

СЕТИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ КАК ЧАСТЬ ОБЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАЛОНАСЕЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, СОЗДАВАЕМОЙ С ЦЕЛЮ УМЕНЬШЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИЗДЕРЖЕК И РИСКОВ

Максим Борисович Кавешников

27 ЦНИИ МО РФ, 125284, Москва, Хорошевский 1-й проезд, 5, старший научный сотрудник, кандидат технических наук, тел. (903)237-30-17, e-mail: kaveshnicov@mail.ru

Александр Юрьевич Старостин

АО НИАС, 107078, Москва, Орликов переулок, 5, стр. 1, консультант, e-mail: aj.starostin@yandex.ru

Екатерина Константиновна Трифанова

МИИГАиК, 105064, Москва, Гороховский пер., 4, заместитель декана факультета прикладной космонавтики, ассистент, тел. (499)322-78-00.

Развитие спутникового дифференциального метода привело к созданию сетей, постоянно действующих референсных базовых станций, принимающих сигналы спутниковых навигационных систем используемых для получения высокоточных векторов между пунктами. Такие сети созданы в большинстве развитых стран и стали важным элементом национальных геодезических систем. В том числе сети создаются в нашей стране и их особенность - коммерческая направленность и проектная ориентированность. Они создаются в регионах, где сравнительно высокая плотность населения, это население платежеспособно и активно совершает земельные сделки.

В статье дается попытка предложить подход к созданию таких сетей на территориях с низкой плотностью населения, низкой экономической активностью, которые бы были интегрированы в планы развития этих территорий и информационные системы, которые будут играть роль элементов цифровой экономики.

Ключевые слова: дифференциальные геодезические станции, информационная система, малонаселенные территории.

NETWORK OF PERMANENTLY OPERATING DIFFERENTIAL GEODESIC STATIONS AS A PART OF GENERAL INFORMATION SYSTEM FOR ALL-POPULATED TERRITORIES CREATED TO HOUSEHOLD RISKS AND EXPENSES

Maxim B. Kaveshnikov

Institute of Ministry of Defense, 5, 1-st Khoroshevsky passage, Moscow, 125284, Ph. D., senior researcher, phone: (903)237-30-17, e-mail: kaveshnicov@mail.ru

Alexandr Yu. Starostin

Institute of Informatization, Automation and Communication in the Railway Transport OJSC, 5/1, Orlikov lane, Moscow, 107078, Russia, Consultant of Research and Design, e-mail: aj.starostin@yandex.ru

Ekaterina K. Trifanova

МИГАиК, 4, Gorokhovskiy lane, Moscow, 105064, Russia, Faculty of Applied Cosmonautics, Assistant, phone: (499)322-78-00.

The developing problems of Global Navigation Satellite System Networks in Russia are discussed. The specific of Russian territory is the areas, where the density of population is very small. The complex system approach, that reminds the network as a part of complex information system of region is offered.

Key-words: Global Navigation Satellite System Networks, complex information system of region, density of population.

Самым высокопроизводительным и современным способом получения координатной информации для целей геодезии, картографии и земельного кадастра является применение глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС). Приемник спутникового навигационного сигнала получает координаты фазового центра своей антенны. Геодезические точности достигаются путем получения поправок от второго приемника, который устанавливается на пункте с заданными координатами (базовая станция). В настоящее время в ряде развитых стран созданы и активно используются сети, из постоянно действующих базовых приемников. Такие сети развиваются и в России. За первоначальный экспериментальный этап создания сетей постоянно действующих спутниковых базовых станций в России можно принять «Систему межевания земель Москвы и Московской области» [1]. Это был пионерский для России проект, который тут же вскрыл многие технические и экономические подводные камни, связанные с использованием постояннодействующих базовых станций и их сетей. Тогда же, впервые, прозвучала идея создания сети всероссийского масштаба. Изначально задача создания сетей базовых станций была поставлена, как задача обслуживания регионов, где интенсивно ведутся земельные сделки, сама земля дорогая и есть население способное платить за их оформление. Опыт создания таких систем подытоживает монография Олега Евстафьева [2], в которой говорится, что в *густонаселенных областях и крупных городах* эффективно иметь одну общую постоянно действующую спутниковую базовую станцию или несколько станций, объединенных в сеть, для одновременного обслуживания всех заинтересованных пользователей.

Поскольку в странах с развитой экономикой активно разрабатывается большое количество готовых решений, позволяющих конструировать сети постоянно действующих базовых станций, проектирование и создание сетей может быть сведено к применению типовых решений. Достаточно короткий срок потребовался для охвата такими сетями базовых станций экономически активных регионов РФ, но в удаленных и малонаселенных регионах этот процесс практически не идет. Западные лекала для них не годятся.

На большей части территории РФ, мы имеем зеркальную картину – низкая плотность населения – менее одного человека на кв. км, слабо развитая инфраструктура и высокие экономические риски. Окупить создание системы за счет

массового использования большим количеством пользователей не представляется возможным. Сеть исключительно базовых ГНСС станций на этих территориях будет длительное время не задействована. Она может быть задействована в каких-нибудь научных и глобальных проектах, но непосредственно в обслуживаемой зоне пользователей может вообще не быть.

Здесь ситуация и постановка задачи носят уникальный, специфический для России характер и требуется опора на лучший опыт отечественных специалистов и руководителей.

Уже в 2001–2002 годах было ясно, что типовой подход развитых плотно населенных стран не будет работать по всей территории РФ и была предпринята попытка создания концепции, более приспособленная к отечественным условиям и направленная на создание и поддержание сети спутниковых геодезических станций на малонаселенных территориях. Одна из ее версий опубликована в [3]. Концепция разрабатывалась инициативной группой, и ей удалось привлечь к обсуждению специалистов ряда организаций, таких как Росагропромстрой, Российский союз производителей сои, экологическая компания ICF/Эко, Институт медико-биологических проблем РАН, Национальный исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова (клиника Чазова), компания GPS Com, компания «Прин», а так же представителей партии «Единая Россия». Содержание концепции обсуждалось на круглых столах, семинарах и конференциях. Подробнее см. [4].

Наиболее близким решением по созданию сетей базовых станций является геодезическая сеть Германии Sapos [5]. Там реализована высокая интеграция самой базовой станции с потребителями сопутствующей информации из сферы навигации, геодезии, картографии, метеорологии. Однако для России следует пойти по пути более высокой интеграции и для территорий с низкой плотностью населения рассматривать информационную систему, учитывающую интересы всех пользователей, работающих на этой территории.

Системный подход к задачам государственного управления сформулирован в 60–70-х годах прошлого века и при внедрении дал огромный положительный эффект. Комплексный системный подход к информатизации малонаселенных территорий может дать аналогичный эффект. Он позволит софинансировать объекты, общие по функционалу, но предназначенные для разных целей и организаций. Информационная система, которая нацелена охватить эти территории должна быть ориентирована на малое число пользователей, быть многофункциональной, чтобы компенсировать недостаток пользователей широким спектром предоставляемых возможностей и тем самым обеспечивать определенную интенсивность использования оборудования и возврат вложенных средств.

В настоящее время на территории России как инвесторы, так и администраторы действуют в узких интересах своих ведомств и организаций и не понимают преимуществ комплексного системного подхода к информатизации своих территорий.

Другая сложность – размещение и обслуживание базовых станций с хозяйственной точки зрения. В обжитых регионах эта проблема решается много

проще. На малонаселенных территориях может отсутствовать любой необходимый элемент инфраструктуры и само помещение для станции.

Квартирмейстерские расходы могут быть много выше стоимости оборудования и его обслуживания. Отсутствие развитой инфраструктуры обязательно приведет к необходимости, либо ее достраивать самостоятельно, либо искать дорогие обходные пути. Важность упреждающего развития инфраструктуры по отношению к основным объектам строительства показал еще в 60–70-х годах прошлого столетия руководитель строительства Вилюйской ГЭС, один из руководителей строительства КАМАЗ и основателей города Набережные Челны Евгений Никанорович Батенчук. Действуя в необжитом регионе, он на своем опыте усвоил, что без элементарного жилья и дорог серьезное строительство не организовать. Опыт работы на Вилуе он перенес на строительство КАМАЗ. Упреждающее создание дорог, жилья и коммуникаций, позволило качественно и много раньше срока сдать комбинат.

Подход к проектированию сетей базовых станций на удаленных малонаселенных территориях должен быть системным комплексным и интегрированным в планы развития инфраструктуры региона. Любой такой план должен начинаться с создания минимальной по составу «подъемной» инфраструктуры, цель которой обеспечить управление ресурсами и организацию работ на самой начальной стадии освоения, когда в основном проводятся геодезические, изыскательские работы и экологические обследования. Создание такой подъемной, авансовой инфраструктуры, рассчитанной на будущие планы развития территории, окупаемость которой наступит в процессе последующего освоения, может само по себе стать основой федеральной государственной программы. В данной статье такой возможный ход в стратегии развития региона рассматривается в качестве примера.

Цель создания интегрированной сети территории заключается в информационной поддержке процесса развития ее инфраструктуры и совместном решении проблем создания сетей постоянно-действующих базовых станций и других информационных элементов, таких как экологический мониторинг, телемедицина, транспортно-логистическое обеспечение, охрана, и др. Фактически комплексная информационная система будет направлена на сокращение хозяйственных издержек для геодезистов, изыскателей, геологов, экологов и других специалистов, вынужденных длительное время работать на данной территории. Такая сеть может стать элементом *цифровой экономики* данного территориального субъекта.

Отличие моделей цифровой экономики плотно заселенных территорий заключается в том, что рассматривается неограниченное количество участников, пользователей, организаций, субъектов, а в основе их лежат статистические критерии и теория массового обслуживания. Для малонаселенных территорий число участников вполне исчислимо, многие характеристики детерминированы, а многие параметры могут быть подсчитаны по прямым формулам. На такой простой модели легче добиться реального практического результата экономии издержек, за счет оптимального перераспределения ресурсов и более качественных управленческих решений.

К сожалению, пока лишь небольшой круг специалистов Росреестра и ряда других ведомств, имеющих отношение к геодезии, картографии и геоинформатике только начинают осознавать необходимость таких системно аналитических исследований, и поэтому сбор необходимого набора исходных данных пока не представляется возможным. Возможно, разработать проект такой сети лишь на теоретическом уровне. Ниже будет описан общий подход к разработке такой информационной сети.

Современные информационные системы, разворачиваемые в мегаполисах, а также на территориях регионов объемны по составу и имеют сложную структуру. Зачастую невозможно создание исчерпывающего их описания без применения специальных методологий. Эти методологии известны как методологии системного структурного анализа. Их цель создание иерархического описания системы по принципу от общего к частному.

В настоящее время разработано множество подходов к анализу процессов, компьютерному моделированию и проектированию. Наиболее универсальной и ставшей классической, является методология построения диаграмм потоков данных (см. [6]). Ее суть заключается в виде описания процессов, реализующих функции системы и потоков данных, которыми эти процессы обмениваются. Проектирование начинается с контекстной диаграммы, где система описывается главным процессом, а данные в этот процесс поступают извне от внешних сущностей, описывающих объекты, окружающие систему. Затем главный процесс разбивается на подпроцессы, а потоки данных на подпотоки, и строится диаграмма детализации первого уровня. Процессы и потоки первого уровня детализируются для построения диаграммы следующего уровня. Диаграммы детализации выполняются до тех пор, пока потоки и процессы нельзя будет описать текстовыми техническими спецификациями, программами на псевдокоде или алгоритмическом языке. Процесс разработки диаграмм может носить сложный итерационный характер, сопровождаемый редактированием ранее разработанных уровней. В простейшем случае информационные элементы системы можно строить на основании описания инфраструктуры охватываемой территории.

Понятие инфраструктуры применительно к проблемам удаленных малонаселенных территорий можно заимствовать, например, из [7].

Она состоит из четырех основных элементов: производственная инфраструктура, социальная, институциональная, рыночно-логистическая.

Производственная – предназначена для обеспечения внешних условий процесса производства: транспорт, электро, газо, водоснабжение, складское хозяйство, связь.

Социальная – предназначена для обеспечения нормальной жизнедеятельности населения: здравоохранение, образование, розничная торговля, пассажирский транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, сфера досуга, служба быта, общественное питание.

Институциональная предназначена для правового и экономического регулирования деятельности региона: госуслуги, правовые акты, правоохранительная деятельность.

Рыночно-логистическая предназначена для обеспечения доведения товаров от производителя до потребителя.

В простейшем случае информационные элементы системы можно строить на основании описания инфраструктуры охватываемой территории. Функции элемента инфраструктуры представляются в виде процессов, информационная часть которых, может быть развернута как процесс проектируемой информационной системы.

Например, производственная инфраструктура в данном конкретном случае может представлять транспортную сеть, складские помещения, водопровод, источники питьевой воды и колодцы, склады горюче-смазочных материалов, пункты телефонной, сотовой, спутниковой связи.

Информационную систему, отражающую транспортную сеть целесообразно рассматривать не только как слежение за передвижением транспорта, но и как транспортно-логистическую, позволяющую пользователю получать информацию не только о попутном транспорте, который может быть использован по необходимости, но и информацию о перемещении грузов, имеющих важное значение для пользователя.

Большое значение может иметь описание брошенных, но пригодных для вторичного использования объектов, например, транспортных средств, которые нельзя вывезти, но можно использовать запчасти. Огромное значение имеют средства связи – это могут быть каналы для передачи телеметрии, дифференциальных поправок, передачи данных в региональные и федеральные центры обработки.

В социальной инфраструктуре одной из самых важных можно считать жилье и доступ к медицине. Кроме наличия обычного фельдшера, на территории могут быть развернуты элементы телемедицины. Аналогично, к местным условиям может быть подобрана и система дистанционного образования, досуга и т.п.

Институциональная инфраструктура может быть представлена в виде гос. услуг, которые могут быть оказаны дистанционно, информация правоохранительных органов, элементы розыска и т.п. Рыночно-логистическая – дистанционные платежи, заказ и доставка материалов отсутствующих на данный момент и т.п. Отталкиваясь от этих элементов инфраструктуры можно создать проект и информационно-логическую модель информационной системы, на основании которой можно рассчитать необходимый объем финансирования, оценить состав оборудования, а также элемент инфраструктуры, которые необходимо развить. По мере развития региона, а также в результате технического прогресса могут произойти существенные изменения в исходных условиях проектирования. Может быть открыто новое месторождение и начаться интенсивное строительство поселков и даже городов, применение технологии Precise Point Positioning (PPP) приведет к снижению необходимой плотности базовых станций и превращению их в пункты наблюдения за ионосферой и др. И в этом случае интегрированный подход позволит сгладить скачки и плавно приспособить информационную систему к новым условиям.

На определенной стадии развития малонаселенной территории данная информационная система будет выполнять функцию цифровой экономики. В таком виде она будет более привлекательна для инвестора и входящие в нее элементы, предназначенные для целей геодезии, картографии и кадастра, будут органично вписаны в планы развития территорий, инвестиционные проекты, гранты и т.п.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.В. Бойков, Е.С. Присадько. Опыт эксплуатации спутниковой системы межевания земель (Проект Москва) // Геопрофи №6, 2005 г.
2. О.В. Евстафьев. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования / Под ред. В.В. Грошева. - М.: ООО «Издательство «Проспект», 2009. - 48 с.
3. М.Б. Кавешников, А.Ю. Старостин, Концепция информационного обеспечения перспективных для освоения малонаселенных территорий РФ.// Сборник статей по итогам международной научно-технической конференции, посвященной 230 - летию основания МИИГАиК.- Выпуск 2., в двух частях.- Ч.П.- М.: Изд-во МИИГАиК, 2009. -226 с. (Приложение к журналу Изв. вузов «Геодезия и Аэрофотосъемка», №6)
4. Кавешников М.Б., Старостин А.Ю. Трифанова Е.К., Вопросы создания и использования сетей дифференциальных геодезических станций для модернизации Государственной геодезической сети. // Материалы XI международной научно-практической конференции Геодезия, Маркшейдерия, Аэрофотосъемка (ГМА) 13-14 февраля 2020 г.
5. Манфред Бауэр. Sapros - геодезическая служба спутникового позиционирования Германии//Геопрофи №3, 2004 г.
6. Калянов Г.Н. CASE: структурный системный анализ (автоматизация и применение) // М.: ЛОРИ, 1996. 242 с.
7. Салькаева Д. Ф. Инфраструктурный потенциал в системе социально-экономического потенциала региона [Электронный ресурс] // Огарев-online. - 2014. - №10. - Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/infrastrukturnyj-potencial-v-sisteme-socialno-ehkonomicheskogo-potenciala-regiona>

© М. Б. Кавешников, А. Ю. Старостин, Е. К. Трифанова, 2020