

## Перспективные сервисы многоспутниковых космических систем

**А. Ю. Потюпкин**, д. т. н., проф., *potyupkin\_in@spacecorp.ru*  
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

**С. А. Волков**, к. т. н., с. н. с., *volkov\_in@spacecorp.ru*  
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

**Ю. А. Тимофеев**, к. т. н., с. н. с., *timofeev\_in@spacecorp.ru*  
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

**Аннотация.** Рассматриваются перспективные направления совершенствования сервисного обеспечения потребителей, реализуемые посредством многоспутниковых космических систем. На основании анализа тенденций развития тематических сервисов геоинформационного обеспечения сделан вывод о необходимости формирования персонализированных комплексных запросов, в том числе содержащих предложения по предполагаемым решениям для массового пользователя. Техническим средством реализации такого подхода может служить разрабатываемая в настоящее время многоспутниковая космическая инфраструктура, рассматриваемая как единая космическая информационная система.

На основании проведенного анализа тенденций развития сложившейся системы геоинформационного обеспечения сделан вывод о реализации направлений, связанных с интеллектуализацией и персонализацией сервисов, ориентированных на конкретного заказчика, с расширением спектра возможных потребителей вплоть до массового индивидуального пользователя.

В статье предлагается ряд подходов, дальнейшее развитие которых может привести к созданию общесистемных сервисов, реализующих концепцию «от данных к решениям» на уровне комплексных решений.

**Ключевые слова:** сервисы, геоинформационное обеспечение, геоинформация, многоспутниковые космические системы

## Promising Services of Multi-Satellite Space Systems

**A. Yu. Potyupkin**, Dr. Sci. (Engineering), Prof., *potyupkin\_in@spacecorp.ru*  
Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

**S. A. Volkov**, Cand. Sci. (Engineering), senior Researcher, *volkov\_in@spacecorp.ru*  
Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

**Yu. A. Timofeev**, Cand. Sci. (Engineering), senior Researcher, *timofeev\_in@spacecorp.ru*  
Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The paper considers prospective directions of improving consumer services rendered with the help of multi-satellite space systems. Based on a study of trends in the development of thematic geoinformation services, the conclusion is made about the need to form personalized complex queries, including those containing suggestions concerning putative solutions for the mass user. The multi-satellite space infrastructure currently under development, which is considered as a single space information system, can serve as the technical means for adopting such an approach.

Based on an analysis of development trends of the existing system of geoinformation support, a conclusion is made about the feasibility of the intellectualization and personalization of services, which are targeted at a specific customer, with the expansion of the range of possible consumers to a mass individual consumer.

The article proposes several approaches, the further development of which can result in the creation of system-wide services that implement the “from data to solutions” concept at the level of integrated solutions.

**Keywords:** services, geoinformation support, geoinformation, multi-satellite space systems

## Введение

Современный уровень развития космической техники характеризуется активным развитием персонализированных сервисов в области информационного обеспечения потребителей. Специалисты отмечают, что «практически все современные решения на рынке ориентируются на конкретного заказчика. Это означает, что в спутниковой отрасли осуществляется переход “от простой аренды ресурса к управляемым услугам”, то есть от простых рыночных предложений емкости к генерированию процессов, представляющих наибольшую ценность» [1].

Очевидно, чем больше потенциал космической системы (КС), тем выше может быть получена генерируемая ценность заказываемой услуги. Подтверждением этого тезиса является общепризнанный тренд в мировой космонавтике по созданию мегагруппировок космических аппаратов (КА), насчитывающих уже сотни, а в перспективе и тысячи объектов. Предполагается, что такие группировки будут предоставлять потребителю качественно новый уровень сервиса, например глобальный Интернет уровня 4G-Starlink компании SpaceX или глобальное оперативное наблюдение компании Planet. Следует отметить, что подобные проекты являются специализированными, ориентированными, как правило, на конкретный вид информационного обеспечения потребителей — космическую глобальную связь, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — и служат примером эволюционного развития.

В отечественной космонавтике выдвинут проект создания космической инфраструктуры «Сфера», включающей ряд отдельных космических систем ДЗЗ, связи и навигации, который может стать примером инновационного развития с выходом на качественно новые для космической отрасли продукты и услуги. Разработчики считают: «От того, в каком виде “Сфера” будет реализована, во многом зависит, по какому пути пойдет не только российская космонавтика, но и вся экономика. Программа позволит нашей стране выйти на передовые позиции в мире в области связи, навигации, метеорологии, спутникового Интернета, телерадиовещания, дистанционного зондирования и новых услуг, связанных с позиционированием и передачей данных,

например, с помощью Интернета вещей, а также обеспечить востребованность новых ракет-носителей на внутреннем рынке пусковых услуг» [2].

При этом говорить о том, что уже сформировалось окончательное мнение по поводу разрабатываемого проекта, несколько преждевременно. Специалисты до сих пор обсуждают, что же это будет — единая, пусть сложная, но все-таки система, обладающая свойством целостности, позволяющая реализовывать новые системные эффекты в виде качественно новых сервисов и тематических продуктов, или же разрозненная совокупность отдельных КС, позволяющих получать частные результаты и развивать известные сервисы? Первый путь представляется более предпочтительным, учитывая заявления разработчиков о том, что «впервые в истории российской, а может быть, и мировой космонавтики появится возможность соединить воедино услуги связи, передачи данных, навигации и дистанционного зондирования Земли, сделать за счет синергии эти сервисы доступными всем и создать новые конкурентоспособные продукты не только в интересах нашей страны, но и для тиражирования на международном рынке» [2]. Однако остается открытым вопрос: какова возможная природа новых общесистемных сервисов и какие требования синергия сервисов накладывает на всю вновь создаваемую систему?

Второй же путь уже достаточно проторен, но окупятся ли затраты на создание десятка отдельных КС, включающих не только орбитальную группировку, но и специальный комплекс, наземный комплекс управления, систему выведения? Может быть целесообразно провести целевое объединение составляющих, что предполагает в первую очередь задание параметров системного эффекта, совокупности новых общесистемных сервисов, а уже затем и *согласованное* (что является принципиальным) *проектирование орбитальных структур* такой единой космической информационной системы (ЕКИС), определение параметров, общих для всех элементов КС. Указанные вопросы уже рассматривались на страницах этого журнала, и предлагаемая статья является логическим продолжением ряда опубликованных работ [3]. Цель настоящей статьи — выработка комплекса предложений по реализации

инновационного подхода при разработке новых общесистемных сервисов и тематических продуктов объединенной ЕКИС. Представляется, что именно вопрос целевого предназначения является ключевым при создании такой системы.

## Общие замечания

Современный уровень развития общества предъявляет высокие требования как к традиционным видам информационного обеспечения, так и к вновь формируемым, к числу которых относится геоинформационное обеспечение (ГИО) как новый, развивающийся на основе цифровых технологий вид деятельности по удовлетворению потребностей заказчиков в геоинформации для определенной территории с использованием геоинформационных систем (ГИС). Процесс ГИО заключается в сборе, получении, преобразовании и интеграции геоинформации, моделировании геопространства, пространственном анализе, подготовке пространственных решений по функционированию или преобразованию геопространства, а также в предоставлении результатов по запросам пользователей. К числу особенностей геоинформации относят следующие: во-первых, это информация о конкретном географическом пространстве; во-вторых, она должна быть представлена в пространственно-временной координатной системе в цифровой форме, так как она предназначена для компьютерной обработки посредством ГИС. Таким образом, геоинформация — это обобщенная информация о геопространстве и его объектах в цифровой форме, являющаяся исходным материалом для моделирования геопространства в интересах конкретного потребителя, использующего геоинформационные системы.

Объекты геопространства могут быть конкретные (например, промышленные районы, районы расположения различных систем и средств) и абстрактные (плотность населения), реальные (речная и дорожная сети) и предполагаемые (планируемые маршруты движения). Примерами процессов, происходящих в геопространстве, являются как различные плановые мероприятия по изменению инфраструктуры, так и стихийные события, пожары и наводнения, распределение температур, осадков и прочее.

Для решения задач ГИО потребителю одновременно требуются координатная информация; соответствующая подложка, например цифровые карты местности определенного масштаба; информация ДЗЗ с оценкой обстановки в интересующем районе, выявлением особенностей объектов геопространства и их характеристик на текущий момент времени. При этом предоставляемая информация должна отвечать требованиям по оперативности, достоверности, пространственной и временной непрерывности. Для массового потребителя выполнение указанных требований возможно только при наличии устойчивых каналов связи, обеспечивающих высокую пропускную способность и оперативность передачи информации вплоть до реального масштаба времени. В качестве примера наиболее известного для массового потребителя геоинформационного сервиса можно привести мобильное приложение «Яндекс.Навигатор», позволяющее не только проложить маршрут из точки А в точку В, используя информацию по дорожной сети, но и предложить варианты его оптимизации с учетом состояния дорожной сети, трафика движения, наличия других факторов — платных дорог, дорожных событий и т. д. При этом указанный сервис доступен только при условии, что потребитель находится в зоне действия наземных мобильных сетей. Чем выше уровень сети, тем выше и уровень предлагаемых навигационных сервисов, вплоть до демонстрации панорамных изображений в заданных точках предполагаемого маршрута.

Однако, как известно, радиопокрытие мобильной связью стандарта GSM-900/1800 (справочно GSM-900/1800 (2G), UMTS (3G) и LTE (4G)) автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения по операторам связи в среднем по Российской Федерации составляет 75,9% [4], при этом покрытие 4G (LTE) сетей операторов составляет только 10–12% от всей территории. Для сравнения: покрытие 4G в Японии достигает 75%, в Южной Корее — 80% [5]. Очевидно, что обеспечение такого уровня покрытия в нашей стране, имеющей огромную территорию, только за счет использования мобильных сетей является крайне ресурсозатратным. С учетом территориального фактора даже в США для обеспечения массового потребителя возлагают надежды на создание косми-

ческой системы телекоммуникаций уровня 4G, примером которой является Starlink компании SpaceX (на момент написания статьи за 20 выполненных миссий в рамках проекта Starlink SpaceX отправлено на орбиту уже 1143 спутника). При этом даже по пессимистичным оценкам общее число работающих спутников составляет более 80% [6].

В связи с этим представляется очевидным, что дальнейшее развитие сервисов ГИО высокого уровня в нашей стране должно быть тесно связано с развитием КС, предоставляющих геоинформацию массовому потребителю независимо от его местонахождения. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только космическую составляющую сложившейся на сегодня де-факто отечественной системы ГИО, основу которой составляют комплексы приема и архивации информации, комплексы стандартной обработки, банки базовых продуктов, принадлежащие Роскосмосу, РАН, Минприроды, МЧС и другим, в том числе и коммерческим (например, компания «Совзонд», АО «ТЕРРА ТЕХ») организациям.

## Современные тенденции развития ГИО

Следует учитывать, что сегодняшняя система ГИО потребителя основывается на концепции *отображения информации* — потребителю предоставляется ответ на вопрос: *что происходит на данный момент времени* в интересующей его области геопространства? На это ориентированы практически все тематические сервисы по обработке информации ДЗЗ, отличающиеся лишь глубиной анализа результатов наблюдений. Например, на портале Роскосмоса пользователь может получить услуги по реализации различных сервисов, используя банк базовых продуктов (БП) [7]. Банк базовых продуктов — это геоинформационный сервис, базирующийся на централизованном хранении стандартных БП, получаемых в результате обработки данных с группировки КА ДЗЗ с целью дальнейшего формирования тематических БП, применяемых для решения различных прикладных задач глобального и регионального мониторинга. Для пользователей разного уровня банк БП — это инструмент доступа к информационным продуктам, формируемым

по данным российских и зарубежных КС ДЗЗ, поддерживающий: поиск данных ДЗЗ на район интереса, используя необходимые критерии и параметры выборки; заказ и формирование тематических базовых продуктов по архивным данным ДЗЗ; оперативное предоставление результатов выполнения заказа для скачивания и онлайн-анализа; графический веб-интерфейс (с поддержкой картографической основы) для обычных пользователей и программный веб-интерфейс для разработчиков.

При этом различают два вида базовых продуктов. *Стандартные базовые продукты* — данные после стандартной первичной обработки, прошедшие входной контроль, географическую привязку, радиометрическую и атмосферную коррекцию, представленные в унифицированном формате, необходимом для потокового создания тематических базовых продуктов. Такие данные сопоставимы для разных моментов наблюдения и разных приборов одного класса.

*Тематические базовые продукты* — данные, полученные в результате потоковой обработки стандартных БП, содержащие наборы восстановленных по данным ДЗЗ геофизических параметров наблюдаемых объектов или явлений, их интегральные характеристики в виде спектральных индексов, а также данные в виде композитных изображений, включая бесшовные сплошные покрытия, формируемых на основе разновременных наблюдений. К тематическим БП относятся, в частности, оценка следующих параметров: нормализованный относительный индекс растительности (NDVI); относительный индекс растительности (SR); концентрация минеральной взвеси (TSM); индекс гари (BAI); мультывременные композиты «засуха» (MTD) и «гари» (MTBL); нормализованный разностный вегетационный индекс (ВИ) для области ближнего инфракрасного склона (NDVI705).

В свою очередь, компания «Совзонд» предлагает пользователю сервисы несколько иного порядка: тематические векторные или растровые электронные карты; специализированные навигационные системы, готовые к загрузке в смартфоны или GPS-приемники; тематические ГИС, включающие любые необходимые заказчику слои электронных карт, космические снимки на интересующую территорию, а также интерфейсы быстрого доступа

к данным, позволяющие получать доступ к любой пространственно распределенной информации; статистические выкладки, экспликации, инвентаризационные списки, графические статистические материалы, а также экономические, экологические и т.п. оценки, практические рекомендации для управления территорией; текстовые отчеты-описания состояния наблюдаемых и изучаемых объектов и параметров, включающие практические рекомендации для управления территориями; разработку прогностических моделей на основе данных ДЗЗ, аэрофотосъемки, воздушного лазерного сканирования. При этом используются методы геодеширования и математические модели природных бедствий или техногенных аварий [8].

Сравнительный анализ предлагаемых сервисов свидетельствует о проявлении *тенденции, связанной с усложнением и развитием сервисных услуг*, аналитике, моделировании и выработке некоторых рекомендаций для пользователя. Результаты дешифрирования (векторные слои, тематические карты) служат основой для получения производных видов информации об изучаемых объектах с помощью методов геоинформационного анализа как анализа размещения, структуры, взаимосвязей объектов и явлений путем пространственного анализа и геодеширования. Основным инструментарием проведения подобного анализа являются алгоритмы ГИС — определение буферных зон, плотности, зон пересечения, оценка транспортной доступности и др. В результате аналитических преобразований могут быть получены разнообразные картограммы, диаграммы, графики распределений, статистические показатели и их распределение в зависимости от заданных критериев.

Указанная тенденция усложнения и развития сервисных услуг тесным образом связана с переходом *от концепции данных к концепции решений* на основе полученной информации путем создания тематических сервисов поддержки и принятия решений в заданной предметной области. В этом случае потребитель получит ответ на вопрос: что делать в создавшейся ситуации?

Примерами практической реализации указанного подхода в настоящий момент является проект ВЕГА-Science [14], направленный на создание на единой технологической платформе информа-

ционных сервисов, обеспечивающих возможность удаленной работы пользователей с данными спутниковых наблюдений, результатами их обработки и сопутствующей информацией для решения задач мониторинга возобновляемых биологических ресурсов. ВЕГА реализует концепцию геопроостранственного веб-сервиса, собирающего спутниковую и другую географическую информацию из различных источников и обеспечивающего к ней доступ пользователей по всему миру практически в режиме реального времени.

Также интересен совместный проект АО «ТЕРРА ТЕХ», дочерней компании АО «Российские космические системы», и АО «Спутниковая система “Гонец”», которые предлагают потребителям комплексные решения: мониторинговые продукты АО «ТЕРРА ТЕХ» на основе ДЗЗ и услуги передачи данных с использованием систем «Гонец» (подвижная спутниковая связь) и «Луч» (спутниковая ретрансляция), оператором которых является АО «Спутниковая система “Гонец”».

Наиболее значимым системным проектом является проект «Цифровая Земля». Анонсируется, что госкорпорацией «Роскосмос» в рамках проекта «Цифровая Земля» национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» создается информационная система «Цифровая Земля», которая предназначена для обеспечения доступа потребителей к данным ДЗЗ из космоса, представленным в виде постоянно обновляемого единого сплошного динамического покрытия (ЕСДП) всей территории Российской Федерации, а также к продуктам, услугам и сервисам, создаваемым на основе данных ДЗЗ из космоса, с использованием аппаратных и технических средств единой территориально-распределенной системы (ЕТРИС) ДЗЗ. «Предлагаемые в проекте “Цифровая Земля” технологические решения направлены на ... повышение оперативности приема, обработки и обмена данными со всеми участниками цифровой трансформации, а также обеспечение недискриминационного доступа к геопроостранственной информации в режиме онлайн юридическим и физическим лицам... Продукты на основе ЕСДП перспективны для использования в аналитических платформах наряду с другими источниками информации от различных автоматических сервисов при реализации

специализированных отраслевых сервисов принятия решений. Впоследствии цифровая платформа «Цифровая Земля», сформированная на базе ЕТРИС ДЗЗ в связке с цифровыми платформами сбора, обработки, хранения и предоставления пространственных данных... может стать фундаментом для создания в Российской Федерации единой цифровой платформы предоставления геопространственной информации» [9].

Анализ приведенных проектов позволяет сделать выводы о проявлении следующих основных тенденций развития сервисов ГИО:

- интеграция данных из различных источников;
- оперативный доступ к новой разнородной информации;
- предоставление результатов глубокой аналитической обработки;
- геомоделирование и прогнозирование;
- поддержка и принятие решений на основе результатов анализа, моделирования и прогнозирования;
- интуитивно понятный веб-сервис;
- развитие облачной инфраструктуры и интегрированных решений;
- многовариантность приложений для пользовательских устройств;
- расширение спектра пользователей;
- переход к парадигме «сервисов» и «продуктов».

Как видно, налицо проявление двух основополагающих тенденций: развитие глубокой аналитической обработки с выходом на поддержку принятия решений и повышение доступности пользователей, в том числе и массового индивидуального пользователя, к широкому спектру новых сервисов и продуктов. Указанные тенденции являются объективными и могут послужить выработке основных направлений совершенствования ГИО, способствующих их реализации. Представляется, что к числу таких направлений можно отнести интеллектуализацию и персонализацию предоставляемых сервисов и продуктов. Совместная реализация указанных направлений возможна в случае,

если будут выполнены требования по информативности, оперативности, достоверности, пространственной и временной непрерывности предоставления услуг и, главное, массовому индивидуальному пользователю будут предложены сервисы и продукты высокого уровня — уровня решений, отвечающие его запросам. Однако говорить о выполнении указанных требований пока преждевременно.

Невыполнение первой части требований связано с отсутствием глобальной системы телекоммуникаций, ориентированной на потребителя и реализующей технологию индивидуального пользования вплоть до технологий «трубка в руке», невыполнение второй обусловлено неразвитостью тематических сервисов. Как правило, существующие сервисы ориентированы на пользователя высокого уровня — для принятия решений на глобальном и региональном уровнях, при этом обрабатываются значительные массивы информации, большие по площади, по хронологии и т. д. Но для массового пользователя нужны адаптивные сервисы локального и индивидуального уровня, настраиваемые под конкретного пользователя. Должна существовать возможность заказа индивидуального сервиса, например, пользователь, обозначив исходные данные, получает некоторые частные рекомендации в сложившейся для него ситуации.

## Предложения по развитию сервисов ГИО

Следует отметить, что частные решения здесь не принесут должного эффекта. По-видимому, решение должно быть комплексным и учитывать как возникшую потребность — обеспечение массового потребителя продуктами и сервисами ГИО, так и средства ее реализации — глобальную телекоммуникационную систему. Представляется, что наличие телекоммуникационных систем передачи данных глобального и регионального масштабов, обеспечивающих одновременное представление координатной информации и информации ДЗЗ, является условием необходимым, а разработка новых общесистемных сервисов — достаточным условием реализации ожидаемой синергии сервисов для вновь разрабатываемых КС.

Как уже отмечалось, в настоящее время разворачиваются масштабные работы по созданию многоспутниковых КС, насчитывающие сотни, а в перспективе — тысячи КА. Особенностью таких систем, главным условием их окупаемости является ориентация на массового потребителя, использующего технологии вплоть до «трубка в руке» со специализированными приложениями, устанавливаемыми на смартфоны. Следует учесть, что разработка таких приложений, ориентированных на решение задач ДЗЗ, производится и в Российской Федерации. Как правило, указанные проекты анонсируются как узкоспециализированные, например для целей связи, ДЗЗ, но расширение возможностей телекоммуникационных систем вплоть до обеспечения услуг уровня 4G, несмотря на внешне специализированную ориентацию отдельных КС, де-факто приведет к объединению различных КС в единую инфраструктуру. Фактически в мировой космонавтике налицо проявление тенденции к созданию интегрированных ЕКИС, позволяющих в том числе реализовать новые возможности ГИО потребителей.

В этом случае возможно кардинально изменить характер взаимодействия потребителей и космических информационных систем и обеспечить глобальное непрерывное информационное обслуживание потребителей в режиме, близком к реальному времени. Изменится и понятие запроса потребителя к информационной системе. Массовый потребитель не будет иметь возможности и времени для декомпозиции своей задачи на ряд специализированных задач (например, картографического или метеорологического обеспечения) и формирования на их основе специализированных запросов, реализуемых сегодня в рамках специализированных КС. Пользователь должен иметь возможность задать комплексный запрос и получить на него комплексный ответ. Например, задача обеспечения передвижения транспортных колонн по необорудованной местности при слабом развитии дорожной сети ранее требовала от руководителя формирования десятка различных запросов к специализированным системам ДЗЗ и наблюдения различного базирования. При этом каждая из этих систем могла предоставить информацию лишь по отдельному вопросу, например о состоянии погоды на

маршруте. В то же время при решении транспортных задач, том числе для крупного строительства, потребность управляющего центра (руководителя) заключается вовсе не в том, чтобы знать уровень влажности грунта, его плотность, несущую способность, рельеф, наличие естественных и искусственных преград. Руководителя интересует, с какой скоростью может быть реализована транспортировка грузов по требуемому маршруту в данных условиях (см. таблицу). Как видно, решение транспортных задач требует не только информации ДЗЗ, но и знания местоположения транспортных средств, текущей метеобстановки, а в ряде случаев, например при проведении работ по расчистке завалов, — и отдельных параметров инженерных машин: технической производительности при выполнении земляных работ, вместимости ковша, грузоподъемности стрелы и т. д. [10].

Такой запрос по определению требует комплексирования информации от носителей различного базирования и различной специализации — наблюдения, связи, навигации, специализированной базы данных тематических сервисов и т. д. Техническая реализация перечисленных требований не может быть осуществлена в рамках существующей системы формирования отдельных запросов к определенным КС. Оперативный комплексный ответ потребителем может быть получен только в том случае, если схема реализации запроса потребителя существенно изменится.

Особенностью такой схемы (рисунок) является взаимодействие потребителя не с отдельными специализированными КС, а с базой данных единой космической информационной системы. В такой схеме ЕКИС инкапсулируется (внутренняя реализация скрыта от других компонентов) от потребителя, самостоятельно выполняя в том числе и те функции, которые ранее выполнял сам потребитель.

В связи с этим возникает необходимость в переходе от функционального анализа запроса пользователя к комплексному, объектному, при котором осуществляется сбор информации об интересующих потребителя объектах в объеме, который пользователь полагает достаточным [10, 11].

Например, потребитель может с помощью ЕКИС не только получить информацию о реальной обстановке в интересующем его районе в результате

Таблица. Объекты геоинформационного обеспечения

Решаемые задачи	Объект ГИО	Характер возможных изменений объектов ГИО				Результаты обработки данных космического мониторинга
		В результате негативных воздействий	В результате сезонных изменений			
		Зима	Весна	Лето	Осень	
Обеспечение передвижения транспортных колонн	Дорожная сеть с твердым покрытием	Разрушения дорожного покрытия	Зависимость от глубины снежного покрова	—	—	Определение местоположения поврежденных участков дорожной сети. Определение участков дорог, непроходимых для транспортных средств
—	Окружающая местность	Образование завалов	Зависимость от глубины снежного покрова	Зависимость от изменения несущей способности грунта	—	Определение участков образовавшихся завалов. Определение и оценка участков местности, непроходимых для транспортных средств
—	Гидрографическая сеть	Изменение гидрографической сети с образованием зон затопления при разрушении гидросооружений	—	Изменение гидрографической сети из-за образования зон затопления	Изменение гидрографической сети из-за образования зон затопления	Определение и оценка площади затопления района производства работ
—	Инженерные сооружения	Разрушение, повреждение	—	Разрушение при затоплении	Разрушение при затоплении	Определение и оценка разрушенных, поврежденных инженерных сооружений



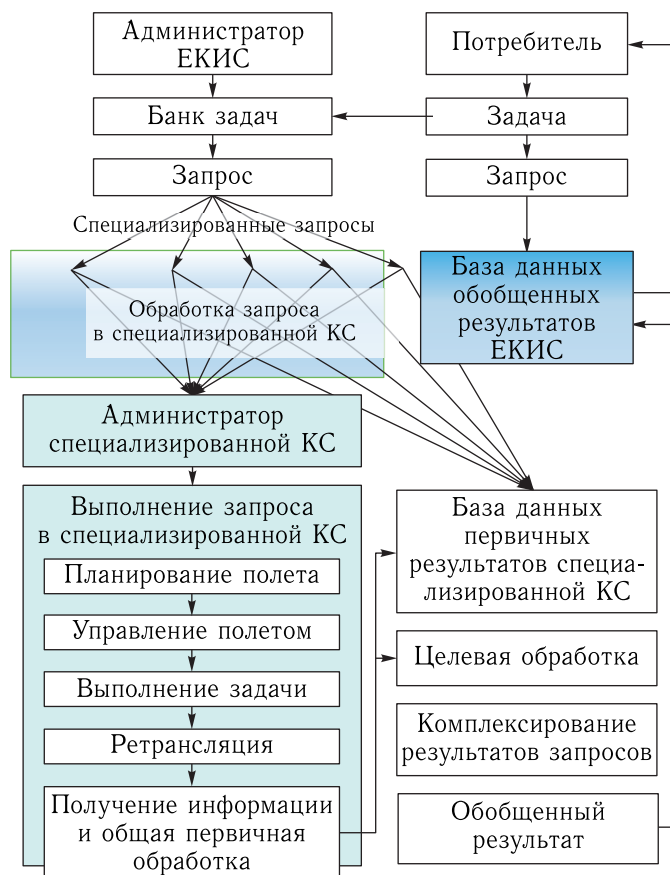


Рисунок. Схема реализации запроса потребителя для получения информации от перспективной единой КС

изменившихся условий, но и, загрузив тематический сервис по инженерному обеспечению, принять решение на расчет сил и средств, порядок их действий при ликвидации последствий воздействия неблагоприятных факторов.

Следующий пример сервиса — задача местоопределения, навигационная задача, которая по своей природе является обратной некорректной задачей. Некорректность приводит к неоднозначности решения, неустойчивости по отношению к изменениям исходных данных. Для ее решения (регуляризации) может потребоваться дополнительная информация, которая на первоначальном этапе не включена в состав навигационной информации. В частности, помимо информации от созвездия навигационных КА, могут потребоваться снимки характерных элементов и фрагментов местности, характеристики особенностей грунта, почвы; фактически речь может идти о формировании ком-

плексного навигационного сервиса, ориентированного на конкретного потребителя.

Интересным представляется использование технологий дистанционных сервисов поддержки и принятия решений, которые в настоящее время активно развиваются в различных предметных областях. Например, пользователь, загрузив исходные данные, может формализовать создавшуюся ситуацию в рамках предлагаемого математического аппарата — теории вероятности, теории возможностей, теории нечетких множеств; провести вычисления и получить обоснованный ответ на интересующий вопрос. Примером такого сервиса является отечественный сервис принятия решений [decision.riskover.ru](http://decision.riskover.ru) [12].

В качестве перспективных сервисов можно рассмотреть сервисы, связанные с искусственным интеллектом и Интернетом вещей, например сервис дистанционного управления роботизированными и беспилотными системами, технологическими процессами как высокого, так и локального, пользовательского уровня. Следует учитывать, что в этом случае требования к телекоммуникационной сети могут возрасти до уровня 5G, что предполагает создание комбинированных систем коммуникации как космического, так и наземного базирования.

Рассмотренные выше примеры новых общесистемных сервисов ГИО и предлагаемая схема их реализации предполагают *согласованное функционирование* элементов ЕКИС как единой системы, назначением которой является создание информационного пространства ГИО для массового потребителя. При этом уровень обеспеченности сервисами массового потребителя может быть оценен как известными для КС показателями, например доступности и целостности по аналогии с навигационными КС [13], так и привлекаемыми из других предметных областей — телекоммуникационных систем, систем массового обслуживания и т. д.

## Заключение

В настоящей статье рассмотрены перспективные направления совершенствования тематических сервисов, предоставляемых космическими информационными системами потребителям различного

уровня. На основании проведенного анализа тенденций развития сложившейся системы ГИО сделан вывод о реализации направлений, связанных с интеллектуализацией и персонализацией сервисов, ориентированных на конкретного заказчика, с расширением спектра возможных потребителей вплоть до массового индивидуального пользователя. Необходимым условием обеспечения массового потребителя космической информацией в глобальном масштабе является наличие устойчивой телекоммуникационной сети космического базирования с возможностью реализации глобальной высокоскоростной цифровой связи с использованием малогабаритных терминалов, в том числе и для потребителей, находящихся в космическом пространстве. Такие услуги могут предоставить перспективные многоспутниковые орбитальные группировки, в частности связной сегмент многоспутниковой космической инфраструктуры «Сфера», при условии, что будет определена природа общесистемных сервисов и проведено согласованное общесистемное проектирование. В статье предлагается ряд подходов, дальнейшее развитие которых может привести к созданию общесистемных сервисов, реализующих концепцию «от данных к решениям» на уровне комплексных решений.

## Список литературы

1. Новые проекты ГП КС были представлены на ежегодном Международном семинаре «Интерспутника» NatSatTel 2020. 11 ноября 2020. <https://www.rscs.ru/press/novye-proekty-gp-ks-byli-predstavleny-na-ezhegodno> (Дата обращения 18.12.2020).
2. *Афанасьев И.* «Сфера» общих интересов. Космические информационные технологии как драйвер развития страны // *Русский космос*, 2020, № 10. С. 8–19. <https://www.roscosmos.ru/media/pdf/russianspace/rk2020-08-single.pdf> (Дата обращения 18.12.2020).
3. Карты покрытия территории Российской Федерации услугами подвижной радиотелефонной связи в стандарте GSM 900–1800 // Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. <https://rkn.gov.ru/communication/p632> (Дата обращения 18.12.2020).
4. *Потюпкин А.Ю., Волков С.А., Пантелеймонов И.Н., Тимофеев Ю.А.* Управление многоспутниковыми орбитальными группировками // *Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы*, 2020, т. 7, вып. 3. С. 61–70 .
5. БИТ.ОНЛАЙН. Интернет-магазин оборудования для беспроводного интернета 4G LTE. <https://bitconnect.ru> (Дата обращения 18.12.2020).
6. Starlink. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Starlink> (Дата обращения 18.12.2020).
7. Официальный сайт Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ). <http://www.ntsomz.ru/> (Дата обращения 18.12.2020).
8. Лаборатории ДЗЗ. Компания «Совзонд». [https://sovzond.ru/services/situational-centers/RS\\_laboratories/](https://sovzond.ru/services/situational-centers/RS_laboratories/) (Дата обращения 18.12.2020).
9. Роскосмос на конференции «Современные проблемы ДЗЗ из космоса», 16–20 ноября 2020 г. <https://www.roscosmos.ru/29571> (Дата обращения 18.12.2020).
10. *Теребнев В.В.* Справочник руководителя аварийно-спасательных и других неотложных работ. Екатеринбург: Калан, 2019. 493 с.
11. *Галькевич А.И.* Особенности современного потребителя космической информации как фактор формирования облика космических систем мониторинга // *Известия института инженерной физики*, 2013, № 1(27), С. 50–55.
12. Сервис принятия решений. <http://decision.riskover.ru> (Дата обращения 18.12.2020).
13. Информационно-аналитический центр КВНО АО «ЦНИИмаш», г. Королев, Россия. <https://www.glonass-iac.ru> (Дата обращения 18.12.2020).
14. Сервис ВЕГА-Science <http://smiswww.iki.rssi.ru/> (Дата обращения 18.02.2021).