

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)  
ГЕОИНФОРМАТИКА**

---

**Уровень высшего образования:**  
*бакалавриат*

---

**Направление подготовки:**  
**05.03.03 «Картография и геоинформатика»**

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**общий профиль**

---

**Форма обучения:**  
**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(протокол № 18 от 22.11.2022)

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, реализуемых 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 базовой части ОПОП, является обязательной для освоения.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в курсах «Математика», «Информатика», «Высшая математика», «Основы геоинформатики», «Топография», «Картоведение», «Геодезические основы карт», «Основы цифровой картографии».
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><b>ОПК-5</b> (<i>формируется частично</i>). Способен использовать знания по организации и ведению картографических и геоинформационных работ, выполнять составительские и редакционные работы.</p>	<p>ОПК-5.1. Использует знания по организации и ведению картографических и геоинформационных работ, выполняет составительские и редакционные работы</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы организации картографических и геоинформационных работ  <b>Уметь:</b> организовывать и вести картографические и геоинформационные работы, включая работы по составлению и редактированию карт  <b>Владеть:</b> навыками организации и управления рабочими потоками создания и редактирования пространственных данных</p>
<p><b>ПК-8</b> (<i>формируется частично</i>). Владеет программным обеспечением в области картографии, геоинформатики; способен комплексировать возможности нескольких программ в рамках сложных технологических цепочек, разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.</p>	<p>ПК-8.1. Владеет программным обеспечением в области картографии и геоинформатики, объединяет возможности нескольких программ в рамках сложных технологических цепочек</p>	<p><b>Знать:</b> возможности и ограничения современного прикладного программного обеспечения в области картографии и геоинформатики; теоретические основы различных методик анализа и моделирования геосистем с использованием пространственных данных;  <b>Уметь:</b> выбирать стек программного обеспечения, подходящего для решения поставленной задачи, самостоятельно реализовывать алгоритмы и методики геоинформационного анализа и моделирования с использованием различных инструментов автоматизации.  <b>Владеть:</b> навыками работы в основном геоинформационном программном обеспечении, включая визуальное редактирование пространственных и семантических данных</p>
<p><b>ПК-9</b> (<i>формируется частично</i>). Способен проектировать и</p>	<p>ПК-9.1. Проектирует и создаёт базы пространственных</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы проектирования баз и банков пространственных данных; теоретические основы проектирования</p>

<p>создавать базы пространственных данных, описывать их семантику посредством метаданных, разрабатывать геоинформационные системы различного назначения.</p>	<p>данных с описанием их семантики посредством метаданных, разрабатывает геоинформационные системы различного назначения</p>	<p>геоинформационных систем, современные правила описания семантики данных и составления метаданных.  <b>Уметь:</b> проектировать базы пространственных данных; проектировать геоинформационные системы (ГИС) различного назначения.  <b>Владеть:</b> навыками работы с системами управления базами данных, в том числе с их расширениями для пространственных данных.</p>
--	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) — 8 зачётных единиц, в том числе 147 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 141 академический час 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	Выполнение самостоятельной работы (включая написание отчета)	Всего
Тема 1. Географическая информация и пространственные данные.	20	6	6	-	-	12	8	8
Тема 2. Пространственная привязка.	20	8	4	-	-	12	8	8
Текущая аттестация: зачёт по практическим работам	5	-	3	-	-	3	2	2
Тема 3. Базы пространственных данных.	25	10	5	-	-	15	10	10
Тема 4. Пространственные запросы.	20	8	4	-	-	12	8	8
Промежуточная аттестация: экзамен	20	<i>Устный экзамен</i>					20	
Тема 5. Векторный анализ	20	8	4	-	-	12	8	8
Тема 6. Сетевой анализ	20	8	4	-	-	12	8	8
Текущая аттестация: контрольная работа	5	-	3	-	-	3	2	2
Тема 7. Растровый анализ	20	8	4	-	-	12	8	8
Промежуточная аттестация: зачёт	3	<i>Устный зачёт</i>					3	

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	Выполнение самостоятельной работы (включая написание отчета)	Всего	
Тема 8. Пространственная интерполяция	20	8	4	-	-	12	8	8	
Тема 9. Пространственная статистика.	20	8	4	-	-	12	8	8	
Текущая аттестация: зачёт по практическим работам	5	-	3	-	-	3	2	2	
Тема 10. Цифровое моделирование рельефа	45	13	14	-	-	27	12	18	
Промежуточная аттестация: экзамен	20	<i>Устный экзамен</i>						20	
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>147</b>						<b>141</b>	

## Содержание лекций, семинаров

### Содержание лекций

**Тема 1. Географическая информация и пространственные данные.** Понятие о географической информации и пространственных данных. Географические информационные системы (ГИС). Концептуальные модели географической информации и процессов ее генерации. Пространственные переменные. Модели пространственных данных и объектов. Векторные модели, модели покрытий, сетевые модели. Дискретные глобальные сеточные (гридовые) системы (ДГСС). Пространственно-временные данные. Создание пространственных данных. Преобразования моделей пространственных данных. Выбор моделей в соответствии с географической сутью явлений. Метаданные пространственных данных. Стандарты ГОСТ, OGC и ISO в области пространственных данных.

**Тема 2. Пространственная привязка.** Виды пространственной привязки. Абсолютные и относительные методы пространственной привязки. Системы координат пространственных данных. Эпохи систем координат. Высотные, временные и линейные координаты. Форматы описания систем координат WKT, PROJ и EPSG. Операции проектирования, обратного проектирования и трансформирования пространственных данных. Передискретизация растровых данных. Программные библиотеки для работы с системами координат. Адресное геокодирование и обратное геокодирование. Адресные локаторы и газеттиры.

**Тема 3. Базы пространственных данных.** Организация баз пространственных данных средствами реляционных и нереляционных СУБД. Проектирование базы пространственных данных. Структуры данных, используемые для программной реализации моделей. Топологические структуры данных и проверки топологии. Семантика пространственных данных. Подтипы и домены как способы ограничения допустимого множества значений. Форматы хранения данных для разных моделей и физическое представление данных внутри этих форматов. Конвертация форматов данных. Сериализация и десериализация пространственных данных. Расширения языка SQL для создания и редактирования пространственных данных.

**Тема 4. Пространственные запросы.** Пространственные отношения: метрические, топологические и дирекционные. Выполнение пространственных запросов по заданному набору отношений. Техническая реализация запросов для разных моделей пространственных данных. Построение буферных зон при выполнении запросов. Использование оверлейных операций при запросах. Агрегирование пространственных переменных. Пространственные индексы и пространственное упорядочение (Z-кривые, кривые Пеано и проч) для оптимизации запросов. Растровые пирамиды и виртуальные растры. Расширения языка SQL для выполнения пространственных запросов.

**Тема 5. Векторный анализ.** Векторные наборы пространственных данных, их свойства. Объекты и явления, представляемые с помощью векторной модели. Операции с векторной геометрией: определение длины отрезка, длины линии, периметра и площади полигона на плоскости и на поверхности эллипсоида. Анализ близости в точечном наборе данных. Алгоритмы определения пересечений линий. Построение буферных зон. Объединение по признаку: возможности, реализации, применение. Разбиение плоскости и пространства: триангуляция Делоне, диаграмма Вороного. Применение диаграммы Вороного в пространственном анализе. Операции векторного оверлея: вырезание, вычитание, пересечение, объединение, симметрическая разность. Расширения языка SQL для выполнения геометрических операций (оверлей, буферные зоны, диаграмма Вороного и т.д.).

**Тема 6. Сетевой анализ.** Понятие о сетевом анализе. Варианты представления транспортных сетей. Геометрическая сетевая модель. Виды трассировок в геометрических сетях. Транспортные сети. Нахождение наилучшего маршрута. Нахождение ближайших обслуживающих объектов. Построение областей обслуживания. Составление матрицы стоимости «источник-назначение». Решение маршрутно-транспортной задачи. Анализ местоположения-распределения. Сравнительная характеристика возможностей анализа геометрических и транспортных сетей. Оценка транспортной доступности территории. Возможности сетевого анализа в открытом ПО. Расширения языка SQL для выполнения задач сетевого анализа.

**Тема 7. Растровый анализ.** Растр, свойства растра. Объекты и явления, представляемые с помощью растровой модели. Операции над растрами, алгебра карт. Локальные, фокальные, зональные, глобальные функции алгебры карт. Фокальный анализ с фиксированной и расширенной окрестностью. Растровый оверлей. Анализ многомерных растровых данных. Использование клеточных автоматов при растровом моделировании динамических процессов. Понятие о поиске пути наименьшей стоимости. Поверхность стоимости. Изотропные и анизотропные факторы. Методы создания поверхностей стоимости. Экономический коридор. Алгоритмы совершенствования трассировки по поверхности стоимости. Параметризация ширины пути. Поиск пути наименьшей стоимости при строительстве различных линейных объектов.

**Тема 8. Пространственная интерполяция.** Понятие статистической поверхности. Методы интерполяции: обратно-взвешенных расстояний (ОВР), естественной окрестности (естественного соседа), сплайнов (сплайны типа тонкой пластины, регуляризованные, с натяжением, иерархических базисных сплайнов), радиальных базисных функций и др. Интерполяция по ареалам. Способы оценки результатов интерполяции, характеристики ошибок. Методики выбора размера ячейки для интерполяции. Понятия «подходящего разрешения» (*legible resolution*). Выбор размера ячейки для различных типов исходных данных, факторы выбора. Методы аппроксимации, построение поверхностей трендов. Применение пространственной интерполяции в географических задачах.

**Тема 9. Пространственная статистика.** Плотность пространственного распределения. Ядерная оценка плотности, формы ядер. Интерпретация результатов ядерной оценки плотности. Применение ядерной оценки плотности в географических исследованиях. Географически взвешенная регрессия. Анализ точечных процессов. Основные понятия и положения геостатистики. Вариография, вариограмма. Кригинг и его разновидности для одной и нескольких переменных. Эмпирический байесовский кригинг. Характеристики статистической оценки, меры качества и достоверности. Применение методов геостатистики в географических задачах. Оценка точности пространственного моделирования. Проблема модифицируемой территориальной единицы (MAUP). Распространение ошибок в пространственных моделях.

**Тема 10. Цифровое моделирование рельефа.** Понятие цифровой модели рельефа (ЦМР). Геоморфометрия, ее связь с геоинформатикой и геоморфологией. Детализация ЦМР и её составляющие. Методы создания ЦМР, специальные процедуры интерполяции изолинейных исходных данных. Анализ ЦМР, морфометрические величины. Локальные морфометрические величины, методы их расчета и интерпретация результатов. Расчет областей видимости по ЦМР. Морфометрические величины, характеризующие локальные климатические условия. Гидрологическое моделирование с использованием ЦМР, алгоритмы приведения ЦМР к гидрологически корректному виду. Комплексные морфометрические параметры. Артефакты и шум на ЦМР, методы их устранения. Географические задачи, решаемые с привлечением методов геоморфометрии.

*План проведения семинаров*

1. Обсуждение отдельных пройденных теоретических моментов из теоретического материала



2. Постановка задачи практической работы
3. Выполнение практической работы
4. Сдача отчёта по практической работе

## **Тема 1. Географическая информация и пространственные данные.**

### *Семинар 1.1. Модели пространственных данных и их преобразования (3 часа)*

На примере пространственных данных общегеографического содержания, а также тематических данных о землепользовании разбираются представления в виде векторной, растровой и ДГСС-модели, а также их взаимные преобразования. Изучаются соответствующие форматы данных, внутреннее представление каждой модели, вычисляются погрешности взаимного преобразования, оценивается компактность представления.

### *Семинар 1.2. Моделирование и документирование процесса обработки географической информации (3 часа)*

Рассматривается прохождение набора пространственных данных через различные операции на примере нескольких задач обработки пространственных данных. Происходит знакомство с формальной алгеброй преобразований пространственных данных. Процесс преобразования документируется в виде метаданных, характеризующих источник данных и последовательность их преобразования для получения результата.

## **Тема 2. Пространственная привязка.**

### *Семинар 2.1. Методы пространственной привязки (3 часа)*

Выполняется формального описание указанного местоположения абсолютными и относительными способами. Прямое и обратное геокодирование. Дается оценка пространственной точности каждого способа привязки, возможности их автоматического взаимного преобразования.

### *Семинар 2.2. Системы координат пространственных данных (3 часа)*

На примере заданного набора пространственных данных описываются задачи преобразования систем координат: плановых, высотных, временных, линейных. Анализируются отличия в описаниях полученных систем координат. Выполняется прямое и обратное проецирование количественных и категориальных растровых данных, дается оценка погрешностей местоположения и характеристик объектов.

### **Тема 3. Базы пространственных данных.**

#### *Семинар 3.1. Создание пространственных данных средствами реляционной СУБД (3 часа)*

Изучаются возможности языка SQL для хранения, создания и преобразования пространственных данных. На примере географической информации, представленной в текстовом виде, разбирается программное создание базы пространственных данных в среде PostgreSQL. Задание выполняется как путем написания кодов на SQL, так и посредством графического интерфейса в ГИС-пакете.

#### *Семинар 3.2. Проектирование и наполнение базы пространственных данных (6 часов)*

Рассматривается задача организации базы пространственных данных на территорию физико-географического исследования. Из открытых источников данных собирается информация топографического, геологического, геоморфологического, почвенного, геоботанического, гидрологического профиля. Выполняется конвертация данных в векторный формат. Рассматривается создание правил топологии, доменов и подтипов в СУБД средствами языка SQL.

### **Тема 4. Пространственные запросы.**

#### *Семинар 4.1. Выборка и создание пространственных данных по заданным критериям (3 часа)*

Изучаются возможности языка SQL для выполнения пространственных запросов: по логическим предикатам и с помощью оверлейных операций. Выполняется ряд практических задач на выполнение выборок. Выполняется создание пространственных индексов разного типа. Оценивается производительность пространственных запросов в зависимости от наличия и типа индекса.

#### *Семинар 4.2. Агрегирование пространственных данных (3 часа)*

Изучаются возможности языка SQL для создания функций, обеспечивающих выполнение параметризуемых запросов. На примере задачи агрегирования статистических данных по указанному пространственному и временному охвату, а также типу вычисляемой статистики создается функция, обеспечивающая выполнение таких запросов. Изучается возможность использования таких функций как из среды СУБД, так и из ГИС-пакетов.

### **Тема 5. Векторный анализ.**

#### *Семинар 5.1. Расчёт буферных зон для экологического анализа (4 часа)*

На основе исходных данных строится набор буферных зон разного радиуса, оценивается их взаимодействие и взаимодействие с другими объектами через оверлей и слияние.

*Семинар 5.2. Зонирование территории на основе разбиения плоскости (2 часа)*

Создание количественного фона на основе комбинации нескольких показателей с использованием триангуляции Делоне и диаграммы Вороного.

**Тема 6. Сетевой анализ.**

*Семинар 6.1. Поиск кратчайших путей (2 часа)*

На основе данных по автомобильной сети строится сетевая модель средствами языка программирования Python и базы данных PostGIS/PostgreSQL. Создается инструмент для поиска кратчайших путей.

*Семинар 6.2. Создание сетевой модели и решение транспортно-маршрутной задачи (4 часа)*

На основе данных OSM создается сетевая модель на город. Для этого города скачиваются точечные данные – пункты, которые необходимо посетить. Строится модель VRP для оптимизации маршрутов.

**Тема 7. Растровый анализ.**

*Семинар 7.1. Расчёт интегральной оценки лавиноопасности на основе совмещения растровых данных (2 часа)*

На основе ЦМР и некоторых её производных, а также климатических параметров, рассчитанных на основе фокальной статистики через алгебру карт строится поверхность лавиноопасности.

*Семинар 7.2. Проектирование трассы линейного объекта на основе поверхности стоимости (4 часа)*

Создание поверхности стоимости на основе набора данных и автоматизированный поиск оптимальной трассы с учётом разных параметров географической среды.

**Тема 8. Пространственная интерполяция.**

*Семинар 8.1. Интерполяторы на основе метода обратно-взвешенных расстояний.*

Реализация метода ОВР (в базовом варианте) средствами языка Python; интерполяция на основе демонстрационного набора данных. Инструменты интерполяции ОВР и производных методов в ArcGIS, SAGA и другом современном программном обеспечении. Оценка точности интерполяции.

#### *Семинар 8.2. Сплайн-интерполяция, аппроксимация*

Инструменты интерполяции методами сплайнов в ArcGIS, SAGA и другом современном программном обеспечении. Инструменты аппроксимации.

### **Тема 9. Пространственная статистика.**

#### *Семинар 9.1. Ядерная оценка плотности*

Реализация ядерной оценки плотности точечных данных с использованием равномерного ядра средствами языка Python. Инструменты ядерной оценки плотности в ArcGIS, SAGA и другом современном программном обеспечении. Оценка плотности исходных данных различной геометрии. Интерпретация результатов оценки плотности.

#### *Семинар 9.2. Кригинг*

Расчёт вариограммы, анализ графика. Интерполяция методом обычного кригинга с помощью инструментария ArcGIS Geostatistical Analyst, оценка точности интерполяции. Инструменты геостатистического оценивания в SAGA.

### **Тема 10. Цифровое моделирование рельефа.**

#### *Семинар 10.1. Цифровые модели рельефа и их свойства. Локальные морфометрические величины*

Изучение фрагментов глобальных ЦМР на определённую выбранную территорию. Выполняется расчёт и интерпретация показателей: крутизны склона, экспозиции склона, кривизн. Картографическое отображение показателей.

#### *Семинар 10.2. Создание светотеневой отмычки, расчёт областей видимости по ЦМР*

Принципы создания светотеневой отмывки. Расчёт светотеневой отмывки с выбранными параметрами. Расчёт топографической открытости (*topographic openness*). Расчёт областей видимости, определение взаимной видимости точек на основе ЦМР.

#### *Семинар 10.3. Гидрологическое моделирование на основе ЦМР*

Рабочий процесс моделирования характеристик поверхностного стока на основе ЦМР. Предварительная обработка ЦМР, расчёт направлений стока, расчёт водосборной площади, определение положений потенциальных водотоков, определение границ бассейнов произвольных створов, определение положений водоразделов. Обсуждение актуальных проблем гидрологического моделирования на основе ЦМР.

#### *Семинар 10.4. Создание ЦМР на основе данных с топографических карт*

Рассматриваются методики создания ЦМР на основе горизонталей и отметок высот: ANUDEM, МАГ МГУ. Возможности и ограничения инструмента *Toro to Raster* (ArcGIS), характеристика получаемых ЦМР (точность, достоверность, артефакты интерполяции). Реализации МАГ МГУ в различном программном обеспечении, их возможности. Характеристика результатов построения ЦМР методом МАГ.

#### *Семинар 10.5. Устранение артефактов и шума с ЦМР*

Рассматривается фильтрация как способ улучшения качества ЦМР. Применение сглаживающих фильтров. *Mesh Denoise*, его реализация и применение для регулярно-сеточных данных.

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

Текущая аттестация №1. Зачет по практическим работам

Текущая аттестация №2. Контрольная работа

#### *Примерный перечень вопросов для контрольной работы*

1. Каков принцип решения маршрутно-транспортной задачи в ГИС?
2. Опишите принцип построения диаграммы Вороного
3. Опишите алгоритм построения буферной зон
4. Что такое симметрическая разность?
5. Чем отличается расчёт длины линии на эллипсоиде вращения от расчёта длины линии на шаре?

Текущая аттестация №3. Зачет по практическим работам

*Примерный перечень вопросов для первой промежуточной аттестации (экзамен)*

1. Понятие о географической информации и пространственных данных.
2. Географические информационные системы (ГИС).
3. Концептуальные модели географической информации и процессов ее генерации. Пространственные переменные.
4. Модели пространственных данных и объектов. Векторные модели, модели покрытий, сетевые модели. Дискретные глобальные сеточные (гридовые) системы (ДГСС).
5. Преобразования моделей пространственных данных.
6. Выбор моделей пространственных данных в соответствии с географической сутью явлений.
7. Метаданные пространственных данных.
8. Стандарты ГОСТ, OGC и ISO в области пространственных данных.
9. Виды пространственной привязки. Абсолютные и относительные методы пространственной привязки.
10. Хранение информации о системе координат набора пространственных данных. Форматы WKT, PROJ и EPSG.
11. Операции проектирования, обратного проектирования и трансформирования пространственных данных.
12. Передискретизация растровых данных.
13. Программные библиотеки для работы с системами координат.
14. Адресное геокодирование и обратное геокодирование. Адресные локаторы и газеттиры.
15. Расширения языка SQL для работы с системами координат пространственных данных.
16. Организация баз пространственных данных средствами реляционных и нереляционных СУБД.
17. Проектирование базы пространственных данных.
18. Структуры данных, используемые для программной реализации моделей пространственных данных.
19. Топологические структуры данных и проверки топологии.
20. Семантика пространственных данных. Подтипы и домены как способы ограничения допустимого множества значений.
21. Форматы хранения данных для разных моделей и физическое представление данных внутри этих форматов. Конвертация форматов данных.
22. Сериализация и десериализация пространственных данных.
23. Расширения языка SQL для создания и редактирования пространственных данных.
24. Пространственные отношения: метрические, топологические и дирекционные.
25. Выполнение пространственных запросов по заданному набору отношений. Построение буферных зон при выполнении запросов. Использование оверлейных операций
26. Техническая реализация пространственных запросов для разных моделей пространственных данных.

27. Агрегирование пространственных переменных.
28. Пространственные индексы и пространственное упорядочение (Z-кривые, кривые Пеано и проч) для оптимизации запросов.
29. Растровые пирамиды и виртуальные растры.
30. Расширения языка SQL для выполнения пространственных запросов.

*Примерный перечень вопросов для второй промежуточной аттестации (зачет)*

1. Векторные наборы пространственных данных, их свойства. Объекты и явления, представляемые с помощью векторной модели.
2. Операции с векторной геометрией: определение длины отрезка, длины линии, периметра и площади полигона на плоскости и на поверхности эллипсоида.
3. Анализ близости в точечном наборе данных.
4. Алгоритмы определения пересечений линий. Построение буферных зон.
5. Объединение по признаку: возможности, реализации, применение.
6. Разбиение плоскости и пространства: триангуляция Делоне, диаграмма Вороного. Применение диаграммы Вороного в пространственном анализе.
7. Операции векторного оверлея: вырезание, вычитание, пересечение, объединение, симметрическая разность.
8. Расширения языка SQL для выполнения геометрических операций (оверлей, буферные зоны, диаграмма Вороного и т.д.).
9. Понятие о сетевом анализе. Варианты представления транспортных сетей.
10. Геометрическая сетевая модель. Виды трассировок в геометрических сетях.
11. Транспортные сети.
12. Нахождение наилучшего маршрута.
13. Нахождение ближайших обслуживающих объектов.
14. Построение областей обслуживания.
15. Составление матрицы стоимости «источник-назначение».
16. Решение маршрутно-транспортной задачи.
17. Анализ местоположения-распределения.
18. Сравнительная характеристика возможностей анализа геометрических и транспортных сетей.
19. Оценка транспортной доступности территории.
20. Возможности сетевого анализа в открытом ПО.
21. Расширения языка SQL для выполнения задач сетевого анализа.
22. Растр, свойства растра. Объекты и явления, представляемые с помощью растровой модели.
23. Операции над растрами, алгебра карт. Локальные, фокальные, зональные, глобальные функции алгебры карт.
24. Фокальный анализ с фиксированной и расширенной окрестностью.

25. Растровый оверлей.
26. Анализ многомерных растровых данных.
27. Использование клеточных автоматов при растровом моделировании динамических процессов.
28. Понятие о поиске пути наименьшей стоимости.
29. Поверхность стоимости. Изотропные и анизотропные факторы.
30. Методы создания поверхностей стоимости.
31. Алгоритмы совершенствования трассировки по поверхности стоимости. Параметризация ширины пути.
32. Поиск пути наименьшей стоимости при строительстве различных линейных объектов.

*Примерный перечень вопросов для третьей промежуточной аттестации (экзамен)*

1. Понятие статистической поверхности.
2. Методы интерполяции: обратно-взвешенных расстояний (ОВР), естественной окрестности (естественного соседа)
3. Методы интерполяции: сплайнов (сплайны типа тонкой пластины, регуляризованные, с натяжением, иерархических базисных сплайнов), Методы интерполяции: радиальных базисных функций.
4. Интерполяция по ареалам.
5. Способы оценки результатов интерполяции, характеристики ошибок.
6. Методики выбора размера ячейки для интерполяции. Понятия «подходящего разрешения» (*legible resolution*). Выбор размера ячейки для различных типов исходных данных, факторы выбора.
7. Методы аппроксимации, построение поверхностей трендов.
8. Применение пространственной интерполяции в географических задачах.
9. Плотность пространственного распределения. Ядерная оценка плотности, формы ядер. Интерпретация результатов ядерной оценки плотности. Применение ядерной оценки плотности в географических исследованиях.
10. Географически взвешенная регрессия.
11. Анализ точечных процессов.
12. Основные понятия и положения геостатистики. Вариография, вариограмма.
13. Кригинг и его разновидности для одной и нескольких переменных. Эмпирический байесовский кригинг.
14. Характеристики статистической оценки, меры качества и достоверности.
15. Применение методов геостатистики в географических задачах.
16. Оценка точности пространственного моделирования.
17. Проблема модифицируемой территориальной единицы (МАУР).
18. Распространение ошибок в пространственных моделях.
19. Понятие цифровой модели рельефа (ЦМР).



20. Геоморфометрия, ее связь с геоинформатикой и геоморфологией.
21. Детализация ЦМР и её составляющие.
22. Методы создания ЦМР, специальные процедуры интерполяции изолинейных исходных данных.
23. Анализ ЦМР, морфометрические величины.
24. Локальные морфометрические величины, методы их расчета и интерпретация результатов.
25. Расчет областей видимости по ЦМР.
26. Морфометрические величины, характеризующие локальные климатические условия.
27. Гидрологическое моделирование с использованием ЦМР, алгоритмы приведения ЦМР к гидрологически корректному виду.
28. Комплексные морфометрические параметры.
29. Артефакты и шум на ЦМР, методы их устранения.
30. Географические задачи, решаемые с привлечением методов геоморфометрии.

### Шкала и критерии оценивания

#### Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *зачет* (в устной форме)

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

#### Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *экзамен* (в устной форме)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
--	---------------------	-------------------	--------	---------

<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, тестирование)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки</b> (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:

##### **Основная литература:**

1. Лурье И. К., Самсонов Т. Е. Основы геоинформатики. — Географический факультет МГУ Москва, 2016. — 200 с.
2. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. М.: КДУ, 2016. 424 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. 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.
2. Геоинформатика: (в 2 кн.) / Под ред. В. С. Тикунова. М.: Издательский центр «Академия», 2010. Кн. 1– 400 с., Кн. 2 – 432 с.
3. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов/Под ред. А.М. Берлянта, А.В. Кошкарёва. М.: ГИС Ассоциация, 1999. 204 с.
4. Геостатистика: теория и практика/ Савельева Е.А., Демьянов В.В.; под ред. Р.В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: Наука, 2010. – 327 с.
5. Грекусис Дж. Методы и практика пространственного анализа. Описание, исследование и объяснение с использованием ГИС / пер. с англ. А. Н. Киселева. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 500 с.

6. ГОСТ Р 52438-2005 Географические информационные системы. Термины и определения.
7. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы. Пер. с англ. М.: Дата+, 1999. 490 с.
8. Каргашин П. Е., Карпачевский А. М. Учебное пособие по курсу Автоматизированная обработка пространственных данных. — Издательство КДУ Москва, 2022. — 103 с.
9. 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.
10. Шекхар Ш, Чаула С. Основы пространственных баз данных. — Москва: Кудиц-образ, 2004. — 336 с.
11. Сяо Н. Алгоритмы ГИС / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 328 с.: ил.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

ArcGIS Desktop (<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/overview>)

ArcGIS Pro (<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview/>)

- Перечень нелицензионного программного обеспечения

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

SAGA — свободно распространяемое программное обеспечение для геопространственного анализа и моделирования (<https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html>)

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- 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)

- поисковая система научной информации [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

- электронная база научных публикаций [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)

- 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

1. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Т. Е. Самсонов, преподаватели: П. Е. Каргашин, А. М. Карпачевский, А. Л. Энтин или иные сотрудники кафедры картографии и геоинформатики по поручению заведующего кафедрой.

11. Разработчики программы: Т. Е. Самсонов, ведущий научный сотрудник; А. М. Карпачевский, старший научный сотрудник, А. Л. Энтин, старший научный сотрудник.