.04 «Гидрометеорология», 05.03.06 «Экология и природопользование»,
05.04.03, «Картография и геоинформатика» 05.03.03**

Направленность (профиль) ОПОП:
все направленности (профили)

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 21, дата 30.09.2023)

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», «Гидрометеорология», «Экология и природопользование» «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 базовой части ОПОП, является обязательной для освоения;
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: дисциплина «Основы геоинформатики» базируется на знаниях дисциплин из модулей «Математика и информатика», «Картография» и знаниях основных дисциплин естественно-научного цикла.
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-2 (формируется частично) Способен использовать базовые знания в области картографии и геоинформатики при создании картографических произведений и геоинформационных систем</p>	<p>ОПК-2.1. Использует базовые знания в области картографии и геоинформатики при создании картографических произведений и геоинформационных систем</p>	<p>Знать: базовые понятия геоинформатики, измерение, кодирование и представление географической информации в вычислительных системах; теоретические положения геоинформатики как науки и технологии, способы проектирования баз пространственных данных и ГИС разного типа и тематики</p>
<p>ОПК-4 (формируется частично) Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе геоинформационных технологий</p>	<p>ОПК-4.1. Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе геоинформационных технологий</p>	<p>Уметь: использовать знания, полученные в области геоинформатики для сбора, хранения и обработки статистической, аналоговой и цифровой пространственно-определенной информации с применением компьютерных технологий</p> <p>Владеть: техническими и программными средствами геоинформационных технологий, сетевыми технологиями обработки и отображения географической информации; базовыми геоинформационными методами географического анализа и пространственного моделирования для исследования природных и социальных геосистем</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 52 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 20 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	Подготовка к семинарам	Всего
Фундаментальные понятия геоинформатики	4	2	2	-	-	4	-	-	-
Модели пространственных данных	10	4	4	-	-	8	2	-	2
Базы пространственных данных	14	4	4	2	-	10	2	2	4
Технологии обработки пространственных данных	12	6	4	-	-	10	1	1	2
Географический анализ и пространственное моделирование	18	8	4	2	-	14	2	2	4
Геоинформационные системы	10	4	2	-	-	6	2	2	4
Промежуточная аттестация: зачет	4	<i>Устный зачет</i>					4		
Итого	72	52					20		

Содержание лекций

Фундаментальные понятия геоинформатики. Понятие о географической информации. Определения и задачи геоинформатики. Основные теоретические концепции в геоинформатике. Базовые понятия геоинформатики. Взаимодействие геоинформатики, картографии и аэрокосмического зондирования.

Модели пространственных данных. Модели пространственных данных и объектов. Классификация моделей. Векторные модели и модели покрытий. Дискретные иерархические сеточные (гридовые) системы. Кодирование и сжатие информации. Иерархические структуры данных. Дерево квадрантов. Выбор модели пространственной информации. Позиционная и семантическая составляющие данных. Нечеткие географические объекты и множества. Пространственная привязка. Виды пространственной привязки. Координатная привязка. Дискретная географическая привязка данных. Определение пространственной привязки. Форматы описания пространственной привязки. Привязка геоизображений. Алгоритмы трансформирования геоизображений. Проецирование. Обратное проецирование. Трансформация. Адресное геокодирование.

Базы пространственных данных. Типы и источники пространственных данных. Проектирование географических баз данных. Требования к базе данных. Этапы проектирования базы данных. Базовые понятия реляционных баз данных. Язык реляционных баз данных SQL — функции и основные возможности. Системы управления базами данных. Особенности представления пространственных объектов в БД. Организация и форматы пространственных данных. Пространственные индексы. Пространственные запросы. Качество пространственных данных и контроль ошибок. Типы ошибок в данных и их источники. Позиционная точность данных. Точность атрибутивных данных. Логическая непротиворечивость, полнота, происхождение. Особенности интеграции разнотипных данных.

Технологии обработки пространственных данных. Векторные модели и их преобразования. Алгоритмы определения пересечения линий. Способы вычисления длин линий, периметров и площадей полигонов. Алгоритм «точка в полигоне». ГИС-технологии пространственного анализа. Операции оверлея полигонов. Модели покрытий и их преобразования. Растровые модели. Технологии анализа данных, основанные на ячейках растра. Обработка триангуляционных и дискретных иерархических моделей. Технологии совмещения и оценки пригодности данных.

Географический анализ и пространственное моделирование. Визуализация пространственных данных. Генерализация пространственных данных. Методы пространственного анализа. Классификация объектов путем группировки значений их признака. Методы интеграции признаков для исследования взаимосвязей и классификации объектов. Исследование взаимосвязей с использованием операций оверлея. Выбор объектов по пространственным критериям. Анализ сетей. Методы пространственного моделирования. Интерполяция по дискретно расположенным точкам. Интерполяция по ареалам. Построение статистических поверхностей. Алгебра карт. Определение местоположения и оптимального размещения объектов. Цифровое моделирование рельефа. Пространственная статистика. Применение пространственных моделей. Обеспечение принятия пространственных решений. Операции с атрибутами множества объектов, перекрывающихся в пространстве. Выбор объектов по пространственным критериям. Анализ близости. Анализ видимости/невидимости.

Геоинформационные системы. Общее представление о геоинформационных системах (ГИС). Основные этапы развития ГИС. География и ГИС. Карты как основа ГИС. Понятие геоинформационного картографирования. Типы ГИС. Проблемно-ориентированные ГИС.

Требования к техническому и программному обеспечению ГИС. Подсистемы реализации ГИС-технологий. Характеристика технических средств ГИС. Технологии ввода графической информации. Общая характеристика программных коммерческих ГИС-пакетов. Разработка ГИС-проекта. Общие вопросы проектирования базы данных ГИС. Учет особенностей моделей данных и функциональных средств ГИС. Экспертные подсистемы ГИС.

Содержание семинаров

Практические работы по курсу «Основы геоинформатики» проводятся в форме компьютерного ГИС-практикума. Практикум выполняется на базе QGIS, при этом учитывается, что студенты уже обладают элементарными навыками работы с пространственными данными, визуализацией и оформлением карт в QGIS. Перечень упражнений незначительно отличается для разных направлений подготовки («География», 05.03.04 «Гидрометеорология», 05.03.06 «Экология и природопользование», 05.04.03 «Картография и геоинформатика» 05.03.03).

Семинар 1. Координатная привязка данных.

Привязка растровых данных. Привязка сканированной топографической карты по координатам пересечений линий сетки. Привязка аэрофотоснимка по характерным точкам. Оценка точности привязки. Привязка в интерактивном режиме («по двум точкам») Ссылка: <https://aentin.github.io/qgis-course/raster-reference.html>

Семинар 2. Создание пространственных объектов, атрибутивные и пространственные запросы.

Создание полигональных объектов путём оцифровки привязанного растрового изображения. Редактирование геометрии и атрибутов. Выборка по пространственному положению. Выборка по условию. Вычисления с использованием Калькулятора полей. Ссылка: <https://aentin.github.io/qgis-course/digitizing-districts.html>

Семинар 3. Векторный оверлей, расчёт показателя взаимосвязи

Оверлей наборов пространственных данных, представляющих контура почв и рельефа. Нахождение геометрического пересечения. Объединение по признаку. Расчёт площади с использованием Калькулятора полей. Соединение таблиц. Расчёт показателя взаимосвязи с использованием Калькулятора полей Ссылка: <https://aentin.github.io/qgis-course/overlay.html>

Семинар 4. Растровый оверлей, выбор оптимального местоположения

Расчёт уклона на основе цифровой модели рельефа. Расчёт евклидовых расстояний. Калькулятор растров. Взвешенный оверлей растров. Выбор оптимального местоположения на основе взвешенного оверлея Ссылка: <https://aentin.github.io/qgis-course/weighted-overlay.html>

Тема: Тематические задачи

Семинар 5. Гидрологическое моделирование с использованием ЦМР (для направлений подготовки «География», 05.03.04, «Гидрометеорология», 05.03.06)

Расчёт водосборной площади по ЦМР. Определение границ бассейна по ЦМР. Восстановление сети потенциальных водотоков. Ссылка: <https://aentin.github.io/qgis-course/weighted-overlay.html>

Семинар 6. Основы сетевого анализа в ГИС (для направления подготовки: «География» 05.03.02)

Подключаемые модули для сетевого анализа в QGIS. Построение кратчайшего маршрута на графе. Расчёт зон доступности Ссылка: <https://aentin.github.io/qgis-course/networks.html>

Семинар 7. Геокодирование (для направлений подготовки: «География» 05.03.02, «Картография и геоинформатика» 05.03.03)

Геокодирование адресов квартир по данным ЦИАН. Ядерная оценка плотности. Картографирование плотности объявлений с использованием ядерной оценки <https://aentin.github.io/qgis-course/networks.html>

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

Текущая аттестация №1. Тест по лекционному материалу

Примерный вариант теста по теоретическому материалу

1) Векторно-топологическая модель – это: А) Модель преобразования векторных данных в топологические; Б) Модель анализа топографических данных, основанная на логических операциях; В) Модель представления данных, учитывающая пространственные отношения между объектами; Г) Модель представления векторных данных для топографических карт.

- 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) Дать определения моделей пространственных данных и пространственных объектов.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Фундаментальные понятия геоинформатики. Понятие о географической информации.
2. Определения и задачи геоинформатики. Основные теоретические концепции в геоинформатике. Базовые понятия геоинформатики.
3. Взаимодействие геоинформатики, картографии и аэрокосмического зондирования.
4. Модели пространственных данных. Модели пространственных данных и объектов. Классификация моделей. Векторные модели и модели покрытий. Дискретные иерархические сеточные (гридовые) системы.
5. Кодирование и сжатие информации. Иерархические структуры данных. Дерево квадрантов.
6. Выбор модели пространственной информации. Позиционная и семантическая составляющие данных.
7. Нечеткие географические объекты и множества.
8. Пространственная привязка. Виды пространственной привязки. Координатная привязка. Дискретная географическая привязка данных.
9. Определение пространственной привязки. Форматы описания пространственной привязки.
10. Привязка геоизображений. Алгоритмы трансформирования геоизображений.
11. Проецирование. Обратное проецирование. Трансформация.
12. Адресное геокодирование.
13. Базы пространственных данных. Типы и источники пространственных данных.
14. Проектирование географических баз данных. Требования к базе данных. Этапы проектирования базы данных.
15. Базовые понятия реляционных баз данных. Язык реляционных баз данных SQL — функции и основные возможности.
16. Системы управления базами данных. Особенности представления пространственных объектов в БД.
17. Организация и форматы пространственных данных. Пространственные индексы.
18. Пространственные запросы.
19. Качество пространственных данных и контроль ошибок. Типы ошибок в данных и их источники. Позиционная точность данных. Точность атрибутивных данных.
20. Особенности интеграции разнотипных данных.
21. Алгоритмы определения пересечения линий. Способы вычисления длин линий, периметров и площадей полигонов. Алгоритм «точка в полигоне».
22. Операции оверлея полигонов.
23. Модели покрытий и их преобразования. Растровые модели. Технологии анализа данных, основанные на ячейках растра.

24. Обработка триангуляционных и дискретных иерархических моделей.
25. Технологии совмещения и оценки пригодности данных.
26. Визуализация пространственных данных.
27. Генерализация пространственных данных.
28. Классификация объектов путем группировки значений их признака. Методы интеграции признаков для исследования взаимосвязей и классификации объектов.
29. Исследование взаимосвязей с использованием операций оверлея. Выбор объектов по пространственным критериям.
30. Анализ сетей.
31. Интерполяция по дискретно расположенным точкам.
32. Интерполяция по ареалам.
33. Алгебра карт.
34. Определение местоположения и оптимального размещения объектов.
35. Цифровое моделирование рельефа.
36. Пространственная статистика.
37. Применение пространственных моделей. Обеспечение принятия пространственных решений.
38. Операции с атрибутами множества объектов, перекрывающихся в пространстве.
39. Анализ близости. Анализ видимости/невидимости.
40. Геоинформационные системы. Общее представление о геоинформационных системах (ГИС). Основные этапы развития ГИС. География и ГИС. Карты как основа ГИС.
41. Понятие геоинформационного картографирования.
42. Типы ГИС. Проблемно-ориентированные ГИС.
43. Требования к техническому и программному обеспечению ГИС. Подсистемы реализации ГИС-технологий. Характеристика технических средств ГИС.
44. Технологии ввода графической информации.
45. Общая характеристика программных коммерческих ГИС-пакетов.
46. Разработка ГИС-проекта.
47. Экспертные подсистемы ГИС.

Шкала и критерии оценивания

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
----------------------------------------------------	----------------	--------------

Знания (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	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:

а) Основная рекомендуемая литература

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

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

б) Дополнительная литература:

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

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

ГОСТ Р 52438-2005 Географические информационные системы. Термины и определения.

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

- Перечень программного обеспечения

QGIS — Свободная географическая информационная система с открытым кодом (<https://www.qgis.org/ru/site/>)

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Федеральный фонд пространственных данных: <https://portal.fppd.cgkipd.ru>

Цифровые географические основы ВСЕГЕИ: <https://vsegei.ru/ru/info/topo/>

База данных OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org/>

База данных Natural Earth: <https://www.naturalearthdata.com>

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

- Основы геоинформатики: практикум в QGIS: <https://aentin.github.io/qgis-course/>

- Основы геоинформатики: практикум в ArcGIS: <https://tsamsonov.github.io/arcgis-course/>

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Две учебных аудитории для проведения семинарских занятий, оборудованные персональными компьютерами с установленным программным обеспечением и выходом в Интернет.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Самсонов Тимофей Евгеньевич, ведущий научный сотрудник кафедры картографии и геоинформатики, к.г.н.; преподаватели: с.н.с. Энтин Андрей Львович, доцент Л.А. Ушакова, с.н.с. А.М. Карпачеваский, с.н.с. Аляутдинов А.Р., с.н.с. М.Ю. Грищенко, иные сотрудники кафедры картографии и геоинформатики по поручению заведующего кафедрой.

11. Разработчики программы: Самсонов Тимофей Евгеньевич, ведущий научный сотрудник кафедры картографии и геоинформатики, к.г.н., Лурье Ирина Константиновна, заведующий кафедрой картографии и геоинформатики, д.г.н.