

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Географический факультет**

«Утверждено»

Декан географического факультета  
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано  
Учебно-методической комиссией  
факультета

« 06 » декабря 2018 г.  
протокол № 11

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Базы пространственных данных»**

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: выработка у студентов профессиональных навыков в области проектирования и использования баз пространственных данных для выполнения географического анализа и моделирования геосистем.

Задачи освоения дисциплины: овладение методами и практическими навыками создания тематических баз пространственных данных в ГИС, создаваемых для выполнения исследований в области наук о Земле.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина вариативной части ООП бакалавриата, входит в модуль «Геоинформатика и геоинформационное картографирование». Дисциплина обязательная и читается в 6-м семестре 3-его курса. Ее изучение дает теоретические знания и практические навыки в области создания баз данных географических информационных систем.

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

Изучение дисциплины необходимо для фундаментального освоения всех последующих дисциплин модуля «Геоинформатика и геоинформационное картографирование» и 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:

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*);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать** модели представления пространственных данных в БД и способы применения их в геоинформационных системах.

**Уметь** проектировать структуру базы данных пространственных объектов для решаемой задачи тематического исследования.

**Владеть** программными средствами для подготовки и обработки пространственных данных.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 39 часов, в т. ч. лекции – 13 часов, семинары – 26 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 69 академических часов.

№ 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	6	1	2	1	3	-
2	Технологии и этапы проектирования баз пространственных данных (БПД)	6	2-4	3	6	12	Отчет по практической работе
3	Типы баз геоданных и систем управления (СУБД)	6	5-6	2	4	12	Отчет по практической работе
4	Редактирование БПД и поддержка целостности структуры данных	6	7-8	2	4	14	Контрольная работа по темам 2-4. Отчет по практической работе
5	Создание и использование классов отношений	6	9-10	2	4	12	Отчет по практической работе
6	Построение и использование топологии базы геоданных	6	11-13	2	7	13	Отчет по практической работе
7	Промежуточная аттестация					3	Зачет
	<b>Итого</b>			<b>13</b>	<b>26</b>	<b>69</b>	

## 5. Содержание дисциплины

### *Содержание лекций*

**Общие положения проектирования баз пространственных данных (БПД/БГД).** Информационное обеспечение ГИС. Базовые определения пространственных БД (баз геоданных, БГД). История формирования моделей БПД. Концепция базы геоданных ESRI, реализуемая в ArcGIS. Равноправность использования терминов «модель базы данных» и «модель предметной области» («концептуальная модель базы данных» и «концептуальная модель предметной области»). Обоснование моделей - образа реальности и образа проектируемой базы данных. Преобразование концептуальной модели в логическую модель. Операции над пространственными объектами в БД.

**Технологии и этапы проектирования баз пространственных данных.** Типы наборов географических данных: таблицы, классы пространственных объектов, наборы классов объектов, растры, сети, наборы данных Terrain. Формирование структуры данных и БГД. Выбор логической модели данных. Создание схемы предметной области. Отображение схемы предметной области на схему базы данных. Создание новой базы геоданных и нового класса объектов. Разработка тематического ГИС-проекта. Дизайн тематического содержания БГД: определение тематических слоев в БГД, стандартных элементов данных (классы пространственных объектов, структура таблиц и т.д.), свойств тематических данных (визуальное представление, планируемое использование, источники данных, уровень точности), модели пространственных объектов, масштабы и экстенды. Этапы проектирования БПД (БГД): формулировка решаемой проблемы; определение создаваемых информационных продуктов; выбор типа пространственных данных и их модели в зависимости от решаемой проблемы; выбор модели данных; анализ потребностей; установка адекватности модели предметной области

потребностям; поддержка данных моделей географических полей; создание работающего прототипа проекта БД и его документации.

**Типы баз геоданных и систем управления (СУБД)** . Типы баз геоданных: файловая, персональная, объектно-ориентированная на основе СУБД (или ArcSDE); способы хранения данных. Распределение данных между разными типами баз геоданных. Виды организации базы геоданных Задачи и функции СУБД в ГИС. Базовые понятия реляционных баз данных. Объектно-ориентированные и реляционные структуры БД. Использование реляционных коммерческих СУБД: MS Access, Oracle Spatial, MySQL. Стандарты OGC (The Open Geospatial Consortium, Inc»). Проектирование базы геоданных в среде ArcGIS. Технология клиент-сервер. SQL серверы. Языки описания данных и языки манипулирования данными. Языки запросов QBE, SQL, UML

**Редактирование БГД и поддержка целостности структуры данных.** Правила хранения, редактирования обновления данных в БД ГИС. Особенности интеграции разнотипных тематических данных. Установка правил проверки корректности базы геоданных. Понятия домена и подтипа. Типы доменов, создание и применение доменов при редактировании. Реляционная целостность. Редактирование атрибутов и объектов. Управление целостностью атрибутивных значений с использованием доменных правил присвоения корректных данных в атрибутивном поле. Установка правил пространственной целостности. Управление объектами класса с использованием подтипов, установка правил для управления поднаборами классов объектов, создаваемых в процессе редактирования. Специфика использования доменов и подтипов. Метаданные, создание каталогов метаданных.

**Создание и использование классов отношений.** Связи между таблицами (отношения). Реляционные операции над отношениями (проекция, селекция, соединение). Навигационные и вспомогательные (выборка, включение, удаление, обновление) операции над отношениями. Связывание данных при помощи классов отношений. Процесс нормализации как организация данных по разным таблицам, предназначенным для определённой темы. Создание отношения между двумя таблицами. Понятие ключа. Понятие кардинальности и ее типы (один - к - одному, один - ко - многим, многие - ко - многим). Понятие класса отношений. Требования для создания класса отношений. Правила отношений. Правила использования процедур «соединения», «связи» и «классы отношений». Правила проверки атрибутов, связности и отношений. Простые и сложные классы отношений

**Построение и использование топологии базы геоданных.** Понятие топологии в ГИС. Определение и назначение. Правила топологии как инструмент обеспечения целостности БГД. Набор правил, определяющих корректные пространственные отношения в данных. Отличия в применении доменов и топологии. Отличия в понятиях топологии базы данных и топологии карты. Построение топологии базы геоданных. Правила топологии для пространственных объектов в одном и разных классах, проверка топологии. Схема построения топологии: идентификация пространственных отношений в ваших данных; определение участвующих классов пространственных объектов; ранжирование классов пространственных объектов по их точности; указание правил, задающих пространственные отношения. Оценка качества топологии: факт корректного выполнения пилот-проекта, обнаружение ошибок данных при проверке. Способы оценки ошибок: визуальная проверка, итоговая информация об ошибках, инспектор ошибок.

### *Содержание семинаров*

#### **1. Обсуждение основных понятий проектирования БПД.**

## **2 Создание новой базы пространственных данных (практические работы).**

Включает выполнение заданий ГИС-практикума:

- определение структурных составляющих новой БГД и системы координат.
- загрузка данных в базу геоданных.
- импорт нескольких шейп-файлов в пакетном режиме.
- изменение проекции карты.
- загрузка данных в класс пространственных объектов базы геоданных.
- создание класса пространственных объектов из файла координат X, Y.
- работа с метаданными классов объектов.

**3 Типы БПД. Технологии создания и редактирования данных (практическая работа).** Определение поддерживаемых типов данных в базе геоданных, используемых в упражнении.

**4. Редактирование данных.** Подтипы и поддержка целостности структуры данных (практическая работа)

**5. Связывание данных при помощи классов отношений**(практическая работа)

**6 Топология карты и базы пространственных данных. (практическая работа).** Изучение рабочего процесса создания топологии БПД

## **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 работ по теме семинара (№№ 1-6, см. п. 5. Содержание дисциплины) и при необходимости правку результатов по замечаниям преподавателя.

*Примерные вопросы к контрольной работе:*

1. Что такое «База геоданных», зачем ее создавать и как использовать.
2. Преимущества создания базы геоданных. Форматы баз геоданных
3. В чем преимущества использования файловой базы геоданных?
4. Опишите типы БГД с точек зрения редактирования, хранения, объемов данных
5. Перечислите и дайте характеристику типов баз геоданных в ArcGIS Desktop
6. Какие свойства должны быть заданы для нового класса пространственных объектов в БПД?
7. Пространственная привязка классов пространственных объектов
8. Опишите способы добавления данных из разных источников в базу геоданных
9. Изложите принципы организации классов пространственных объектов
10. Опишите процесс проектирования базы геоданных
11. Когда следует использовать наборы классов объектов?
12. Что такое метаданные? Какова их структура?
13. Что такое домен и каковы их типы?
14. Что такое подтип и как он определяется?

15. Определите, когда используются подтипы и домены
16. Что такое пространственный домен?
17. Перечислите потенциальные преимущества применения доменов и подтипов.
18. Раскройте понятие класса отношений и каковы их различия?
19. В чем отличие наборов данных и картографических слоев в БГД?
20. Перечислите типы наборов географических данных

## 8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный зачет.

### *Примерный перечень вопросов к зачету*

1. Построение модели данных: информационное обеспечение ГИС.
2. Представление пространственных объектов в БД.
3. Системы управления базами данных в ГИС.
4. Этапы проектирования базы пространственных данных.
5. Разработка содержания базы данных ГИС.
6. Индексирование данных. Первичные и внешние ключи.
7. Использование внешних ключей для создания связей между таблицами. Правила обновления и удаления данных в связанных таблицах.
8. Проектирование и создание таблиц БД в среде СУБД Access.
9. Типы запросов. Создание запросов на выборку в среде СУБД Access.
10. Создание вычисляемых полей в запросах.
11. Понятие о базе данных и системе управления СУБД. Функции СУБД.
12. Схема данных и схема БД. Языки описания и манипулирования данными.
13. Концептуальная и логическая модели данных
14. Модель "сущность-связь". Классификация отображений.
15. Реляционная модель базы пространственных данных.
16. Язык SQL. Спецификации описания данных и операторы манипулирования данными.
17. Распределенная обработка данных. Модель клиент-сервер. Файловый сервер
18. Понятие базы геоданных.
19. Технологии интеграции разнотипных данных в БД ГИС.

## ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

РО и соответствующие виды оценочных средств	Оценка	Незачет	Зачет
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: контрольная работа)		Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические задания)		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 не принципиального характера)

<b>Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические задания)</b>	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
--	--	--

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

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.

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

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

Nasser H. Learning ArcGIS Geodatabases Packt Publishing 2014 p. 145

Amirian P., Basiri A., Winstanley A. Evaluation of Data Management Systems for Geospatial Big Data. Springer. 2014 pp.678-686

Celko, J.: Complete Guide to NoSQL, What Every SQL Professional Needs to Know about Non-Relational Databases. Morgan Kaufman. 2014 p.224

Samet H. The Design and Analysis of Spatial Data Structures. : Addison-Wesley, 1990. 500 p.

Samet H. Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures. : Elsevier — Morgan Kaufmann Publishers, 2006. 993 p.

### б) дополнительная литература:

Атре Ш. Структурный подход к организации баз данных. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 320 с.

Диго С.М. Проектирование и использование баз данных. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 208 с.

Бойко В.В., Савинков В.М. Проектирование баз данных информационных систем. - М.: Финансы и статистика, 1989. - 351 с.

Васкевич Д. Стратегии клиент/сервер. - Киев: Диалектика, 1997.

Гилуа М.М. Множественная модель данных в информационных системах. - М.: Наука, 1992.

Грабер М. Справочное руководство по SQL. - М.: Лори, 1997. - 291 с.

Мейер М. Теория реляционных баз данных. - М.: Мир, 1987. - 608 с.

Нагао М., Катаяма Т., Уэмура С. Структуры и базы данных. - М.: Мир, 1986. - 197 с.

Тиори Т., Фрай Д. Проектирование структур баз данных. В 2 кн., - М.: Мир, 1985. Кн. 1. - 287 с.: Кн. 2. - 320 с.

Ульман Д. Основы систем баз данных. - М.: Финансы и статистика, 1983.

Цикритизис Д., Лоховски Ф. Модели данных. - М.: Финансы и статистика, 1985.

Zeiler M., Murphy J. Modeling Our World, Second Edition: The Esri Guide to Geodatabase Concepts ESRI Inc, 2010 p. 308

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

MySQL Community Server. Свободно распространяемая реляционная СУБД.  
<http://www.mysql.com/downloads/>



Connector/ODBC. Стандартный ODBC драйвер для СУБД MySQL.  
<http://www.mysql.com/downloads/>

MySQL Workbench. Интерактивное средство для управления сервера MySQL и работы с данными базы данных. <http://dev.mysql.com/downloads/workbench/>

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

Руководство по использованию СУБД MySQL и спецификация языка SQL.  
<http://dev.mysql.com/doc/>

McKee, Lance. "OGC History (detailed)". 2016  
<http://www.opengeospatial.org/ogc/historylong>

Инфраструктуры для облачных пространственных баз данных (GeoMesa).  
<http://www.geomesa.org/>

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

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий с мультимедийным проектором и компьютерами, организованными в локальную сеть.
2. Выделенный компьютер, функционирующий в режиме сервера баз данных/сервера приложений
3. Учебные базы пространственных данных, учебный фонд цифровых карт и снимков, компьютерные средства экспертной оценки результатов самостоятельной работы (сопоставление с эталоном).

## 11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

*Тесты контроля остаточных знаний по дисциплине*

1. Выберите верное определение базы пространственных данных:
  - 1) Совокупность данных о пространственных объектах, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными.
  - 2) Хранилище пространственных данных.
  - 3) Хранилище пространственных объектов.
  - 4) Структурированное хранение данных о пространственных объектах.
  - 5) Табличный файл.
2. В чем суть операции соединения таблиц?
  - 1) Строки второй таблицы временно присоединяются в первой таблице
  - 2) Столбцы второй таблицы временно присоединяются к первой таблице
  - 3) Строки второй таблицы постоянно присоединяются в первой таблице
  - 4) Столбцы второй таблицы постоянно присоединяются к первой таблице
3. Опишите, в каком случае нужно использовать подтипы, а в каком домены?
4. Опишите, чем отличается топология БГД и карты

Программа одобрена на заседании кафедры картографии и геоинформатики.

Зав. кафедрой



И.К. Лурье

**Разработчики:**

Лурье Ирина  
Константиновна  
Сакиркина Мария  
Александровна

профессор, д.г.н.

аспирант

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