ОСНОВЫ РАБОТЫ С ГЕОИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ (НА ПРИМЕРЕ ГИС QGIS)

Цель работы: ознакомление с некоторыми операциями, направленными на построение цифровой карты на примере географической информационной системы Quantum GIS (QGIS).

Задание: провести последовательное выполнение примеров, овладевая интерфейсом программы. Результаты выполнения самостоятельных разделов включить в отчет.

Примечание. Лабораторная работы выполняется с помощью бесплатной ГИС-программы QGIS (http://www.qgis.org), поддерживающей основные картографические форматы MapInfo (tab) и ArcMap (shp).

7.1. Пространственные данные. Понятия «картографического слоя» и «картографического проекта»

В компьютерной графике зачастую применяются различные форматы изображений – векторные (wmf, emf, ai, cdr, dxf и др.) и растровые (png, jpg, tiff, bmp, pcx и др). Перечень задач, решаемых с помощью этих форматов изображений достаточно широк, они могут быть как дизайнерские или изобразительные, так и инженерные проектные.

Коренное отличие программ цифровой картографии от дизайнерских состоит в наличии специфических функций, таких как возможность работать с картографическими системами координат и проекциями, наличии связей с базами данных и языка структурированных запросов (SQL), наличие специализированных форматов, содержащих геодезическую пространственную привязку (таблица).

Тип файлов	Форматы
Векторный	TAB (MapInfo), MIF/MID (MapInfo); DXF (AutoCAD); SHP (ArcView)
Растровый	ВМР; TIFF; GEOTIFF (формат tiff с геопривязкой в заголовке); JPEG; GIF, GRID - (форма представления количественных данных по регулярной сети)
Табличных данных	XLS (Excel); DBF (dBase FoxPro); SLK; DAT; ASCII; TXT

Таблица 1. Форматы изображений цифровой картографии

Цифровая карта в ГИС представляет собой файл <u>проекта</u> (в MapInfo *.wor, в ArcMap – *.mxd, QGIS – *.qgs) и подключенные файлы слоев, как векторных, так и растровых.

<u>Проект</u> содержит сведения о подключенных к проекту слоях, ссылки на их файлы на жестком диске, порядке расположения слоев (порядке прорисовке)

и стилях их отображения, используемой картографической проекции.

Несмотря на значительное количество картографических программ, основными форматами, применяемыми для векторных слоев карт являются форматы ArcView SHP (англ. "shape" – форма) и MapInfo TAB (англ. "table" – таблица).

Один векторный слой в Mapinfo представлен четырьмя файлами, имеющими одно имя и расширения: *.tab, *.dat, *.map, *.id. Векторный слой ArcView представлен тремя файлами с расширением *.shp, *.shx, *.dbf.

Важным отличием SHP формата и QGIS является *топология слоя*. Это означает, что тот или иной векторный слой карты, а также связанные с ним векторные файлы специализированы на отдельный тип данных – точечный, полигональный, линейный. Не может быть слоя, содержащего точки и линии или линии и полигоны. **При обдумывании структуры проекта** это надо учитывать.

Слои *линейной топологии* могут быть использованы для объектов, ширина которых не учитывается (реки, дороги, ЛЭП и др.), *полигоны* – для объектов, имеющих выраженную площадь (леса, населенные пункты в масштабе карты, озера), *точки* – для объектов, площадь которых не рассматривается (населенные объекты, точки отбора проб и наблюдений и т.д.).

Достоинством картографических программ является экономия времени на верстку карты за счет гибкого изменения стилей объектов на карте послойно, в том числе в соответствии со свойствами объектов, указанными в связанной базе данных – *атрибутивной таблице (AT)*. Значительная производительность достигается, кроме того, за счет подписывания объектов на карте из AT.



Рис. 7.1. Изменение стилей отображения карты (а, б) и подписывание из атрибутивной таблицы (в) в ГИС QGIS

7.2. Интерфейс программы Quantum GIS

Несмотря на значительное наличие платных картографических программ на рынке, следует выделить бесплатную ГИС QGIS. Ее достоинством является поддержка как форматов MapInfo TAB, так и ArcView SHP и нетребовательность к ресурсам компьютера.

Интерфейс QGIS представляет собой типичное для программ такого вида расположение областей и панелей (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Основные элементы интерфейса окна программы QGIS

Строка меню программы служит для выполнения операций с файлами, слоями проекта и настройки самого проекта. Объекты панели инструментов позволяют осуществлять навигацию проекта, изменение и создание новых слоев. Панель «слои» предназначена для управления порядком прорисовки слоев, стилями их отображения. Многие операции осуществляются с помощью контекстного меню, выводимого по нажатию правой кнопкой мыши (ПКМ) на слое. Окно вида программы содержит компоновку слоев в виде карты таким образом, как она может быть экспортирована или напечатана. Строка состояния отражает координаты текущего положения курсора и масштаб карты.

Интерфейс программы претерпевает некоторые изменения от версии к версии, однако интуитивно управление меняется слабо.

7.3. Создание картографического проекта

<u>Важно!</u> Из сказанного выше очевидно, что даже единственный векторный слой карты представляет собой несколько файлов. Это значит, что проект карты будет представлять собой множество файлов, помимо собственно файла проекта (*.qgs). Для файла учебного картографического проекта,

создаваемого в рамках самостоятельной работы, следует выделить отдельный каталог с подкаталогами, соответствующий следующей рекомендуемой структуре (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Рекомендуемая структура каталогов проекта QGIS

Перед началом работы в отдельном каталоге необходимо создать следующие подкаталоги целевого назначения: shp – для векторных слоев, geotiff – для растровых слоев с геопривязкой, doc – для документации и пояснительных файлов формата Microsoft Word, qgs – для файлов проектов QGIS.

Главное правило – отсутствие кириллических символов, пробелов и специальных символов (кроме заменяющего пробел знака «_») в именах файлов и каталогов, а также пути проекта.

Такого рода организация файлов позволит легко отыскивать требуемые файлы, препятствует захламлению каталогов и предупредит возникающие ошибки в работе программы.

Для начала работы QGIS необходимо запустить. В OC Windows он находится в группе QGIS или OSGEO4W в меню «Пуск». После запуска программы с ярлычка и ее загрузки новый проект будет создан и открыт по умолчанию. Если запуск программы осуществлялся щелчком по имени уже существующего проекта, необходимо создать новый проект, нажав сочетание клавиш Ctrl+N или выполнив команду строки меню $\Phi a \ddot{u} \rightarrow Hobbi n poekm$.

Система координат проекта устанавливается в меню $\Phi a \ddot{u} n \to C Bo \ddot{u} cm Ba n poekma. В наших упражнениях мы будем использовать систему координат, основанную на геоиде (модель Земли) WGS84.$

Однако, прежде чем настраивать систему координат проекта, следует добавить какие-либо слои в проект. Отметим, что для добавления картографического слоя SHP-формата надо выбрать файл с расширением *.shp (таблица 2).

Папка, имя «главного» файла слоя	Описание	Топология данных
shp\DNL_polyline.shp	Реки Приморского края	Линия
shp\dvfo_p_region.shp	Некоторые субъекты Дальневосточного ФО	Полигон
shp\PPP_point.shp	Точечные символы населенных пунктов Приморского края	Точка
shp\vsto2_polyline.shp	Ветка магистрального нефтепровода ВСТО-2, координаты и топология даны условно (изменены)	Линия

Таблица 2. Описание слоев, прилагаемых к проекту, проекция WGS 84/UTM zone 53N

geotiff\dv1.tif	Топографическая карта юга Приморского края	Растр
	масштаба 1:500000, геопривязка	1

Пример 1. Добавление данных в проект и выбор их стилей

В созданный при открытии программы проект добавим векторные данные $shp\dvfo_p_region.shp$ u $shp\DNL_polvline.shp$

Выберем в меню <u>Слой</u> \rightarrow <u>Добавить векторный слой</u>. Возникнет диалоговое окно доступа к файловой системе ЭВМ. Необходимо выбрать нужные слои и нажать кнопку «Открыть». После этого слои возникнут на панели «Слои», а их отображение – в <u>окне вида</u> (рис. 7.4).



Рис. 7.4. Открытые слои в окне QGIS

Сразу после открытия слои могут выглядеть весьма своеобразно и далеко от привычной системы обозначений топокарт. Это означает, что необходимо выбрать их стили. Чтобы это сделать, надо произвести двойной щелчок на имени слоя, затем в появляющемся окне перейти на вкладку «Стиль» и выбрать подходящие цвета символа, заливки и контура (зависит от типа данных) (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Вкладка «Стиль» свойств слоя проекта

Самостоятельно. Установить для рек Приморья стиль – сплошная тонкая линия, толщина 1 пикс, цвет RGB (0,45, 247). Для полигонов субъектов ДВФО убрать заливку, контур тонкий черный RGB (0,0,0)

Пример 2. Подписи слоев из АТ.

Объекты удобно подписывать из AT (данные файла с расширением *.dbf). Это избавляет от необходимости подписывать каждый объект вручную. Выполним подписывание рек из таблицы атрибутов. Рассмотрим таблицу атрибутов. Ее вызов осуществляется нажатием ПКМ на имени слоя и выбором опции «Открыть таблицу атрибутов» или выделение слоя левой кнопкой мыши (ЛКМ) и выбором в меню <u>Слой</u> \rightarrow <u>Открыть таблицу атрибутов (рис. 7.6).</u>



Рис. 7.6. Таблица атрибутов слоя DNL_polyline.shp. Выделено поле DNL_NAME

Анализ АТ слоя показывает, что она содержит два поля (столбца) и 651 записей (строк). Фактически, строка таблицы, т.е. запись в ней соответствует единичному объекту на карте, а столбец – какому-нибудь его свойству. Видно, что не все объекты поля DNL_NAME содержат названия рек. Значения типа NULL означают отсутствие данных.

Для подписывания названий рек слоя **DNL_polyline.shp** необходимо выделить его на панели слоев и в строке меню выбрать <u>Слой</u> → <u>Свойства.</u> В появившемся окне свойств выбрать вкладку «Подписи», там поставить галочку на опции «Подписывать объекты значением поля» и выбрать поле «DNL_name».



Рис. 7.7. Подпись на слое DNL_polyline.shp при приближении (колесом мыши

Самостоятельно. Добавить в проект слой shp\PPP_point.shp и подписать названия населенных пунктов из его атрибутивной таблицы.

7.4. Запросы к атрибутивной таблице слоя

Иногда бывает нужно выбрать объекты, соответствующие некоторому набору признаков, т.е. определенным значениям записей в таблице атрибутов. В ГИС-программах для этого бывают предусмотрены встроенные функции, такие как SQL-запросы (SQL, англ. Structured Query Language – язык структурированных запросов). В QGIS используется упрощенная система запросов с помощью графического интерфейса и составления простых выражений.

При формировании выражений необходимо учитывать тип данных (численный или строковый).

Пример 3. Поиск данных в АТ слоя. Выборка объектов по их атрибутам.

Выберем линейный объект слоя реки (файл DNL_polyline.shp) по его имени и приблизим карту к нему. Откроем атрибутивную таблицу слоя DNL_polyline.shp (строка меню <u>Слой</u> → <u>Открыть таблицу атрибутов</u>). Откроется окно атрибутивной таблицу (см. рис. 7.6). Выберем реку Единка по названию и приблизим к ней карту. Для этого надо нажать на кнопку [©] («Выделить объекты, удовлетворяющие условию») на панели инструментов

кнопку («Выделить объекты, удовлетворяющие условию») на панели инструментов атрибутивной таблицы. Появится окно составления запроса под названием «Выделение выражением» (рис. 7.8).

😧 Выделение выражением	<u>? × </u>
Функции	Описание функции
Искать	
	выбора
	·
Выражение	
"UNL_NAME" LIKE 'ЕДИНКа"	
Результат (предварительный):	
	🗧 Выделить 🔻 Закрыть

Рис. 7.8. Выделение выражением – выбор реки с названием «Единка» слоя DNL_polyline.shp

Запрос вводится по следующему шаблону: ИМЯ_ПОЛЯ ОПЕРАТОР ЗНАЧЕНИЕ ЗАПИСИ в текстовом поле «Выражение». Для того, чтобы посмотреть совместимые операторы и список имеющихся полей можно воспользоваться «деревом выбора». Для выбора текстовых значений используется оператор «LIKE», для выбора чисел используется оператор «=». Введем выражение:

"DNL_NAME" LIKE 'Единка'

После нажатия на кнопку «Выделить» произойдет выделение строки в таблице, при условии, что в выражении отсутствуют ошибки и правильно введено значение атрибута. При этом в <u>строке состояния</u> программы (нижний левый угол) будет написано «В слое DNL_polyline выделен 1 объект» (рис. 7.9).



Рис. 7.9. Сообщение о выделении объекта в строке состояния

С помощью инструментов центрирования и увеличения можно управлять отображением выделенных объектов на карте, увеличивать их и приближать (рис. 7.10).

		Пе	реместить	выде	еленные объекты в начало	
🧕 Ta	аблица а	трибутов — DNL_I	ool /line :: Bcero (объек	тов: 651, скрыто фильтром: 💶 💌	
) 🖅 💽 🤅	R	🖸 📄 🔝 🔚 🔛 Справка	
	ID 🗸	DNL_NAME			_	
3	0	Самарга		Уве	еличить карту до выделенных стро	ЭΚ
4	0	NULL	Hour			
5	0	NULL	цен	ihuho	овать выделение	
6	0	NULL	Отменить	выде	еление	
7	0	Пухи				
8	0	NULL				
9	0	Единка				
10	0	NULL				
11	0	NULL				
12	0	NULL				
13	0	NULL				
14	0	NULL				
15	0	NULL				
16	0	Пея				
	Все объек	ты				

Рис. 7.10. Выделенный слой в таблице

7.5. Калькулятор полей слоя

Объекты слоя, выбор которых осуществлялся в п. 7.4, оцифровывались без простановки порядковых номеров объектов в поле ID, которое заполнено 0. Это можно исправить с помощью <u>Калькулятора полей</u> слоя. В результате работы калькулятора полей слой будет изменен. Для начала редактирования необходимо перевести слой в специальный режим. Для этого надо нажать на

кнопку панели инструментов основного окна программы или окна атрибутивной таблицы. Кнопка притапливается, что означает перевод слоя в *режим редактирования*. В этом режиме можно вносить изменения в объекты карты, создавать и удалять их, изменять атрибуты объектов (рис. 7.11).



Рис. 7.11. Дополнительные кнопки режима редактирования слоя

Окно <u>калькулятора полей</u> содержит дерево выбора функций, геометрических параметров объектов, а также областей выбора параметров редактирования поля (рис. 7.12).

😧 Калькулятор полей	<u>?</u> ×
Обновить только выделенные объекты	
Создать новое поле — 🗰 Обновить	о существующее поле
Поле	
Тип Целое число (integer) 💌 ID	
Размер 10 🐳 Точность 0 🐳	
Функции	Опизание функции
Искать	Настройка режима редактирования
⊞… Строки ⊞… Цвет	Х-координата текущего объекта.
— Геометрия — хаt	Синтаксис
yat sarea	\$x
sperimeter	Аргументы
\$X • \$V	Нет
sgeometry neomEromWKT	🔽 Пример 🔍
🔻 Операторы	小
= + - / * ^ ()	Выбор функций и параметров объектов
Выражение	
\$rownum	
Результат (предварительный): О	
	ОК Отмена Справка

Рис. 7.12. Окно средства калькулятор полей

Следует обратить внимание на область «Настройка режима редактирования», содержащую выбор «обновление выделенных объектов», «создание нового поля», «обновление существующего поля».

автоматизированное Возможно заполнение поля какими-либо параметрами объектов, выбираемыми в дереве объектов – геометрическими свойствами (площадью \$area, длиной \$length), а также параметрами записи, порядковым номером строки таблице, например. В отражающим последовательность создания объектов – \$rownum. Выбор опций, показанных на рисунке (см. рис. 7.12), приведет к перезаписи значений поля ID значениями номера строки \$rownum.

Самостоятельно. Использовать калькулятор полей для обновления значений поля ID номерами строк, а также создания нового поля LEN, содержащего значения длины реки. Какой формат поля рационально задать при его создании? В каких единицах программа возвращает данные, включаемые в таблицу? От чего зависит формат данных?

7.5. Пространственные запросы

Пространственные запросы в ГИС-программах выполняются для проверки пересечения объектов карты одного слоя другим слоем и служат для решения множества прикладных задач. Для вызова окна запроса необходимо выполнить действия меню основного окна программы <u>Вектор</u> <u>— Пространственный запрос</u> — <u>Пространственный запрос</u>. Возникает окно запроса (рис. 7.13).

Опространственный запрос ? × Выбрать объекты в слое √ DNL_polyline Только выделенные объекты	Слой, содержащий выбираемые объекты
Где объект	
Пересекает	Условия
Объекты слоя	
V° vsto2_polyline 🛛 🔫	Слой объектов, используемый
Только выделенные объекты	В условиях выбора
Результат запроса	
Создание нового выделения	В результате запроса создается
	новое выделение
Закрыть Применить	

Рис. 7.13. Окно пространственного запроса

Для проектирования магистральных трубопроводов с применением цифровой картографии может потребоваться выяснить количество пересекаемых трассой рек и получить их список. После выполнения этого пространственного запроса в атрибутивной таблице выделяется список объектов. Кроме того, они показаны на карте особым цветом.

7.6. Создание слоя и редактирование его объектов

Создание нового слоя осуществляется с помощью команды <u>Слой</u> →<u>Создать</u> → <u>Создать шейп-файл.</u> Это приводит к выводу окна создания нового шейп-файла (SHP) (рис. 7.14).

• Точка		0	Линия		🔿 Пол	игон
PSG:4326	- WGS 84				Си	стема координат
цобавить	атрибут —					
Имя [
Тип []	Гекст					-
Размер 8	30		Точность			
				🖪 Доба	звить	
Имя		Тип		Размер		Точность
		Integer		10		
•						

Рис. 7.14. Окно создания нового слоя карты

В этом окне необходимо задать тип данных (топологию), соответствующих природе оцифровываемых объектов, систему координат слоя, а также список атрибутов слоя (полей атрибутивной таблицы) и их типы данных.

Редактирование слоя производится в соответствующем режиме с помощью инструментов панели редактирования 🖉 🖓 🖓 🏹 🥱 🌾 🖓 🛩 🗈 📋 .

Для создания новых объектов важно достичь **«прилипания»** (Snapping) вершин для создания топологически корректной модели. Это выражается, например в том, что линии пересекающихся трубопровода и его отвода или главой реки и ее притока на карте должны иметь общую точку.

Несмотря на очевидность задачи, поставить общую точку «вручную» невозможно, при увеличении карты обязательно будет заметен «недоввод» или «перехлест» объектов. Поэтому, важно, чтобы при создании/редактировании объектов, курсор как бы прилипал к стороне или вершине линии, обеспечивая точный ввод. Настройка параметров прилипания настраивается в пункте меню *Установки* — *Параметры прилипания* (рис. 7.15).

Это окно также позволяет включать режим «топологического редактирования» установкой соответствующей галочки. Этот режим позволяет одновременно перемещать вершину, принадлежащую сразу нескольким объектам, что не нарушает целостность карты.

Chon	Режим		Порог	Единицы		редотвращать пересече
DNL_polyline	к вершинам	-	000000	единиц карты	-	
dvfo_p_region	к сегментам	-	000000	пикселей	-	
PPP_point	к вершинам	-	000000	единиц карты	-]
vsto2_polyline	к вершинам и сегментам	-	000000	единиц карты	-	

Рис. 7.15. Окно «Параметры прилипания».

Рекомендации.

• Учитывать, что операция отмены или сочетание клавиш Ctrl+Z в ГИСсистемах малополезна, т.к. при редактировании проекта обрабатываются множество файлов и отменить ошибочное действие невозможно. Решение – внимательно читать предупреждающие сообщения программы;

• Редактирование и сохранение проектов QGS и добавленных в них файлов происходит независимо друг от друга, сохранение проекта не приводит к сохранению слоя и наоборот;

• Можно редактировать несколько слоев одновременно, но это не рекомендуется для начинающих пользователей.

Задания для самостоятельной работы

• Кроме приведенных примеров, выполнить основные занятия под руководством преподавателя;

• Ход работы и результаты конспектировать, фиксируя основные методические приемы;

• Задания для самостоятельной работы должны включать оцифровку объектов космического снимка, указанных преподавателем.

Требования к отчету

Отчет о выполнении лабораторной работы должен содержать:

- тему лабораторной работы на титульной странице;
- автособираемое оглавление, с номерам страниц;

• необходимые теоретические сведения по теме решаемых задач, вставка рисунков из методички должна быть обоснованной;

- исходные данные и последовательность их обработки (преобразования);
- результаты выполнения заданий;
- отметку преподавателя о выполнении лабораторной работы.

Рекомендуемая литература

1. QGIS User guide // [Электронный ресурс]: Официальное руководство к QGIS 1.8. Веб-сайт. URL: http://docs.qgis.org/1.8/pdf/QGIS-1.8-UserGuide-en.pdf (Дата обращения: 20.11.2015)