

Репозитарии пространственных данных в задачах управления регионом

Л. А. Рейнгольд

Развитие современных информационных технологий приводит к внедрению в практику управления и повседневную жизнь новых видов информации. В частности, ранее эксклюзивно использовавшиеся специалистами пространственные данные начинают получать самое широкое распространение для решения различных актуальных задач.

Имеется множество источников пространственных данных, они имеют различную точность, достоверность, детализацию. Поэтому актуальной является интеграция данных на основе которых принимаются ответственные решения, осуществляется мониторинг ситуации на значимых объектах.

Одним из уровней государственного управления, где обработка пространственных данных наиболее востребована, являются регионы. В статье рассмотрены актуальные вопросы обработки ПД на уровне региона. Рассмотрены проблемы интеграции данных, предложено создание репозитария пространственных данных региона как инфраструктуры консолидации ПД и связанной с ними семантики для решения имеющихся и перспективных задач.

Введение

Задачи, стоящие перед человеком в различных сферах жизни современного общества требуют использования в той или иной степени пространственных данных (ПД), позволяющих учитывать взаимное расположение, пространственные характеристики и свойства различных объектов на поверхности Земли.

Системы для определения местоположения объектов на поверхности Земли из эксклюзивных, требующих специальной профессиональ-

ной подготовки превращаются в недорогие, портативные, позволяющие предоставлять информацию в наиболее удобном для использования виде.

В связи с появлением массовых устройств для определения местоположения, внедряются различные сервисы, предлагающие информацию о пространственных объектах. Происходит взрывной рост рынка — все, а не только специально подготовленные геодезисты становятся пользователями подобных систем. Происходит быстрое расширение круга решаемых с помощью систем определения позиционирования задач. ПД сейчас могут быть получены различными способами: с использованием спутников, фотографирующих земную поверхность в различных спектральных диапазонах, как результат наземной и аэрофотосъемки. Важным источником ПД становятся наземные автоматизированные системы идентификации объектов: системы видеонаблюдения, датчики RFID, системы сотовой связи. К изображениям объектов присоединяются семантические данные о различных свойствах этих объектов, таких как право собственности, режим работы объектов и другие.

В целом на рынке наблюдается тенденция повышения и удешевления технической инфраструктуры и программного обеспечения в области в области обработки ПД. Происходит уменьшение цен на средства разработки, хранения данных и представления ПД различным пользователям. Появляется возможность их приобретения всеми пользователями, у которых в них есть потребность.

Переход от эксклюзивности к массовому использованию этих технологий различными управленческими и коммерческими структурами делает актуальными новые подходы к решению задачи обработки пространственной информации.

Необходимо развитие механизмов интеграции ПД — данные полученные в разных источниках сформированы с различных концептуальных позиций и с разной жесткостью. Однако необходимо обеспечить их комплексное многоплановое использование. Научный аспект — сопоставление подходов поиск общих точек зрения.

Традиционно ПД использовались в виде карт, обновлявшихся достаточно редко и не отражали состояние объектов в оперативном режиме. Сейчас они начинают все чаще использоваться в реальном времени, что повышает требования к поддержке актуальности их состояния, скорости и качеству обработки.

Традиционно точные и достоверные ПД считались конфиденциальными. Однако сейчас в связи с появлением новых технических средств и технологий распространения ПД задача ограничения доступности к ним во многих случаях теряет смысл. Имеется объективная тенденция сни-

жения ограничений на использование технологий для работы с ПД, связанных с высокой точностью и подробностью этой информации.

В связи с легкостью получения и созданием эффективных средств обработки ПД большое значение приобретают проблемы приватности и юридической защищенности подобной информации, существует необходимость в формировании адекватного правового поля, исключающего возможные издержки и злоупотребления.

Находятся в стадии интенсивного развития и становятся доступны новые технологии комплексного отображения информации. В том числе недорогие мониторы, устройства отображения трехмерных объектов и пр., новые средства распределенной идентификации объектов.

Потребность в эффективных средствах хранения и обработки ПД приводит к появлению специализированных технологических решений. Так, например в СУБД Oracle включены специализированные средства, повышающие эффективность хранения, поиска и обработки ПД, а также поддержка хранения и обработки данных RFID-устройств.

Перечисленные тенденции постепенно приводят к модификации сложившейся системы понятий так вместо традиционной аббревиатуры, обозначающей геоинформационные системы — ГИС во многих случаях более эффективно использовать термин информационно-географическая система — ИГС, отражающий приоритет интегрированного хранения, обработки и распространения данных перед традиционным ГИС-подходом, акцентированным на ее отображение [1, 2].

Все рассмотренные особенности эволюции ПД региональному уровню управления, на котором их комплексное использование является исключительно актуальным для решения задач управления социально-экономическими процессами региона в современных условиях.

ПД возникают в различных государственных и коммерческих структурах, однако имеют и пока в большинстве случаев используются локально. Целесообразно комплексное использование этих сведений, которые применимы для решения различных задач в регионе. Как сами ПД, так и направления их практического применения понимаются излишне узко, в настоящее время еще недостаточно развит понятийный аппарат и технологические решения, ориентированные на комплексное использование и решение задач интеграции ПД в условиях региона.

Однако уже сложились условия для качественного изменения всей системы обработки пространственной информации на уровне региона. Многие подразделения и службы регионального уровня управления, многие другие организационные структуры регионов располагают программ-

ной, технической, кадровой базой, позволяющей решать различные задачи с использованием пространственной информации.

1. Проблемы использования пространственных данных

В процессе формирования и использования ПД возникает ряд проблем, вызванных как объективными, так и субъективными факторами:

- каждый владелец стремится предоставить ПД и связанные с ними семантические данные другим в нередактируемой, неудобной для преобразования в другие формы виде;
- многократный ввод одних и тех же данных или приобретение одних и тех же по содержанию ПД за бюджетные средства различными подразделениями и службами региона;
- организационные структуры региона, использующие для выполнения своих функций ПД и связанную с ней семантическую информацию, при получении данной информации сталкиваются со следующими проблемами:
 - однотипная информация может поступать от разных поставщиков, в различном формате и т. д.;
 - отсутствует регламент информационного обмена между владельцем и потенциальным потребителем информации;
 - многие потребители получают информацию фрагментарно.

Таким образом, качество получаемой ПД и связанной с ней семантической информации таково, что потребители не имеют возможности на нужном техническом, технологическом и методическом уровне обеспечить качественное ее использование.

Заинтересованность организационных структур региона в ПД и связанной с ней семантической информации недостаточно подкрепляется адекватными технологическими решениями, несмотря на то, что имеющаяся коммуникационная и техническая инфраструктура, как правило, позволяет решать такие задачи.

При создании систем обработки ПД на уровне региона необходимо учитывать следующие типичные аспекты, характеризующие состояние ИТ-инфраструктуры в большинстве регионов:

- в органах управления регионов, а также их подчиненных подразделениях накоплены существенные объемы ПД. Это топографические карты и планы различных масштабов, схемы, чертежи, результаты полевой геодезии, данные дистанционного зондирования т. п.;

- в рамках этих организационных структур ПД очень часто имеют различные форматы хранения, различные классификаторы (или утвержденных классификаторов нет вообще), правила цифрового описания. ПД находятся в различных отделах, службах и филиалах, за счет чего часто дублируются;
- в настоящее время уже эксплуатируются различные автоматизированные информационные системы (АИС), которые используют в той или иной степени ПД для решения собственных задач, такие как системы и управления недвижимым имуществом, землепользованием. Информация этих систем может использоваться совместно в рамках нормативных ограничений и взаимных соглашений;
- существуют потребности, связанные с приведением всех ПД к единой информационной основе, установлении взаимосвязей с характеризующей их семантической информацией из других информационных систем, для их дальнейшего комплексного использования;
- целесообразно предоставлять уже накопленные пространственные данные всем заинтересованным пользователям (в том числе и в территориально удаленных точках) из единого легитимного источника. Это позволит исключить дублирование работ по получению одних и тех же ПД в различных подразделениях заказчика и рационально использовать бюджетные средства, выделяемые на эти цели;
- требуется совершенствование процессов работы с ПД ограниченного распространения;
- создаваемые системы, интегрирующие ПД региона не должны дублировать функциональность существующих АИС (в том числе и существующих ГИС), а являться средством для формирования единого хранилища ПД, предоставлять механизмы их обработки, а также унифицированные интерфейсы доступа к данным в соответствии с согласованными регламентами доступа.

Учет этих аспектов при создании и развитии системы обработки ПД региона позволит:

- унифицировать процессы сбора, обработки и визуализации ПД в регионе;
- эффективно обрабатывать весь объем ПД о технологических объектах и состоянии территории по различным аспектам жизнедеятельности региона;
- сформировать и развивать единые программные механизмы для управления и манипулирования ПД;

- свести к минимуму потери ПД при выводе устаревших АИС из эксплуатации;
- исключить дублирование работ при формировании ПД и проектировании механизмов их обработки;
- централизованно хранить ПД всего региона с соблюдением необходимых регламентов доступа пользователей к информации;
- обеспечить контроль непротиворечивости и корректности ПД;
- обеспечить многопользовательский, в том числе и удаленный доступ к ПД и связанной с ними семантической информации различным группам пользователей, согласованную обработку транзакций по их модификации;
- обеспечить пользователей эффективными механизмами обработки как векторных, так и с растровых данных, хранящихся в единой базе ПД;
- получать аналитические отчеты и необходимые графические материалы в результате комплексного анализа всех имеющихся ПД и связанных с ними семантических данных;
- организовать эффективное разграничение прав и уровней доступа к данным, аутентификацию и аудит доступа к данным;
- обеспечить возможность информационной интеграции и взаимодействия с существующими и перспективными информационными системами региона;
- эффективно управлять ПД, используя передовые и стандартизированные в достаточной степени алгоритмы обработки и средства программного обеспечения.

В целом это позволит решить нарастающие в настоящее время проблемы обработки ПД сократить затраты на создание соответствующей инфраструктуры в регионе, а также повысит эффективность работы и качество принимаемых управленческих решений в регионе в целом.

2. Идентификация пространственных и семантических объектов и принципы обработки информации о них

Существует проблема единой идентификации пространственных объектов в ИТ-инфраструктуре региона. Один и тот же объект в пространстве может изменять свое местоположение (мобильный объект); объекты могут совмещаться в пространстве (местоположение здания и местоположение организации, занимающей часть здания); объекты имеют историю своего

размещения (например, одно строение сносится, а на его месте строится другое).

ПД в АИС всегда сопровождаются семантической информацией, характеризующей свойства объекта. Семантическая информация возникает в различных организациях региона, ее значимость различна для разных задач. Взаимосвязь пространственной и семантической информации имеет сложный и неоднозначный характер, при этом, как правило, требуется устанавливать соответствие между семантикой и графическим отражением объекта в АИС, а также осуществлять совместный вывод этой информации в виде наиболее удобной для использования в решаемой задаче.

Какие показатели пространственных объектов могут быть использованы для их идентификации? Для объектов, отражаемых в ПД естественно использование координат (как массива графических объектов: точек, линий и полигонов), характеризующих размеры и пространственные характеристики объектов. Для решения задач отображения объекта среди других удобными являются координаты центра, отражаемые в ПД.

Содержание семантической информации в значительной степени определяется контекстом задачи, решаемой по отношению к пространственному объекту. Понятно, что один состав показателей необходим для задачи учета и регистрации земельных участков, другой — для решения задачи оперативного управления использованием этого участка.

Совсем другой набор и ПД и семантической информации характеризует, например транспортное средство. Очевидно, что одной из основных характеристик пространственного объекта, является его тип. Тип объекта определяет особенности его пространственного и семантического описания.

Пространственные показатели объектов имеют общепринятые методы измерения и собственную типологию. Типология «на низком уровне»: точки, линии, полигоны. На более высоком уровне: земельные участки, здания, транспортные средства и др. Имеются сложившиеся методы обработки ПД на каждом из уровней. Проблема состоит в том, чтобы сделать эти описания, получаемые из различных источников преобразовывались в совместимый формат, размещались в АИС единообразно

Для обеспечения совместимости в описании пространственных объектов необходимо использование или единой системы пространственных показателей или наличие возможности взаимного преобразования этих систем в оперативном режиме. Например, нужны средства отображения одних и тех же данных в различных системах координат. Наиболее эффективным представляется подход, когда ПД хранятся в единой базе данных, а отображаются приложению в том формате, который является

для него удобным. Специализированные для обработки ПД расширения современных СУБД (Oracle, DB2) имеют такие возможности.

Важна согласованная обработка и преобразования ПД. Это удобно реализовывать в централизованном хранилище пространственной и семантической информации, поскольку совместная обработка сведений из различных источников в реальном времени является сложной и практически труднорешаемой задачей, требует использования современной СУБД, для обеспечения быстрого и непротиворечивого доступа к данным, защиты данных, решения задач масштабирования и отказоустойчивости.

Вся деятельность человека и социальных институтах осуществляется на поверхности Земли вблизи ее поверхности. Поэтому практически все физические объекты имеют географическую привязку. Это означает, что в некоторый момент времени объект находится в заданном месте. Многие практические задачи управления регионом в некоторой степени связаны с определением местоположения пространственных объектов, оценкой взаимного размещения объектов, определением существенных физических и экономических свойств этих объектов, связанных с их размещением.

Каждый тип объектов для работы с которыми необходимо знать их местоположение имеет особенности. Это касается как необходимой точности определения их местоположения, так и характеристик объекта, которые являются существенными для использования информации о его пространственном местоположении. От типа объекта зависит и актуальный способ получения информации о его местоположении.

Так, например, для объекта — автомобиля в задачах мониторинга движения транспорта важны доступные способы регистрации его местоположения (GPS, системы распознавания номеров), точность определения местоположения (достаточная, но не избыточная по затратам).

Объекты можно классифицировать как мобильные и стационарные. Обработка касающихся их ПД существенно различается.

Информация о мобильном объекте может быть получена различными способами. Однако в любом случае нужно иметь возможность оперативно идентифицировать этот объект и объединить информацию о нем с данными, полученными из других источников. Как правило, необходимо определить — является ли допустимым наличие объекта в данном месте в зафиксированное время в зависимости от его семантических характеристик и выработать необходимые управленческие решения для устранения отклонений (находится ли автомобиль «в угоне», как максимально эффективно использовать парк автомобилей некоторой оперативной службы и др.).

Пространственная информация о стационарных объектах часто используется для решения различных задач, связанных с разграничением собственности и полномочий, обслуживанием инфраструктуры региона, решением информационных и оптимизационных задач.

Как правило, требуются такие данные как точное местоположение объекта, координаты его центра, размеры объекта, трехмерная модель применительно к решаемой задаче.

Нужно учитывать также наличие вложенности пространственных объектов и взаимосвязи, вытекающие из этого вложения. Например, на одном уровне рассмотрения городской инфраструктуры рассматриваются общие характеристики зданий, их взаимное расположение. На следующем уровне — поэтажные планы зданий. В другом контексте — какие физические и юридические лица являются собственниками и пользователями соответствующих объектов.

Возможность идентификации классификации и совместного размещения в едином хранилище данных дает возможность решать новые задачи по обработке данных в регионах.

Это существенно, в частности вследствие того, что на уровень региона переходят все новые функции по управлению территориями, являвшиеся ранее прерогативой федеральной власти.

Так значительная часть полномочий по управлению лесным хозяйством, решению задач по созданию инфраструктуры обеспечения безопасности передана регионам. В то же время и федеральным ведомствам принципиально важно в современных условиях оперативно ориентироваться в ситуации на местах, иметь возможность обработки детальной информации, получаемой на региональном уровне.

В современной ИТ-инфраструктуре возможно решение новых оперативных задач, таких как мониторинг работы транспорта и оперативных служб. Мониторинг работы коммерческого, общественного и специального транспорта позволяет оптимизировать перевозки, решать задачи обеспечения безопасности, в целом повысить качество жизни населения региона. Стоимость инфраструктуры мониторинга уже сейчас становится вполне доступной и позволяет получить существенный эффект за счет оптимизации реальных затрат, улучшить качество удовлетворения потребностей населения без дополнительных затрат. Наличие инфраструктуры обработки ПД позволит оказывать дополнительные услуги населению и предприятиям, повышая эффективность их работы и, при формировании инфраструктуры коммерческого доступа к информации, обеспечить возврат денег, израсходованных на ее создание в бюджет.

Одним из механизмов обеспечения совместимости данных и согласованного решения комплексных задач являются региональные репозитории ПД и связанной с ними семантической информации как средство интеграции ПД, получаемых из различных задач и источников данных. Создание регионального репозитория ПД (РПД) предполагает создание интегрированного механизма получения, интеграции и обработки собранной информации в едином хранилище ПД.

РПД обеспечит комплексное решение следующих задач региона:

- предоставление многопользовательского доступа к хранилищу ПД и семантики в пределах полномочий пользователей с возможностью поиска, отображения и аналитической обработки информации с целью удовлетворения информационно-аналитических потребностей сотрудников обслуживаемых организаций на территории региона;
- многократное использование имеющихся пространственных данных всеми заинтересованными пользователями;
- обеспечит разрешение организационных вопросов, связанных с обработкой ПД в регионе;
- обеспечит доступность базовых ПД и метаданных всем заинтересованным участникам информационного обмена в пределах полномочий;
- позволит комплексно решать приоритетные задачи социально-экономического развития, государственного управления, обеспечения безопасности региона;
- обеспечит согласованность и сбалансированность прав и обязанностей органов власти всех уровней на территории региона, в том числе органов местного самоуправления и хозяйствующих субъектов;
- обеспечит поддержку региона для мероприятий по созданию инфраструктуры ПД, инициируемых в регионе на федеральном уровне;
- стимулирование согласованности нормативной, правовой и методической базы на всех уровнях власти в регионе в сфере создания инфраструктуры ПД региона;
- разработать технические регламенты, необходимые соглашения по созданию и предоставлению в пользование ПД и метаданных;
- стимулирует использования в качестве среды информационного обмена общедоступных телекоммуникационных сетей;
- исключение дублирования в выделении бюджетных расходов на создание, поддержку и решение задач обработки ПД;

- обеспечит смешанное финансирование работ по формированию ПД за счет средств бюджетов всех уровней и внебюджетных источников;
- обеспечит решение проблемы комплексной информационной безопасности создаваемой инфраструктуры ПД региона;
- стимулирует процессы стандартизации в регионе при проведении работ по созданию и актуализации ПД для эффективного решения задач интеграции государственных и муниципальных информационных ресурсов;
- будет способствовать выработке единых подходов к установлению условий и тарифов при предоставлении базовых ПД на коммерческой основе в рамках действующих нормативно-правовых ограничений и соглашений.

При создании РПД должен соблюдаться ряд архитектурно-методических принципов, обеспечивающих эффективность его функционирования:

- модульность — РПД должен состоять из набора компонентов, позволяющих изменять и дополнять функциональность системы путем изменения слабосвязанных компонентов, а не всей системы в целом;
- гибкость — возможность включения в РПД новых элементов пространственных и семантических данных. Использование базового ПО, позволяющего наращивать функциональность системы;
- защищенность — наличие разграничения доступа к данным, а также возможность использования криптографических средств шифрования и электронно-цифровой подписи в процессе информационного обмена с взаимосвязанными автоматизированными системами. РПД должен предоставлять доступ пользователя к тем или иным, функциям, задачам и настройкам в соответствии с системой контроля доступа, на уровне подмножества данных, по составу доступных полей данных, с ограничением уровня детальности вывода пространственной информации;
- масштабируемость — возможность увеличения производительности РПД при увеличении объема хранимых данных и количества пользователей системы;
- возможность обработки данных в распределенном режиме, когда необходимые подмножества данных распределяются в территориально распределенной системе серверов, совместно обеспечивающих функционирование РПД;
- обеспечение бесперебойной работы РПД с использованием резервирования основных подсистем. Возможность выполнения операций

резервирования, а также импорта-экспорта данных без остановки системы;

- использование технологий баз данных, включающих специальную функциональность для построения хранилища ПД и встроенные специальные методы их обработки;
- многопользовательский режим работы, допускающий использование двух и трехзвенной архитектуры.

Программное обеспечение РПД должно обеспечивать интеграцию и совместимость на информационном уровне с существующими системами хранения ПД, применяемыми в региональных подразделениях федеральных органов государственной власти, городских и муниципальных структурах региона. Информационная совместимость должна обеспечиваться на уровне обмена электронными документами, сообщениями согласованных и утвержденных форматов, непосредственного регламентированного взаимодействия между базами данных. Для решения задач совместимости могут применяться решения описанные в [3], а также необходимые программные компоненты, поставляемые ведущими поставщиками программного обеспечения.

Для обеспечения отказоустойчивости хранения и обработки данных в РПД, а также реализации возможности масштабирования целесообразно применение кластерных технологий, позволяющих осуществлять параллельное использование всех видов ресурсов БД: носителей данных, процессоров, каналов связи. Для обеспечения наибольшей защищенности (в случае крупных аварий в пределах здания) возможно использование резервирования информации РПД с использованием резервной площадки обработки данных, данные которой доступны потребителям в реальном масштабе времени.

Необходимым условием для внедрения РПД региона является разработка и принятие соответствующих нормативно-технических и законодательных документов, регламентирующих порядок формирования и использования ПД, а также решение правовых, методических и организационных вопросов, связанных с их обработкой на уровне региона, обеспечивающих необходимую основу для решения как имеющихся, так и перспективных задач.

Заключение

В настоящее время в регионах России появляется тенденция интеграции и многофункционального использования информации формирую-

щейся ИТ-инфраструктуры. Одним из наиболее востребованных направлений такой информационной интеграции являются пространственные данные. Они необходимы самым разным потребителям в регионах — от органов управления до населения, позволяют решать на новом качественном уровне имеющиеся задачи, а также реализовать новую, недоступную ранее функциональность. Однако для эффективного решения всех перечисленных задач необходимо исключить дублирование информации, оптимизировать издержки как на организационном, так и на технологическом уровне.

Решение этих задач возможно путем создания регионального репозитария пространственных данных, интегрирующих все существенные сведения в этой сфере. При создании предложенной системы необходимо использовать имеющиеся программно-технологические решения по построению хранилищ данных, функциональность которых учитывает особенности обработки пространственной информации.

Использование рассмотренных в статье подходов позволит снизить издержки в процессе создания и повысить качество функционирования систем обработки пространственной информации на уровне региона.

Литература

1. *Рейнгольд Л. А.* Пространственные данные: бум на рынке не за горами. [Электронный ресурс] http://www.cnews.ru/reviews/index.shtml?2006/03/15/197736_1.
2. *Коняев О. Н., Рейнгольд Л. А., Скопинцев А. Ю.* Создание Российской инфраструктуры пространственных данных — возможности технологий Google при реализации пилотных проектов // Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. 2005. № 5. С. 15–17.
3. *Рейнгольд Л. А.* Структурирование информации: системный подход. М.: Наука, 2004. 200 с.