



Ссылка на статью:

// Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2018, № 2, с. 1-7.

Поступила: 01.10.2018

Окончательный вариант: 10.11.2018

© УлГУ

УДК 004.4'22

Методы построения современных геоинформационных систем

Булаев А.А.^{1,*}

* mail@bulalex.ru

¹УлГУ, Ульяновск, Россия

Статья посвящена анализу методов построения современных геоинформационных систем (ГИС). Представлены методы, позволяющие разрабатывать ГИС как с использованием готовых решений, так и без них. Предлагается решение проблемы взаимодействия ядра ГИС и сторонних библиотек, частично реализующих функциональные возможности системы, а также собственных разработок.

Ключевые слова: JSON, Web-ГИС, XML, адаптер, геоинформационная система, свободно распространяемая библиотека, собственная разработка, ядро.

Введение

Развитие информационных и телекоммуникационных технологий обусловило активное развитие технологий создания современных геоинформационных систем, что влечёт за собой их применение в различных сферах жизнедеятельности человека, таких как: гражданская и военная отрасли, телекоммуникации, здравоохранение, геодезия, нефтегазовая промышленность, городское планирование, коммунальные услуги, транспорт, экология и другие. [1]

На заре появления технологий по созданию ГИС, как и большинства других информационных систем, их разработка велась преимущественно без использования каких-либо готовых решений и модулей. Однако, с развитием Интернет, а также ресурсов, предоставляющих свободно распространяемые решения (библиотеки) достаточно высокого качества, частично реализующих необходимые функциональные возможности, процесс разработки ГИС существенно упростился. [1,2]

В данном случае, возникает проблема обеспечения взаимодействия ядра ГИС со свободно распространяемыми библиотеками и собственными разработками, которая

решается разработкой адаптера, преобразующего выходные данные библиотеки в формат ГИС и наоборот.

Методы создания ГИС

В настоящее время существует несколько методов создания геоинформационных систем (ГИС):

разработка дополнительных функционально-программных модулей, работающих совместно с существующим ядром ГИС;

разработка ГИС «с нуля»;

разработка Web-ГИС на основе клиент-серверной архитектуры;

разработка ГИС на основе готовых решений.

Первый метод заключается в создании внешних программных модулей, работающих в среде универсальной ГИС (рис. 1). Как правило, модули реализуются с помощью специализированных макроязыков, интерпретаторы которых встроены в ядро универсальной ГИС. Часто возможностей макроязыка не достаточно для решения тех или иных задач, поэтому макроязыки должны иметь средства для встраивания программ, написанных на языках другого уровня.

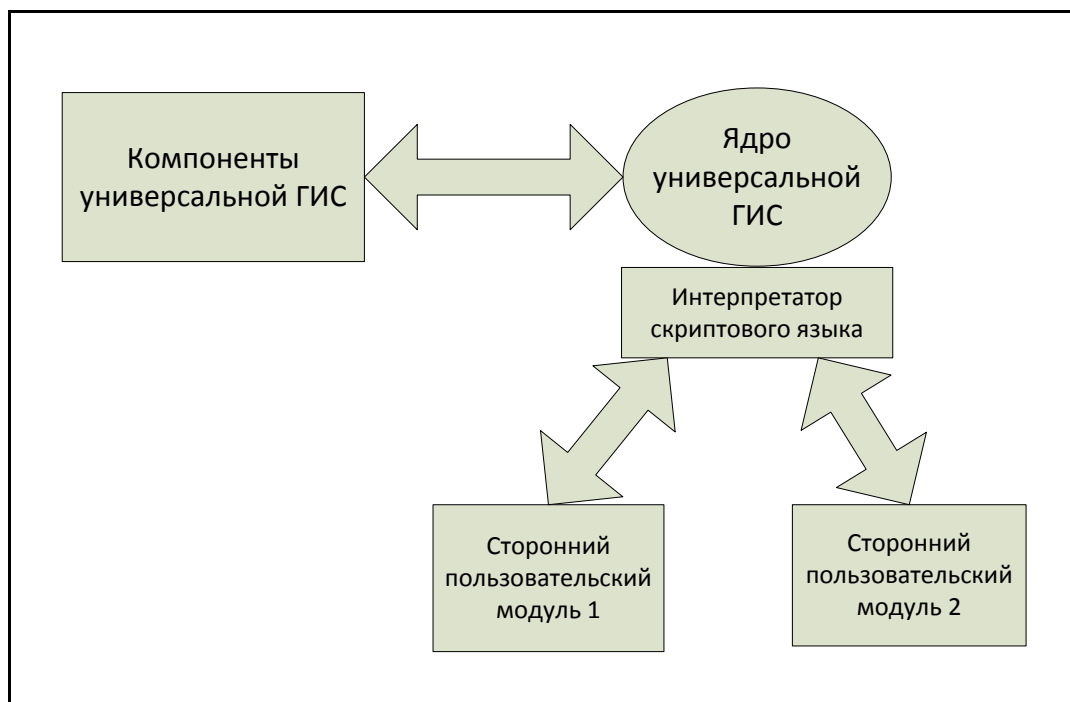


Рис. 1. Схема взаимодействия сторонних модулей с универсальной ГИС

В качестве макроязыков могут использоваться как классические высокоуровневые языки программирования (например, C++, C#, Python, Pascal), так и специальные скриптовые языки, интерпретаторы которых встроены в ядро ГИС. Программы,

созданные с помощью скриптовых языков, не могут функционировать отдельно от системы. Скриптовыми языками являются: Tcl, Bash, VBScript, PowerShell, PHP, JavaScript и др. Преимуществом таких языков является упрощённая реализация функциональных возможностей за счёт, более простого синтаксиса. Основной недостаток – низкая производительность по сравнению с классическими языками. [3]

Примерами разработки ГИС с использованием универсального ядра являются: GIS Toolkit, ArcGIS, MapInfo и др. [4]

Основными функциональными возможностями универсального ядра ГИС являются:

- создание электронных карт с заданными параметрами проекции;
- получение картографической информации из пространственной базы данных;
- редактирование содержимого пространственной базы данных на уровне объектов местности: добавление, обновление, удаление, копирование, восстановление, геокодирование;
- поддержка различных проекций и систем координат;
- визуализация содержимого пространственных баз данных;
- совместное отображение и вывод на печать векторных, растровых данных;
- отображение мобильных объектов;
- нанесение на карту результатов измерений координат, поступающих от GPS- и ГЛОНАСС-аппаратуры;
- выполнение запросов на поиск объектов с заданными характеристиками;
- отображение матриц высот.

Преимуществом данного метода является наличие готового ядра ГИС, реализующего основные функциональные возможности любой подобной системы, удобные встроенные языки программирования для разработки собственных модулей и наличие программных интерфейсов, обеспечивающих взаимодействие ядра ГИС и созданных модулей.

Основной недостаток метода заключается в ограничении функциональности разрабатываемых программных модулей, обусловленном возможностями ядра ГИС и программных интерфейсов.

В основе **второго метода** лежит разработка геоинформационной системы без использования готовых движков и модулей. В данном случае разработчики на выбранном языке программирования выполняют программную реализацию ГИС, полностью описывая все математические операции по преобразованию карт и объектов и реализуя их визуальное отображение.

Подобные системы разрабатываются с помощью высокоуровневых языков программирования с использованием структурной и объектно-ориентированной парадигм программирования. Для создания ГИС «с нуля» требуется большой штат программистов высокого уровня, среди которых формируются рабочие группы для разработки отдельных модулей системы и, в дальнейшем, производится объединение всех модулей в единую систему.

Преимуществами метода являются наличие только тех функций, которые необходимы в рамках поставленной задачи, что обеспечивает увеличение скорости работы системы и уменьшение потребляемых ресурсов, а также отсутствие скрытых функциональных возможностей.

В качестве недостатков выделяются сложность реализации такой ГИС, высокий уровень знаний разработчиков, большие сроки разработки и финансовые затраты, наличие ошибок и уязвимостей.

В **третьем методе** используется технология клиент-сервер. Клиентом выступает программа, которая решает производственные задачи, например, обработки данных. Данная программа делает запросы к другой программе - серверу. В качестве сервера используется программное обеспечение универсальной ГИС. Сервер выполняет запросы клиента и передает ему результаты.

Частным случаем этого метода являются Web-ГИС (Рис. 2), которые отображаются у пользователя в специализированных программных средствах – Web-браузерах и взаимодействуют с удаленным сервером, формирующим для отображения слой местности, объекты и другую метрическую и семантическую информацию.

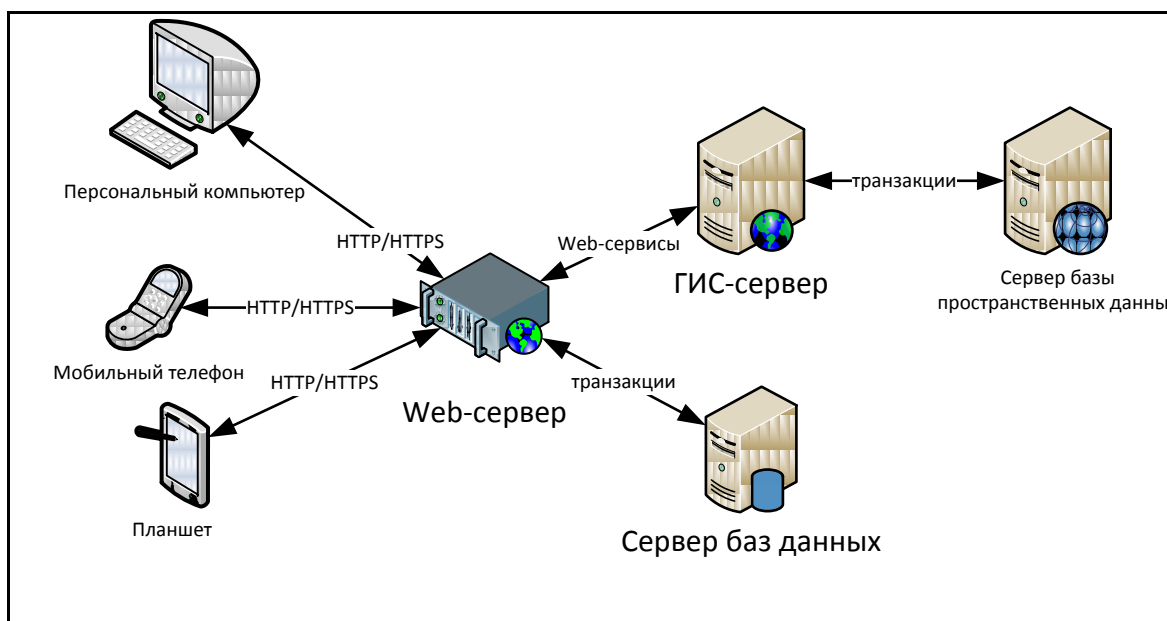


Рис. 2. Структура Web-ГИС

Функционирование Web-ГИС возможно с различных устройств: компьютеров, мобильных телефонов, планшетов, на которых установлен Web-браузер с поддержкой JavaScript. Браузер по протоколам HTTP и HTTPS отправляет запросы на Web-сервер, в котором реализовано взаимодействие с ГИС-сервером, дополнительные функциональные возможности и работа с базой данных. ГИС-сервер, в свою очередь, выполняет основные задачи по отображению карт, объектов и текстур местности и представляет собой стандартные Web-движки, такие как: Google Maps, Yandex-карты, OpenStreetMap и

другие. На сервере базы пространственных данных хранятся модели объектов в векторных и растровых форматах, спутниковые и аэрофотоснимки, дополнительные метрические характеристики местности и рельефа.

Взаимодействие между Web-сервером и ГИС-сервером может быть организовано с помощью различных web-служб: XML, SOAP, JSON и по соглашению REST.

Протокол SOAP - протокол обмена структурированными сообщениями в формате XML. Недостатком использования данного протокола является большой объём передаваемых данных и, в связи с этим, низкая скорость передачи.

Формат JSON - текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript и обеспечивающий компактное хранение и передачу сообщений. Поддерживается большинством современных языков программирования и имеет более простые способы преобразования в стандартные конструкции языка, чем формат XML.

Архитектура REST - стиль взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети, который представляет собой HTTP-запрос с использованием методов GET (для получения данных) и POST (для передачи данных). Наиболее удобный формат запросов во Всемирной паутине за счёт генерации URL-ссылок для работы с данными. Современные web-сайты в большинстве случаев поддерживают динамическую генерацию URL-запросов и обновление информации на стороне браузеров без перезагрузки страницы с использованием метода AJAX.

Преимущества разработки ГИС с использованием Web-технологий: гибкость, кроссплатформенность, возможность использования на мобильных устройствах.

Недостатки:

- необходимость иметь мощный сервер, выполняющий большинство операций для отображения;
- постоянное соединение по локальной сети или Интернет;
- необходимость разработки двух программных средств: сервера и клиента, каждый из которых обладает своими функциональными возможностями;
- ограниченные клиентом возможности отображения пространственных данных на местности и взаимодействия с ними.

Четвёртый метод заключается в разработке ГИС с использованием готовых решений, реализующих одну или несколько функциональных возможностей создаваемой системы. Такими готовыми решениями являются: свободно распространяемые библиотеки, разрабатываемые Интернет-сообществом, векторные, растровые карты, матрицы высот и глубин, размещенные в открытом доступе (OpenStreetMap, GEBCO, SRTM). [5]

При разработке может возникнуть ситуация, когда некоторые функции невозможно реализовать с помощью готовых библиотек. В таком случае разрабатывается собственный модуль, который решает эту задачу.

Преимуществами являются:

- наличие готовых программных решений по реализации основных функций ГИС, таких как: загрузка и отображение растровых и векторных карт, визуализация объектов, решение математических и геометрических задач на местности, аналитика и др.;
- снижение уровня знаний программиста за счёт отсутствия необходимости выполнения большого объёма математических расчётов при отображении карт, объектов и т.п.;
- широкая доступность готовых решений, т.к. в настоящее время большинство таких решений поставляется по свободно-распространяемым лицензиям и даёт возможность подключения и встраивания в другие проекты.

Основным недостатком является сложность совмещения готовых решений между собой и с разрабатываемой ГИС из-за разных программных интерфейсов, форматов ввода-вывода пространственных данных и операционных систем, на которых они функционируют. Этот недостаток легко решается разработкой дополнительных средств (адаптеров), обеспечивающих конвертацию данных из готового решения в ГИС и наоборот (Рис. 3).

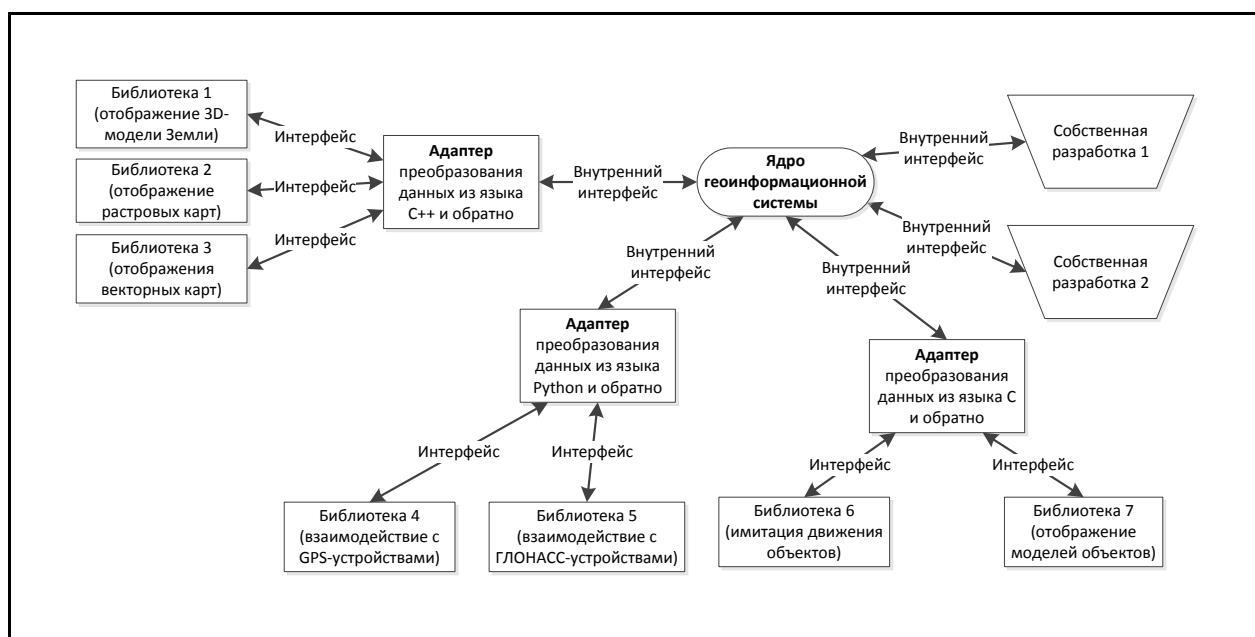


Рис. 3. Структурная модель геоинформационной системы с использованием готовых решений и собственных разработок

В случае несоответствия интерфейсов библиотеки интерфейсу ядра геоинформационной системы модель предлагает разработку адаптера – специального элемента, который обеспечивает преобразование данных из формата, поддерживаемого библиотекой, в формат ядра ГИС и наоборот. [6]

Предложенная модель позволяет значительно упростить и автоматизировать создание современных геоинформационных систем с использованием готовых решений (свободно распространяемых библиотек), повысить качество и время разработки таких систем и уменьшить финансовые затраты.

Заключение

В данной статье проведен анализ методов создания современных геоинформационных систем как с использованием готовых решений (свободно распространяемых библиотек), так и без них. Предложена клиент-серверная архитектура разработки Web-ГИС с использованием таких протоколов, как: SOAP, XML, JSON, REST, функционирующих в различных операционных системах и на различных устройствах.

Предлагается структурная модель ГИС с использованием сторонних свободно распространяемых библиотек, частично реализующих функциональные возможности системы, и собственных разработок, включающая использование адаптеров по преобразованию форматов данных библиотеки и ядра ГИС.

Список литературы

1. Васильева Е.Е., Марков Н.Г. Методы, алгоритмы и информационные системы для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде скважин нефтегазодобывающего предприятия // *Известия Волгоградского государственного технического университета*. 2016, № 11 (190), с. 31-37.
2. Добровольский А. Интеграция приложений: методы взаимодействия, топология, инструменты // *Открытые системы*. 2006, № 9, с. 30–34.
3. Дышленко С.Г., Цветков В.Я. Особенности проектирования ГИС пользователя на основе базового комплекта ГИС «Карта 2011» // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2010, № 8, с. 79–84.
4. Иванов К.А., Кампанья М., Кудинов А.В., Марков Н.Г. Волонтерские геоинформационные системы в управлении муниципалитетами и регионами // *Информационное общество*. 2014, № 3, с. 10-19.
5. Булаев А.А., Кукин Е.С., Леонтьев М.Ю., Смагин А.А. Система отображения морской, наземной и воздушной обстановки на трехмерной модели Земли // *Учёные записки УлГУ*. 2014, № 1(6), с. 5-11.
6. Булаев А.А., Липатова С.В., Смагин А.А. Система автоматизированного проектирования и моделирования 3D ГИС // *Вестник НГИЭИ*. 2017, № 6(73), с. 18-31.