

Современное состояние взаимодействия ГИС и Интернет

Интернет означает глобальную информационную систему, которая:

1. **Логически взаимосвязана** путем использования уникального адресного пространства, основанного на IP (Internet Protocol) или его последующих модификациях.
2. **В состоянии поддерживать** сетевое взаимодействие, используя набор Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) или его последующие модификации и/или иные IP-совместимые протоколы.
3. **Обеспечивает и делает доступным** как для общественных, так и для частных нужд высокий уровень информационных услуг, налагаемых поверх описанного здесь сетевого взаимодействия и соответствующей инфраструктуры

Одной из областей стало создание и использование ГИС и геопространственных данных

В настоящее время новое направление развития геоинформатики и ГИС, связанное с Интернет-приложениями, уже сформировалось

Появились и закрепились новые направления исследований, стала складываться **новая терминология**, например:

Web-картографирование (Web-mapping),

Картографический Интернет-сервер (InternetMapServer-IMS),

Распределенная географическая информация (Distributed Geographic Information — DGI)

Возник рынок специализированных программных продуктов

Но симбиоз ГИС- и Интернет-технологий стал исключительно полезен именно для первых, поскольку появилась реальная возможность организации и поддержки глобального обмена географической информацией

В свою очередь такой обмен **способствует популяризации и профессионализации** применения традиционных ГИС, вовлечению в активное использование накопленных и производству новых геоинформационных ресурсов

Самым значительным стало то, что, благодаря Интернету, геоинформатика существенно **расширила рамки** своего присутствия в повседневной жизни общества

Среди современных проблем интеграции ГИС и Интернет-технологий следует выделить следующие:

- **проблемы развития технологий** работы с геоинформацией которые включают создание специализированных программных средств для серверов, где она хранится и обрабатывается, для клиентских мест, где эта информация используется и анализируется для сетевых коммуникаций, где контролируются потоки геоинформации между серверами и клиентами
- **проблемы разработки стандартов**, обеспечивающих полноценный и эффективный сетевой обмен весьма разнородной географической информацией, поддерживаемой не менее разнородными технологическими платформами и системами

- **проблемы проведения исследований** по повышению скорости обработки запросов, формирования и передачи картографических изображений, повышения функциональности предлагаемых сервисов, совершенствования способов хранения больших объемов географической информации, повышения качества картографической визуализации и многое-многое другое, включая проблемы обеспечения доступа различных групп пользователей к различным видам данных и сервисов

Интеграция ГИС- и Интернет-технологий

Интернет-услуги в области геоданных постоянно расширяются и технологически совершенствуются, затрагивая все более глубокие пласты геоинформационной деятельности:

- **производство и распространение цифровых геоданных, их стандартизацию и классификацию**
- **создание ГИС с возможностями удаленного доступа для широкого круга пользователей посредством «открытых» сетей (т. е. не требующих создания особых информационно-технологических инфраструктур)**
- **осуществление комплексных научно-исследовательских ГИС-проектов**
- **подготовку профессиональных кадров в области ГИС**

Ключевой проблемой дальнейшего совершенствования «интернетовского направления» развития ГИС-индустрии является создание специализированных ГИС-технологий

Уже в настоящее время предлагаемые и реализованные технологические решения достаточно разнообразны

Это разнообразие диктуется желанием учесть, по возможности, широкий спектр функциональных и пользовательских требований, предъявляемых к интернетовским ГИС-приложениям, таким как:

- скорость формирования, передачи и выполнения запросов
- набор геоинформационных услуг, предоставляемых сервером
- возможность доступа и обработки больших массивов географической информации
- удобство и легкость работы клиента и т.д.

Общее количество HTML-страниц, составляющих информационную начинку Web-серверов сети Интернет, к настоящему времени по некоторым оценкам превысило 50 млрд единиц

Приобщившись к Web-серверам и освоив навигацию по «Всемирной Паутине», сотни тысяч пользователей сети Интернет уже не представляют себе иного способа общения с базами данных и информационными системами любого назначения и содержания, кроме как с помощью специальных Web-браузеров — просмотрщиков гипертекстовых страниц

Поэтому в настоящее время все серьезные разработчики программного обеспечения в области ГИС, СУБД, офисных технологий и т. д. в обязательном порядке снабжают свои продукты программными модулями, поддерживающими так называемую **технологю «клиент/сервер»**, при которой пользователь имеет дело именно с гипертекстовыми (HTML) страницами, не задумываясь при этом, каким образом организованы данные, как обрабатываются запросы и представляются их результаты

Следует отметить, что ГИС-специалистами и пользователями геоданных появление и становление Web-технологии было встречено с энтузиазмом и сопровождалось бурными дебатами о том, сможет ли последняя быть интегрирована с ГИС на профессиональном уровне или останется только привлекательной игрушкой, иллюстрирующей то, как здорово управляются ГИС с разнообразными геоданными

Время быстро расставило все на свои места, показав, что в современном развитии ГИС одним из самых привлекательных и полезных направлений является их интеграция с Web-технологией

Главное достоинство WebGIS-технологий заключается в том что эта технология «связывает» между собой и делает доступной для широкого и совместного использования геоданные, рассредоточенные по различным точкам земного шара

Именно для обозначения таких данных **Брэндон Плеве (Brandon Plewe)** предложил термин «Распределенная Географическая Информация» (Distributed Geographic Information).

Важнейшим свойством разрабатываемых в настоящее время WebGIS-технологий является то, что, применяя их, пользователи Интернет получают возможность активной работы с геоданными (вплоть до реализации собственных ГИС-проектов), не приобретая для этого геоинформационные программные средства (ГИС-оболочки)

Основным инструментом работы остаются только Интернет-навигаторы/браузеры, оснащенные некоторыми стандартными или специализированными программными приложениями, распространяемыми, как правило, в сети Интернет бесплатно

Таким образом, WebGIS-технологий позволяют практически добавить геоинформационные функции широкому спектру приложений, основанных на сетевом доступе и используемых в бизнесе, управлении, образовании

Ряд подобных технологических решений разрабатывается одновременно и как **Инtranет-приложения**, расширяя таким образом возможности локальных сетей, функционирующих во многих организациях в части работы с геоданными

Ряд экспериментальных работ посвящен использованию WebGIS-технологий для создания Интернет-серверов интерактивного картографирования, включая и такие инновации, как организация геоинформационных и картографических услуг на основе все более популярного интернетовского принципа **«pay-for-use» (плати за использование)**

Основное направление исследований в области технологических WebGIS-приложений касается создания систем программного обеспечения, которые являлись бы платформонезависимыми и выполнялись бы на открытых TCP/IP-сетях, что обеспечивает подключение к Интернету любого компьютера с помощью стандартного Web-браузера

В Интернете уже имеется немало ресурсов в виде **Web-серверов**, где такие решения реализованы с помощью различных, в первую очередь специализированных программных средств

Причем уже сейчас можно выделить **несколько различных направлений** их функционального применения:

- справочно-информационное картографическое обслуживание
- справочно-аналитическое картографическое обслуживание
- тематико-картографическое обслуживание
- визуально-картографическое представление цифровых баз геоданных в интересах их распространения

Как видно, все перечисленные направления в любом случае опираются на картографическое представление запроса или его результата, что позволяет считать практически все WebGIS-серверы «Картографическими Интернет-Серверами»

Технологические стратегии WebGIS-серверов

Существуют различные технологические стратегии, с помощью которых геоинформационные функции встраиваются в Web-технологии

Например, так называемые **«серверосторонние» (server-side)** стратегии позволяют пользователям (клиентам) посылать запросы, касающиеся геоданных, их анализа и представления на Web-сервер. Сервер обрабатывает запросы и возвращает результаты их выполнения (геоданные или полученные решения) удаленному клиенту. В этом случае клиент считается **«ТОНКИМ»**

«Клиентосторонние» (client-side) стратегии позволяют пользователям выполнять некоторое манипулирование геоданными и их анализ «на месте», т.е. на собственном компьютере, при этом сам клиент считается **«ТОЛСТЫМ»**

Возможности сервера и клиента могут **комбинироваться в гибридных стратегиях**, которые оптимизируют функциональные возможности конкретных технологических решений и отвечают каким-либо особым потребностям пользователя

При этом разработчики либо сами разрабатывают геоинформационные модули (ядра), используя собственные или коммерческие ГИС-оболочки и существующие программные библиотеки и языки программирования, которые затем интегрируются в Web-сервер, либо (что встречается все чаще) приобретают специализированные модули у производителей программного обеспечения ГИС

В любом случае до настоящего времени **нетривиальной задачей остается** проектирование и программная реализация образного (графического) интерфейса WebGIS-сервера, обеспечивающего эффективное выполнение им различных геоинформационных функций

«Серверосторонние» стратегии

Эти стратегии ориентируются на предоставление геоданных или результатов их анализа в режиме «по требованию» от специализированного сервера, имеющего, в свою очередь, доступ к базам геоданных и программным средствам их обработки

Такая стратегия в значительной мере напоминает традиционные «terminal-to-mainframe» модели, используемые для обеспечения работы ГИС в локальной сети

В этом случае клиенту необходимы незначительные мощности собственного компьютера (в традиционных сетевых моделях его называют «**dumb terminal**» – **немым терминалом**)

От клиентского компьютера требуется только обеспечить возможность составить запрос и представить ответ

Для такой стратегии характерна следующая
последовательность процедур:

- пользователь составляет запрос с помощью окна Web-браузера
- запрос посылается по сети Интернет на сервер
- сервер обрабатывает запрос
- ответ возвращается по сети Интернет пользователю и визуализируется с помощью Web-браузера

К такому виду серверной конфигурации часто применяется термин **«картографический сервер»**: запросы пользователя на ту или иную карту «обслуживаются» головным компьютером

Программы, которые обслуживают запросы клиента, могут быть написаны на различных языках программирования и с помощью различных инструментальных сред, включая Perl, VisualBasic, C++, Delphi

Для того чтобы Web-сервер мог взаимодействовать с ГИС-приложениями, используются различные интерфейсные стандарты, такие как CGI (Common Gateway Interface), Java, ISAPI (Internet Server Application Programming Interface) или NSAPI (Netscape Server Application Programming Interface)

К преимуществам «серверосторонней» стратегии
организации WebGIS-сервера можно отнести следующие:

- при условии использования быстродействующего сервера клиент может получить доступ к большим и комплексным базам геоданных, которые трудно передать в сети Интернет и обрабатывать на месте из-за их существенных объемов
- при условии применения быстродействующего сервера даже клиентами, у которых нет доступа к мощным компьютерным системам, могут эффективно использоваться сложные аналитические процедуры обработки геоданных
- возможно обеспечение надлежащего контроля за тем, как соблюдается режим доступа к геоданным, а главное, корректно и методически правильно ли использует клиент эти геоданные

Недостатками этой стратегии являются следующие:

- при организации работы с клиентом каждый его запрос, независимо от того, насколько он мал и даже незначителен, **должен обязательно быть передан серверу и обработан**, а результаты обработки обязательно возвращены клиенту по сети Интернет
- эффективность работы **зависит от пропускной способности и уровня трафика сети Интернет** между клиентом и сервером, что становится особенно критичным, когда ответы на запрос содержат большие по объему файлы
- прикладные программы сервера **не предоставляют преимущества в работе** тем клиентам, которые имеют мощное техническое оснащение своего локального компьютера и не используют его для повышения эффективности работы сервера

Таким образом, при работе с WebGIS-сервером мощный компьютер клиента используется неэффективно

Такая стратегия лучше всего подходит для решения задач, требующих реализовать ограниченный перечень геоинформационных функций WebGIS-сервера одновременно для очень широкого круга пользователей (порядка нескольких тысяч)

«Клиентосторонние» стратегии

Приложения, реализующие эти стратегии, пытаются «нагрузить» часть обрабатываемых запросов на компьютер пользователя, сделать его **«ТОЛСТЫМ КЛИЕНТОМ»**

Вместо того чтобы постоянно заставлять сервер выполнять большинство работ, некоторые программно-реализованные геоинформационные процедуры передаются на компьютер клиента по сети Интернет при каждом сеансе с сервером или постоянно находятся на клиентском рабочем месте

Они управляются через Web-браузер клиента и обрабатывают геоданные на месте, т.е. локально

К преимуществам «клиентосторонней» стратегии организации WebGIS-сервера можно отнести следующие:

- прикладные программы сервера используют при обработке геоданных преимущества мощного технического оснащения локального компьютера клиента
- пользователь получает больший контроль над процессом анализа данных
- после получения от сервера ответа на свой запрос, клиент может работать с данными без необходимости вновь посылать и получать информацию по сети Интернет

Недостатками этой стратегии являются следующие:

- **ответ сервера может включать пересылку** на клиентский компьютер большого количества геоданных, а также файлов программных приложений, вызывая задержки продуктивной работы
- при условии наличия у клиента недостаточно мощного компьютера обработка больших и комплексных наборов данных будет **значительно затруднена**
- сложные аналитические геоинформационные процедуры на недостаточно мощном компьютере клиента могут выполняться **очень медленно**
- **клиенты могут не обладать навыками и знаниями**, которые необходимы для эффективного и корректного применения процедур и функций работы с геоданными и их обработки

Соответственно такие стратегии представляются наиболее удобными для организации работы служб, состоящих из относительно небольшого числа хорошо подготовленных в геоинформационном отношении пользователей и могут применяться, например, в сетях Интранет

Можно выделить две разновидности «клиентосторонней» стратегии

Использование ГИС-апплетов (applets), поставляемых клиенту по его требованию. При этом геоинформационные процедуры реализуются в виде относительно небольших по размеру программ, или апплетов, которые запускаются и выполняются на компьютере клиента

Апплеты передаются клиентскому компьютеру по его требованию, когда необходимо выполнение тех или иных процедур или поддержка определенных ГИС-функций

После того как геоданные и апплеты переданы с сервера на компьютер клиента, последний получает возможность работать с ними независимо от сервера, а файлы запросов и ответов не передаются по сети Интернет

Апплеты могут реализовываться на языках Java, JavaScript или ActiveX. Языки Java и JavaScript разработаны корпорациями Sun Microsystems и Netscape Communications

Трансляторы для программ Java и JavaScript запускаются внутри Web-браузеров и обрабатывают апплеты по мере необходимости. Язык ActiveX разработан корпорацией Microsoft

Приложения, написанные на ActiveX, допускают их использование клиентами совместно с другими программами, функционирующими в среде Windows

Использование ГИС-апплетов и приложений типа Plug-in.
постоянно размещаемых на компьютере клиента

«Клиентосторонние» стратегии основаны на подключении дополнительных геоинформационных функций к Web-браузерам, которые передаются им от сервера

Пересылка необходимых геоданных и апплетов по сети Интернет может потребовать очень много времени, особенно если приложения используются часто

Поэтому в качестве альтернативы существует стратегия, по которой ГИС-апплеты передаются и физически устанавливаются на компьютер клиента на постоянной основе, в результате чего отпадает необходимость их пересылки с сервера каждый раз, когда они могут понадобиться для обработки геоданных

Так называемые геоинформационные «Plug-in»-приложения могут быть установлены в среде Web-браузера, расширяя возможности последнего

С другой стороны, уже «Plug-in»-приложения, реализующие функции Web-браузера, могут быть установлены в программной среде ГИС, также расширяя возможности последней

В настоящее время для любого программного пакета ГИС, который имеет встроенный язык прикладного программирования или библиотеку программных модулей с возможностью формирования обращений к внешним файлам или их структурам, могут быть созданы приложения, осуществляющие загрузку геоданных с сервера на компьютер клиента по сети Интернет

Таким образом, применяя такую стратегию, пользователи могут выбрать (и программно обеспечить) те сетевые связи, которые им могут потребоваться для доступа к источникам геоданных, размещенных в Интернете

Серверы же будут востребованы клиентами лишь для того, чтобы передать геоданные, необходимые для выполнения конкретной процедуры. При этом клиент осуществляет полный контроль за геоданными, которые он использует и анализирует

WebGIS-серверы

В зависимости от используемых технологических стратегий и платформ все существующие WebGIS-серверы можно разделить на несколько групп

1. Серверы, передающие исходные данные на компьютер клиента

Это наиболее простой тип взаимодействия клиента и сервера. Он подразумевает организацию на сервере архива файлов в форматах, поддерживаемых различными ГИС-оболочками

Как правило, эти файлы размещаются на FTP- или HTTP-серверах, а для того, чтобы они были видны клиенту «извне», организуется какая-либо навигация по этим файловым структурам

Лучший результат в этом случае достигается с использованием обоих типов серверов: HTTP – для навигации по архиву и описания карт и FTP (как более быстрый протокол передачи данных) – для их передачи по сети Интернет

Далее эти файлы обрабатываются ГИС-приложением, имеющимся на компьютере клиента. В данном случае сетевое программное обеспечение позволяет только пересылать файлы данных, главным образом цифровых карт, с сервера на компьютер клиента. Данный тип WebGIS-сервера обходится лишь стандартными FTP-и Web-программными средствами

2. Серверы, передающие статические географические изображения в растровом и, реже, в векторном формате

Для растровых обычно используются форматы GIF или JPEG, для векторных — CGM, DXF или Shockwave. В последнем случае на компьютере клиента должны быть установлены соответствующие «Plug-in»-приложения-визуализаторы

Технология изготовления подобных систем мало чем отличается от обычного Web-проектирования. В первую очередь с помощью какой-либо ГИС-оболочки подготавливается набор карт, сохраняемый в графическом файле

После этого формируются Web-страницы, в которые эти файлы встраиваются. Такие серверы не обрабатывают запросы к географическим или метаданным. В них иногда применяется псевдомасштабирование, при котором растровое изображение растягивается за счет повторения пикселей

3. Серверы, обрабатывающие запросы к метаданным, используя картографическое изображение

Эта технология похожа на предыдущую тем, что карты, предоставляемые пользователю, также находятся в статичном (растровом) формате и обрабатываются технологией `imagemaps`

Отличие состоит в том, что после выбора определенного региона на карте запрос пересылается серверному приложению, которое связывается с базой метаданных (она может физически располагаться совершенно в другом месте, нежели сервер) и в качестве ответа передает клиенту, как правило, адреса Интернета, где может быть найдена интересующая его информация

4. Серверы, формирующие карты в интерактивном режиме

Этот способ передачи геоизображений является самым популярным. Карта, приходящая к клиенту, создается «на лету» в процессе формирования HTML-страницы в результате работы специального программного обеспечения, имеющегося на сервере. Формирование HTML-страницы и карты происходит в зависимости от параметров запроса, таких как масштаб, местоположение, тематика и т. д.

Карты могут формироваться как стандартными программными средствами ГИС (ArcView, MapInfo и др.) посредством небольших управляющих специализированных программ сервера, так и специально созданными для этой задачи приложениями

В любом случае карты формируются на основе одной или более баз геоданных. Сервер «на лету» формирует растровое изображение, которое затем передается на компьютер пользователя и визуализируется с помощью Web-браузера

Когда пользователь хочет что-либо изменить (сместить карту, увеличить или уменьшить масштаб, включить/выключить тематическую раскраску и т.д.), на сервер передается новый запрос, по которому немедленно формируется новая карта с новыми параметрами. Она также передается пользователю, замыкая цикл

При использовании подобной технологии карты получают полностью интерактивными, отвечающими любым запросам пользователя в рамках предоставляемых ему возможностей. Однако в этом случае на сервер ложится большая нагрузка, поскольку он должен иногда формировать много карт для разных пользователей одновременно

Поэтому на WebGIS-серверах данной группы могут использоваться специализированные Web-браузеры (или специализированные «Plug-in»-приложения для широко распространенных Web-браузеров), которые сами формируют карты на компьютере клиента по геоданным, переданным сервером

5. Серверы, использующие конверторы данных «на лету»

Подобные системы мало распространены в сети Интернет. Многие настольные ГИС-оболочки не имеют развитых возможностей конвертирования баз геоданных из других форматов в тот, с которым они способны работать, и именно для пользователей подобных ГИС эта технология очень полезна. Функция подобных серверов похожа на функцию серверов первой группы, т. е. они также доставляют пространственные данные клиенту, и эти данные затем обрабатываются ГИС-приложением на компьютере пользователя

Отличие их состоит в том, что пользователь может выбрать удобный (или необходимый) для него формат представления данных, нужную проекцию и ряд других параметров. Далее серверное приложение «на лету» делает нужные изменения, конвертирует данные и передает их пользователю в виде, соответствующем запросу

6. Удаленные аналитические WebGIS-серверы

Это один из самых сложных в исполнении и использовании типов WebGIS-систем. С другой стороны, серверы этой группы предоставляют пользователю самые широкие возможности

Последний может получать картографические изображения, сформированные «на лету» по результатам его запроса, текстовую информацию по объектам на карте, включать и выключать слои

Может проводить тематическое картографирование, строить буферные зоны, находить кратчайший путь и многое другое, вплоть до редактирования позиционных и атрибутивных данных

Пользователь осуществляет полный контроль над всеми операциями визуализации геоданных, так, как будто эти данные находятся на его локальном диске

Нередко подобные серверы предоставляют пользовательский интерфейс в виде Java-апплетов, что довольно сильно «утяжеляет» клиента, но дает большую гибкость и удобство в управлении запросами и визуализацией полученных геоданных

Интерактивный картографический Интернет-сервис

Интерактивный картографический Интернет-сервис (ИКС) в настоящее время является одним из обязательных и популярных разделов основной линейки сервисов крупнейших **Интернет-порталов**

Под интерактивным картографическим Интернет-сервисом понимается формирование документов, содержащих изображения справочных или тематических карт различного содержания и назначения, полученных в результате взаимодействия пользователя Web-сайта со специализированным картографическим сервером

Главными компонентами принципиальной схемы организации ИКС-схемы являются компьютер клиента с установленным на нем Web-браузером и специализированный сервер с соответствующим программным обеспечением

Запрос от пользователя передается через Интернет-сети на сервер, где он преобразовывается специализированной программой (CGI-скриптом). Преобразованный запрос передается далее программе — ГИС-серверу (процессору), которая работает непосредственно с позиционными и атрибутивными данными

В виде ответа ГИС-сервер обратно по цепочке передает сформированную на основе запроса карту и сопутствующие атрибутивные данные. Нередко функции по формированию карты и поиску необходимой текстовой информации разделяются между приложениями. В этом случае ГИС-сервер выполняет работу только по формированию карты, а поиском и отбором текстовой информации занимается промежуточный CGI-скрипт

Поскольку проектирование и создание ИКС является составной частью Интернет-проекта, при выборе правильной стратегии приходится находить ответы на **ряд важных вопросов**:

- для какой Интернет-аудитории или какого сегмента Интернет-рынка предназначена картографическая информация, и каковы их характеристики?
- какая картографическая информация и в какой форме будет представлять стабильный интерес для аудитории?
- какие типы картографических изображений, запросов, возможностей пространственного анализа, Интернет-сервисов целесообразно предложить аудитории, на которую рассчитан ИКС?

- каким должен быть интерфейс для показа картографической информации, каковы должны быть логика и последовательность реализации в нем пользовательских возможностей?
- где должна проводиться обработка запросов к картографическому содержанию, справочной информации, сервисным базам данных: на сервере, компьютере клиента или где-то между ними?