

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета,  
Академик РАН Добролюбов С.А.

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА**

**Уровень высшего образования:**  
*Бакалавриат*

---

**Направление подготовки:**  
**05.03.02 «География»**

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**«Физическая география и ландшафтоведение»**

---

**Форма обучения:**  
**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(протокол №19, дата 24.03.2023)

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» (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 (модуля), предварительные условия:** базируется на знаниях по дисциплинам «Ландшафтоведение», «Топография», «Картография», «Морфология и картографирование ландшафтов» и «Аэрокосмические методы исследований».

3. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников**

<b>Компетенции выпускников (коды)</b>	<b>Индикаторы (показатели) достижения компетенций</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями</b>
<b>СПК-2.Б</b> (формируется частично) Способен применять полевые, инструментальные, геохимические, геофизические, геоинформационные, аэрокосмические, статистические методы исследования для решения профессиональных задач.	СПК-2.1. Применяет геоинформационные методы исследования для решения профессиональных задач.	<b>Знать:</b> функциональные возможности геоинформационных систем и систем управления базами данных как технологического инструмента пространственного анализа ландшафтов. <b>Уметь:</b> использовать ГИС-технологии при решении задач ландшафтных исследований. <b>Владеть:</b> конкретными аппаратно-программными средствами сбора, хранения, анализа и визуализации пространственно-временной ландшафтной и географической информации.

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)	Все го  (ча сы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)  Виды контактной работы, часы*					Самостоятельн ая работа обучающегося  Виды самостоятельн ой работы, часы		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Все го	Работа с литературой	Подготовка реферата	Все го
<b>Тема 1.</b> Введение. Цели, принципы, методы и направления развития пространственного анализа.	<b>2</b>	2	-			<b>2</b>	-	-	<b>0</b>
<b>Тема 2.</b> Основы геоинформационных технологий.	<b>4</b>	2	-			<b>2</b>	2	-	<b>2</b>
<b>Тема 3.</b> Источники пространственных данных: карт, космических снимков, базы данных полевых наблюдений, данные реанализов и др.	<b>12</b>	4	2			<b>6</b>	2	4	<b>6</b>
<b>Тема 4.</b> Создание инвентаризационной ГИС: подготовка и привязка топооснов, снимков, векторизация, атрибуты, топологическая коррекция, буферные и оверлейные операции, интеграция данных глобального позиционирования.	<b>10</b>	4	6			<b>10</b>	-	-	<b>0</b>
<b>Тема 5.</b> Базы данных. Структура БД, таблицы, формы, отчёты, запросы в среде Access. Использование БД в составе ГИС.	<b>10</b>	4	6			<b>10</b>	-	-	<b>0</b>
<b>Тема 6.</b> Геоestatистика: вариография и интерполяция. Поля и резервуары.	<b>6</b>	2	2			<b>4</b>	2	-	<b>2</b>
<b>Тема 7.</b> Морфометрический анализ цифровой модели рельефа (ЦМР). Расчет интегральных морфометрических характеристик	<b>10</b>	4	4			<b>8</b>	2	-	<b>2</b>
<b>Тема 8.</b> Геоestatистическое и индикационное цифровое картографирование свойств ландшафтных компонентов	<b>6</b>	2	2			<b>4</b>	2	-	<b>2</b>
<b>Тема 9.</b> Использование ГИС в задачах территориального планирования (на примере лесохозяйственной оценки Тверской области)	<b>6</b>	2	2			<b>4</b>	2	-	<b>2</b>
<i>Текущая аттестация. Доклад с презентацией</i>	<b>2</b>	-	2			<b>2</b>	-	-	<b>-</b>
<i>Промежуточная аттестация</i>	<b>4</b>	<i>Экзамен</i>					<b>4</b>		

<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>26</b>	<b>26</b>			<b>52</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
--------------	-----------	-----------	-----------	--	--	-----------	-----------	----------	-----------

## Содержание лекций, семинаров

### *Содержание лекций*

**Тема 1. Введение. Цели, принципы, методы и направления развития пространственного анализа.** Цели и задачи курса, взаимосвязь с другими дисциплинами. Определение пространственного анализа как совокупности методических и технологических средств получения знаний из пространственно распределенных данных. Связь пространственного анализа с геоинформатикой. Понятие о географической информационной системе (ГИС) как технологическом средстве пространственного анализа. Примеры использования ГИС в разных областях. Краткая история развития геоинформационных технологий, направления их развития, роль в ландшафтных исследованиях.

**Тема 2. Основы геоинформационных технологий.** Этапы разработки геоинформационной системы. Шкалы измерений и форматы хранения данных. Структура ГИС (слои, пространственная и атрибутивная информация), растровая и векторная модели описания пространственных явлений. Топологическая и семантическая согласованность слоев. Функциональные возможности и базовые операции ГИС: запросы, расчет площадей, измерение расстояний, оверлейные операции, построение буферных зон и др.

**Тема 3. Источники пространственных данных: карт, космических снимков, базы данных полевых наблюдений, данные реанализов и др.** Виды и состав архивных геологических, почвенных и геоботанических данных. Виды и характеристики данных дистанционного зондирования (ДДЗ), источники их получения. ДДЗ и цифровые модели рельефа (ЦМР) как источник пространственной информации о ландшафтном покрове. Характеристики, способы использования и средства анализа ДДЗ и ЦМР в зависимости от цели и задач исследования. Источники и состав данных реанализа. Визуализация данных. Построение тематических карт. Веб-ГИС, принципы работы. Использование систем глобального позиционирования для организации полевых исследований и интеграции их результатов в среде ГИС.

**Тема 4. Создание инвентаризационной ГИС: подготовка и привязка топооснов, снимков, векторизация, атрибуты, топологическая коррекция, буферные и оверлейные операции, интеграция данных глобального позиционирования.** Подбор архивных геологических материалов, данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Подготовка и привязка топооснов, лесотаксационных планов. Векторизация. Подготовка атрибутивных таблиц. Топологическая коррекция. Буферные и оверлейные операции. Интеграция данных глобального позиционирования. Подготовка крупномасштабных тематических карт.

**Тема 5. Базы данных. Структура БД, таблицы, формы, отчёты, запросы в среде Access. Использование БД в составе ГИС.** Структура баз данных. Назначение системы управления базами данных. Состав баз данных: таблицы, формы, отчеты. Разработка тематической базы данных. Базы данных в ландшафтных исследованиях. Типы запросов в среде MS Access. Перекрестный запрос в базе данных комплексных ландшафтных описаний. Использование баз данных в составе инвентаризационных ГИС.

**Тема 6. Геоestatистика: вариография и интерполяция. Поля и резервуары.** Определение геоestatистики как средства поиска пространственных закономерностей. История развития геоestatистики. Возможности и ограничения. Аппроксимация, интерполяция и экстраполяция. Требования к организации сети измерений. Сравнение алгоритмов интерполяции. Вариография, ее возможности и ограничения. Кригинг и его модификации. Построение цифровых моделей местности. Расчет полей и резервуаров на основе полевых данных.

**Тема 7. Морфометрический анализ цифровой модели рельефа (ЦМР). Расчет интегральных морфометрических характеристик.** Алгоритмы построения ЦМР. Источники искажений. Расчет базовых и производных геоморфометрических величин. Построение цифровой карты элементов рельефа. Знакомство с эрозионными и водно-миграционными моделями. Расчет интегральных морфометрических величин, количественная оценка комплексности ландшафтного покрова.

**Тема 8. Геостатистическое и индикационное цифровое картографирование свойств ландшафтных компонентов.** Знакомство с методами математического моделирования в ГИС. Регрессионный, дискриминантный анализ. Методы машинного обучения в цифровом картографировании геосистем. Индикационное картографирование при крупномасштабных и детальном исследованиях на основе комплексных ландшафтных обследований.

**Тема 9. Использование ГИС в задачах территориального планирования (на примере лесохозяйственной оценки Тверской области).** Адаптация данных государственной статистики для ГИС. Базовые понятия лесотаксации. Расчет возраста лесов, объема лесосеки. Природные и позиционные факторы при расчете потенциальной лесосеки.

### ***План проведения семинаров***

1. Знакомство с содержанием открытых каталогов пространственных данных. Загрузка космических снимков высокого разрешения (Landsat, Sentinel-2) и доступных цифровых моделей местности (SRTM30, ASTER GDEM) в открытую ГИС систему QGIS (2 часа).
2. Привязка и векторизация растровых изображений (космические снимки, топографическая карта, лесотаксационный планшет и др.) в рабочей программе ГИС по предложенной территории. Освоить векторизацию линейных (горизонталы, элементы гидрографии) и площадных (лесотаксационные контуры) объектов, методы проверки и коррекции топологии, SQL-запросы. Построение тематических карт из точечных линейных и площадных объектов. Выбор инструментов для оформления тематических карт (6 часов).
3. Спроектировать базу данных (БД) участников конференции в среде Microsoft Access. Заполнить таблицы, создать формы и отчеты для ввода и визуализации данных. Освоить работу с БД ландшафтных описаний. Освоить сложные запросы и экспорт данных. Визуализировать отобранные данные в ГИС (6 часов).
4. Построить цифровую модель рельефа (ЦМР) дна и поверхности болота из учебных материалов преподавателя. Произвести вычислительные операции с растрами и рассчитать запасы торфа в болоте (2 часа).
5. Построить детальную цифровую модель рельефа (ЦМР), рассчитать базовые морфометрические характеристики – крутизны склонов, формы поверхности, площади водосбора, индекс эрозионной опасности. Построить карту элементов рельефа на основе морфометрического анализа ЦМР. Произвести расчет коэффициента расчленения рельефа и интегрального индекса ландшафтного разнообразия в скользящем окне (4 часа).
6. Выполнить индикационную интерполяцию свойств компонентов ландшафта на основе измерений на площадках комплексных описаний с применением регрессионного и дискриминантного анализов, методов «случайного леса», опорных векторов и нейронных сетей (2 часа).
7. Выполнить базовые ГИС-операции (оверлей, буферные) и освоить технологии взаимодействия различных программ (SAGA – MS Access – QGIS) на примере лесохозяйственной оценки административных районов Тверской области (2 часа).
8. Доклады студентов с обзором актуальной научной статьи по использованию геоинформационных технологий в ландшафтных либо эколого-географических исследованиях: 1) освоить поиск журналов и статей по ключевым словам в

электронном каталоге журналов ScienceDirect, 2) познакомиться с содержанием тематических журналов International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Applied Geography, Computers and Geotechnics за текущий и предшествующий годы; 3) по согласованию с преподавателем выбрать статьи, соответствующей тематике курса; 4) подготовить доклад с презентацией продолжительностью 5-7 мин по содержанию статьи. В докладе должны быть отражены: проблема; использованные материалы и методы; особенности территории исследования; результаты в контексте решаемой проблемы (2 часа).

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

**Текущая аттестация.** Доклад с презентацией.

### *Примерный перечень тем для докладов с презентацией*

1. Новые источники данных дистанционного зондирования Земли, группировки спутников.
2. Новые источники данных о рельефе земной поверхности, их характеристики и ограничения.
3. Методология работы с векторными данными в сложных ландшафтных условиях.
4. Открытые базы данных в науках о Земле и перспективы их применения.
5. Методы построения цифровых моделей местности.
6. Методы автоматического размещения точек ландшафтных описаний.
7. Методы оценки неопределенности моделирования.
8. Подходы к картографированию количественных и качественных свойств ландшафта в ГИС.
9. Индексы мозаичности и дробности ландшафта.
10. Связь социально-экономических и ландшафтных показателей в системе ландшафтно-экологического планирования с применением ГИС-технологий.

### *Примерный перечень вопросов для экзамена*

1. Определение пространственного анализа. Соотношение с геоинформатикой.
2. Определение ГИС. История ГИС.
3. Отличия ГИС от других информационных систем.
4. Источники пространственных данных.
5. Принципы интеграции разнородных данных в ГИС.
6. Базовые операции ГИС. Запросы, расчет площадей, измерение расстояний, оверлейные операции, построение буферных зон и др.
7. Организация и форматы данных ГИС. Преобразование данных.
8. Структура ГИС для целей ландшафтного картографирования.
9. Физические основы использования ДДЗ и ЦМР для целей ландшафтного картографирования.
10. Принципы и методы координатной привязки и трансформирования снимков в ГИС-пакетах.
11. Типы, назначения и возможности баз данных в ГИС.
12. Типы и назначения запросов в базах данных, SQL-запросы в ГИС.
13. Типы цифровых моделей рельефа и методы их построения.
14. Построение и анализ ЦМР для целей ландшафтного картографирования.
15. Базовые и интегральные геоморфометрические величины.
16. Базовые методы ландшафтного моделирования. Оценка неопределенности.
17. Методы машинного обучения в ландшафтных исследованиях.
18. Роль ГИС в организации полевых исследований.

19. Принципы работы систем глобального позиционирования и их использование в ландшафтном картографировании.
20. Принципы и методы визуального оформления карт.

### Шкала и критерии оценивания

#### Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические контрольные 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
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: практические контрольные 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:

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы.**

*Основная литература:*

1. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. – М.: изд-во КДУ, 2010. – 424 с.



2. Сборник задач и упражнений по геоинформатике (+ CD-ROM). Ред. В.С.Тикунов, М.: Изд-во Академия, 2009 г. 512 с.
3. Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Прасолов С.В. Цифровая картография: цифровые модели и электронные карты. – М.: изд-во МГУ, 2000. – 116с.
4. Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображения / Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.: Научный мир, 2003. – 168с.
5. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. – М.: Каталог, 2002. – 106с.

*Дополнительная литература:*

1. Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика теория и практика / под ред. Р.В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАНМ.: Москва, "Наука", 2010 г. - 327 стр.
2. Дюбрул О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных, EAGE, 2002.
3. Козлов Д.Н. Цифровое картографирование природных и природно-антропогенных геосистем и их компонентов // «Природа и общество: взгляд из прошлого в будущее. Материалы XVII научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего востока (Иркутск, 11-16 апреля 2011 г.). – Иркутск: издательство института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. – 236 С.
4. Козлов Д.Н., Сорокина Н.П. Традиции и инновации в крупномасштабной почвенной картографии / Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования, М.: Изд-во Почвенный ин-т им. В.В.Докучаева, 2012, с. 35-57.
5. Литинский П.Ю. Трехмерное моделирование структуры и динамики таежных ландшафтов. Изд-во Карельский научный центр РАН, Петрозаводск, 2007 г., 113 стр.
6. Основы геоинформатики: в 2 кн. / коллектив авторов. Под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издат. Центр «Академия», 2004. – 832с.
7. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Чижикова Н.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R): Учебное пособие. Казань: Казанский университет, 2012. – 120 с.
8. Shekhar S., Xiong H., Zhou X. (Eds.) Encyclopedia of GIS, 2nd ed. 2017, LIV, 2507 p. 1054 illus., 507 illus. in color. In 3 volumes.

- **Перечень лицензионного программного обеспечения.**

Некоммерческие программы пространственного анализа географических данных QGIS, SAGA, офисные приложения MS Access, либо Oracle OpenOffice, открытая среда программирования R, интернет-браузер.

- **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем.**

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

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- Тематический раздел сайта кафедры физической географии и ландшафтоведения: [www.landscapeedu.ru](http://www.landscapeedu.ru)

- «ГИС Лаборатории» – независимый информационный ресурс, посвященный Географическим информационным системам (ГИС) и средствам Дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): [www.gis-lab.info](http://www.gis-lab.info)

- Открытая база пространственных данных: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

- Поисковая система научной информации: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
- Электронная база научных публикаций: [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)
- Сайт национальное управление океанических и атмосферных исследований:  
<http://www.noaa.gov/>

- **Описание материально-технической базы.**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором и персональными компьютерами.

9. **Язык преподавания:** русский.

10. **Преподаватель:** Ответственный за курс — МIRONЕНКО ИЯ Владимировна, ст. преп.; преподаватели: КОЗЛОВ Даниил Николаевич, к.г.н.; ЛОЗБЕНЕВ Николай Игоревич, инж. 1 кат.

11. **Разработчики программы:** КОЗЛОВ Даниил Николаевич, ЛОЗБЕНЕВ Николай Игоревич.