

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Формирование структуры и перспективы создания

А.Н. Перминов, С.Ю. Калинин, С.А. Пулинец, Н.В. Разумова, В.В. Костенко, А.Д. Линьков

*АО «Российские космические системы», Москва, 111250, Россия
E-mail: igmass@mail.ru*

В работе рассматриваются проблемы и перспективы создания комплексной системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций с использованием аэрокосмических технологий. Обсуждаются различные аспекты проблемы, в том числе: аппаратное обеспечение задач мониторинга, построение спутниковой группировки, формирование кластера прогнозных сервисов, проблемы взаимодействия с органами федерального и местного уровней в части их обеспечения получаемой информацией. С учетом физической модели генерации аномалий в атмосфере и ионосфере предлагается комплексирование традиционной аппаратуры дистанционного зондирования (инфракрасные радиометры, многоспектральные измерения, микроволновые зондировщики) с плазменными и ионосферными приборами, обычно используемыми для мониторинга космической погоды. Предлагаются различные варианты конфигурации орбит для космических аппаратов системы, учитывающие зависимость регистрируемых параметров от местного времени, и вертикальные профили их распределения. Показано, что предлагаемая конфигурация системы может обеспечить решение сразу нескольких задач мониторинга катастрофических явлений — как природных, включающих землетрясения, наводнения, пожары, так и антропогенных, например, связанных с радиоактивным заражением окружающей среды. Предложены научно-технические решения по облику системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и ее подсистем с учетом требований потребителей мониторинговой информации.

Ключевые слова: природные и техногенные катастрофы, чрезвычайные ситуации, аэрокосмические технологии, дистанционное зондирование Земли

*Одобрена к печати: 06.10.2017
DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-7-41-51*

Введение

Для предотвращения и снижения уровня отрицательных последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения необходимо получение прогностической информации, источником которой может стать система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС) с использованием аэрокосмических технологий.

Состав, структура, технические характеристики таких систем должны отвечать требованиям потребителей мониторинговой и прогнозной информации, соответствовать достигнутому научному и научно-техническому уровню в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, учитывать имеющиеся возможности по реализации СМП ЧС и ее подсистем в рамках заданных временных форматов.

В настоящее время в РФ проработаны варианты построения СМП ЧС с использованием аэрокосмической информации (АКИ), разработаны методики и получены положительные результаты краткосрочного прогнозирования землетрясений, наводнений, лесных пожаров и других ЧС на основе АКИ (Пулинец, 2016).

В статье рассматриваются некоторые научно-технические решения по составу и структуре системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Общие сведения о системе мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций относится к области информационного обеспечения своевременного предупреждения о грозящих чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера и может быть использована при формировании кластера прогнозных сервисов, обеспечивающих комплексное, ситуационное представление данных прогнозного мониторинга в совокупности с семантической и геопространственной информацией.

К основным целям создания СМП ЧС можно отнести:

- информационное обеспечение принятия решений руководством страны и уполномоченными исполнительными органами федерального и местного уровней по предупреждению ЧС природного и техногенного характера. Снижению их последствий для населения и экономики Российской Федерации, а также определенных стран;
- формирование кластера прогнозных сервисов, обеспечивающих комплексное, ситуационное представление данных прогнозного мониторинга в совокупности с семантической и геопространственной информацией, которые будут востребованы на внутреннем и международном рынках информации и услуг; выход на эти рынки с соответствующими технологиями и реализующими их аппаратно-программными средствами;
- развитие на базе навигационных и телекоммуникационных ресурсов Многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга экономически рентабельной и коммерчески выгодной практики дистанционного образования (профессионального обучения), охраны и защиты культурных ценностей, телематики и телемедицины.

Технический уровень и тенденции развития СМП ЧС

В последние годы во всем мире уделяется все большее внимание созданию космических систем мониторинга чрезвычайных ситуаций. За более чем пять десятилетий с момента запуска первого искусственного спутника Земли разработано несколько поколений космических аппаратов и целевой аппаратуры наблюдения и связи, появились новые мультиспектральные и гиперспектральные устройства, многочастотные радиометры и радиолокаторы, лазеры, гелиогеофизическая аппаратура, вычислительные средства, средства связи и многое другое. Новые технические и технологические решения прошли летную отработку на малых и микро-космических аппаратах (КА). В результате современные КА дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), имея массу от 300 до 800 кг, эффективно решают задачи мониторинга атмосферы и поверхности планеты. Благодаря снижению массы и стоимости КА стало возможным создавать многоспутниковые системы, обеспечивающие высокую оперативность, надежность и достоверность мониторинга различных объектов и процессов.

Средства космического мониторинга принято условно делить на гидрометеорологические системы и системы ДЗЗ, хотя при решении прикладных мониторинговых задач комплексно используется информация, получаемая от систем обоих типов.

Гидрометеорологические системы обычно разворачиваются на низких приполярных геосинхронных и геостационарной орбитах. Обеспечивая мониторинг и прогноз опасных метеорологических явлений, эти системы лишь частично могут быть использованы для решения задач мониторинга происходящих в литосфере геофизических процессов. Установленные на некоторых вновь запущенных низкоорбитальных метеорологических КА геофизические приборы способны регистрировать в атмосфере и ионосфере лишь отдельные предвестники крупных землетрясений и гелиофизические аномалии.

Космические средства дистанционного зондирования Земли представлены сегодня весьма обширной номенклатурой КА.

Следует отметить, что анализ технического уровня и тенденций развития космических систем мониторинга чрезвычайных ситуаций и их целевой направленности ориентированы преимущественно на решение задач выявления разрушительных последствий стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций. Кроме того, среди задач, решаемых с их использованием, отсутствует задача предупреждения о глобальных планетарных угрозах (связанных с астероидно-кометной опасностью, аномальной солнечной активностью и др.).

Поиск осуществлялся путем ввода соответствующего запроса в виде ключевых терминов:

- краткосрочное сейсмопрогнозирование;
- предупреждение об угрозах природных пожаров и наводнений;
- оперативный контроль критически важных технических объектов;
- наземно-космический сейсмопрогнозный мониторинг;
- облачные сеймотектонические индикаторы;
- сейсмомангнитный меридиан запуска землетрясений;
- ионосферные сейсмопрогнозные индикаторы;
- вероятностные модели оценки сейсмической, гидрологической и техногенной опасности;
- предвестники (признаки) сильных землетрясений, природных пожаров, наводнений, аварийных ситуаций на техногенных объектах;
- прогнозный веб-сервис;
- прогнозный геоинформационный портал.

Технические решения в области средств мониторинга окружающей среды и прогнозирования возникновения неблагоприятных факторов естественного или техногенного характера

Наиболее релевантным техническим решением в области создания СМП ЧС, на наш взгляд, является Международная аэрокосмическая система глобального мониторинга (МАКСМ) (Кузьменко и др., 2012).

Система МАКСМ выполняет задачи информационного обеспечения своевременного предупреждения о грозящих чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера

и может быть задействована в сфере прикладного освоения космического пространства на основе использования передовых информационных и космических технологий в многофункциональных космических системах (МФКС).

Технический результат заключается в обеспечении возможности предупреждения на основе прогноза о стихийных бедствиях и техногенных катастрофах, включая астероидную и кометную опасности; эффективном навигационном и телекоммуникационном обеспечении потребителей по всему миру, в частности, в интересах проведения мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; создании и оптимизации системы транспортных коридоров. Для этого в структуру МАКСМ включена специализированная космическая система оперативного мониторинга астероидной и кометной опасности, в состав МАКСМ входят орбитальный, авиационный и наземный сегменты. МАКСМ спроектирована как система, обеспечивающая непрерывное поступление оперативной прогностической мониторинговой информации по возникновению природных и техногенных катастроф в глобальном масштабе, а также своевременное обнаружение астероидно-кометной опасности. Международная аэрокосмическая система глобального мониторинга (МАКСМ) — крупная организационно-техническая система, интегрирующая в своем составе, наряду со специально создаваемым собственным специализированным космическим сегментом группировки малых космических аппаратов (МКА) и микроспутников с бортовой аппаратурой обнаружения ранних признаков стихийных бедствий разрушительного характера, ресурсы как существующих, так и перспективных национальных и международных авиационных и наземных средств, включая контактные и дистанционные датчики, космические системы дистанционного зондирования Земли, связи и ретрансляции, метеорологического и навигационного обеспечения вместе с соответствующей наземной инфраструктурой выведения, управления и технического обслуживания космических аппаратов (КА), приема, обработки и распространения мониторинговой информации. Структура МАКСМ показана на *рис. 1*.

Полагаем необходимым отметить аэрокосмическую автоматизированную систему мониторинга глобальных геофизических явлений и прогнозирования природных и техногенных катастроф (Баскин и др., 2008). Данная система содержит совокупность средств (подсистем), обеспечивающих управление системой в целом с обработкой и отображением информации, мониторинг сейсмической активности, мониторинг пожаров, мониторинг неблагоприятных гидрометеорологических явлений (наводнений), мониторинг техногенных катастроф. В свою очередь, предлагаемая СМП ЧС представляет собой дальнейшее совершенствование данного класса систем мониторинга и прогнозирования (Брунов и др., 2009; Железнов и др., 2013; Иванов и др., 2007; Кузьменко и др., 2012; Меньшиков и др., 2008), обеспечивающее лучшую эффективность и качество применения данных систем.

В 2016 г. АО «Российские космические системы» была предложена СМП ЧС, содержащая управляющую подсистему по меньшей мере с одним информационно-аналитическим центром и по меньшей мере одну подсистему мониторинга с аэрокосмическим и наземным сегментом (Пулинец, 2016). Подсистемы этой СМП ЧС выбирают из перечня, который

включает подсистемы мониторинга и краткосрочного прогнозирования сильных землетрясений; мониторинга и прогнозирования природных пожаров; мониторинга и прогнозирования наводнений; мониторинга и прогнозирования техногенных катастроф. В отличие от аналога (аэрокосмическая автоматизированная система мониторинга глобальных геофизических явлений и прогнозирования природных и техногенных катастроф) структура СМП ЧС в целом и/или структура по меньшей мере одной подсистемы динамически синтезируется и/или изменяется во времени исходя из особенностей наблюдаемой территории или техногенного объекта с формированием по меньшей мере двух кластеров космических аппаратов и/или воздушных судов.

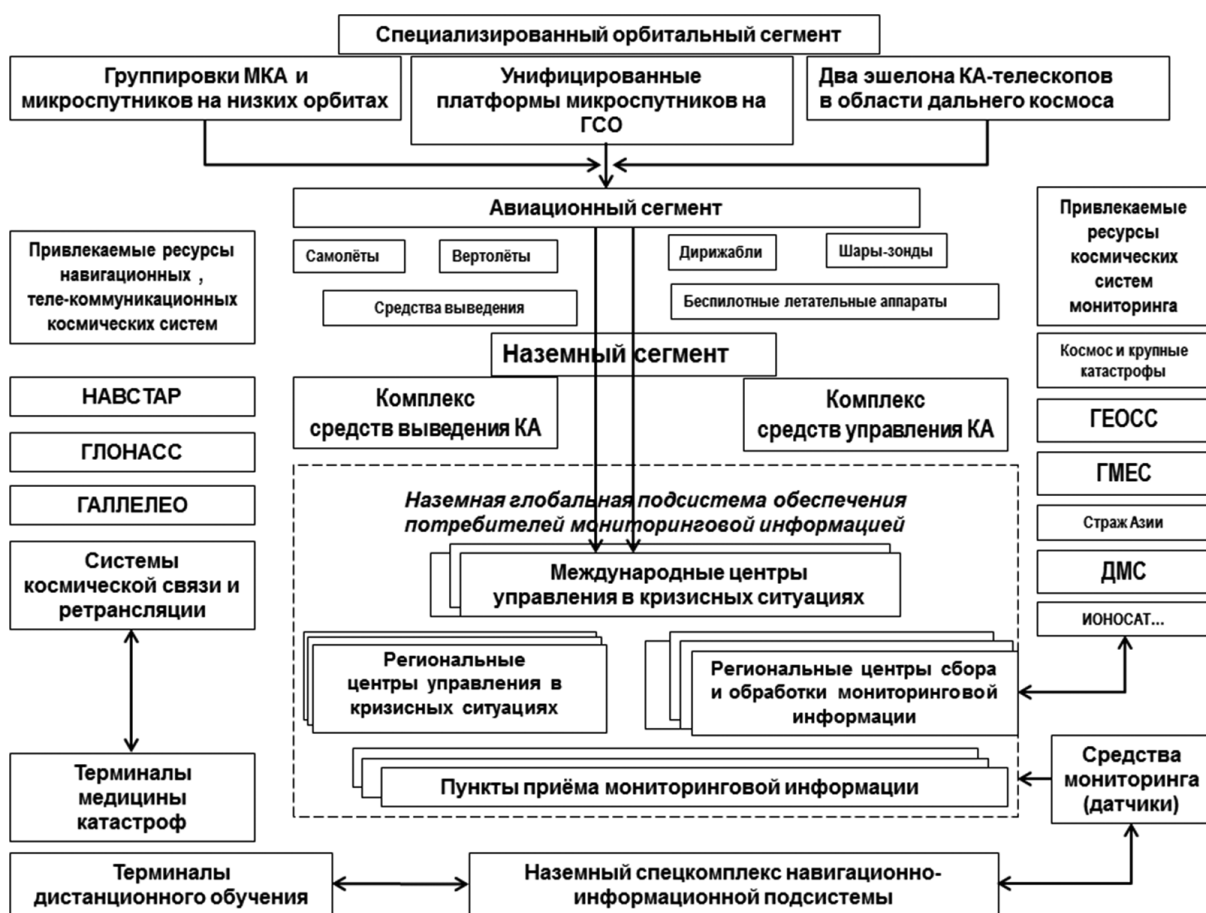


Рис. 1. Структура МАКСМ (Кузьменко и др., 2012)

Средства каждой из четырех подсистем: мониторинга и краткосрочного прогнозирования сильных землетрясений; мониторинга и прогнозирования природных пожаров; мониторинга и прогнозирования наводнений; мониторинга и прогнозирования техногенных катастроф предназначены для решения целевых задач предложенной системы мониторинга и прогнозирования. Данные подсистемы взаимодействуют с объектами мониторинга и потребителями мониторинговой и прогнозной информации. Сопряжение разнородных элементов системы осуществляется в ее информационно-аналитическом центре, который взаимодействует с ведомственными центрами подсистем мониторинга и прогнозирования чрезвычайных

ситуаций. Подсистема управления включает совокупность информационно-вычислительных комплексов; комплексов средств отображения и управления; комплексов средств информационного обмена. Подсистема управления имеет иерархическую структуру, отображающую иерархию принятия решений по управлению как системой в целом, так и ее подсистемами и их элементами. По прямым и обратным каналам подсистема управления данной системы взаимодействует с подсистемами (системами) управления более высокого уровня, например подсистемой управления органа исполнительной власти, ответственного за ликвидацию чрезвычайных и кризисных ситуаций. Подсистема обеспечения предложенной системы мониторинга и прогнозирования включает наземные и космические (воздушные) средства информационного обмена между элементами системы в целом, ее операторами и руководителями, а также информационного обмена с внешними системами; средства обеспечения защиты информационного обмена; средства навигационно-временного и частотного обеспечения; средства энергетического обеспечения.

Средства подсистем мониторинга, выделяемые для решения целевых задач и распределяемые между данными подсистемами, включают бортовые средства измерений и наблюдений космических аппаратов (воздушных судов) дистанционного зондирования Земли; наземные средства измерений и наблюдений. Также в состав подсистем мониторинга включают аппаратно-программные комплексы пунктов приема информации с космического аппарата (воздушного судна); комплексы станций (постов) сейсмического, гидрометеорологического наблюдения, наблюдения за природными пожарами и состоянием техногенных объектов; центров сбора и обработки мониторинговой информации; распределенного хранилища данных системы; информационно-аналитического центра. К средствам решения целевых задач, которые могут быть задействованы при работе предложенной системы, также относятся: средства обработки информации, содержащейся в заказах потребителей; бортовые и наземные средства проведения измерений параметров мониторинговых сигналов, формирования и передачи массивов измерительной информации; наземные средства приема, форматирования и передачи данных, полученных с космических аппаратов (воздушных судов); наземные средства входного контроля, регистрации поступающих с бортовых средств данных, их передачи в архив долговременного хранения, а также первичной обработки снимков и измерительной информации, тематической обработки измерительной информации; наземные средства формирования прогнозов и оценки их показателей качества, а также формирования информационных продуктов мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций; наземные средства предоставления потребителям информационных продуктов, информационного обмена с хранилищем данных и знаний мониторинговой и прогнозной информации и предоставления потребителям по их запросу информационных продуктов. Данные целевые средства системы взаимодействуют с объектами мониторинга и потребителями мониторинговой и прогнозной информации. Информационное интегрирование элементов системы осуществляет его распределенное хранилище данных, а функциональное интегрирование — информационно-аналитический центр, как и было указано выше. Ядром технических средств информационно-аналитического центра является его центр обработки данных.

По существу методологии разработки и построения предложенная АО «Российские космические системы» система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций основана на использовании итерационного подхода, который заключается в синтезе структуры и оптимизации параметров системы, исходя из заданных условий применения, с последующим уточнением в ходе анализа применения системы. При создании конкретной структуры системы для заданного региона применения системы оценивают потенциальные угрозы стихийных бедствий и техногенных катастроф; сопоставляют оцененные уровни угроз с возможностями существующих технических средств мониторинга и прогнозирования и потребностями потенциальных заказчиков такой информации. Выявленный дефицит технических средств мониторинга и прогнозирования позволяет определить целевой функционал создаваемой системы, сформулировать решаемые системой задачи. Формулировка задач на качественном уровне позволяет в последующем декомпозировать целевой функционал системы со степенью детализации, достаточной для последующих этапов ее проектирования. Результаты решения задач выбора облика системы мониторинга и прогнозирования по каждой из четырех подсистем мониторинга и краткосрочного прогнозирования сильных землетрясений; природных пожаров; наводнений; мониторинга и техногенных катастроф интегрируются для получения общего результата — облика системы в целом.

Общим результатом формирования облика системы мониторинга и прогнозирования является структура системы в целом и/или структура по меньшей мере одной ее подсистемы. При создании новой структуры системы или же реконструкции либо модернизации существующей распределяют задачи, стоящие перед системой между ее космическим и наземным сегментами. Выбирают состав космических (летательных) аппаратов орбитальной группировки с распределением космических аппаратов по каждому из четырех перечисленных видов мониторинга; синтезируют орбитальную структуру космических (аэрокосмических) сегментов для каждой из используемых подсистем. В целом предполагается использование космических аппаратов на круговых орбитах. Выбирают состав и определяют характеристики бортовой целевой и служебной аппаратуры космического аппарата с учетом характеристик платформ космического аппарата, распределяют бортовую целевую аппаратуру по космическим аппаратам группировки. В частности, для целей мониторинга предполагается использовать многозональные сканирующие устройства среднего разрешения. Выбирают состав и характеристики наземного комплекса приема, обработки и распространения данных космического мониторинга и наземного комплекса управления орбитальной группировкой космических аппаратов. Интегрируют информационные ресурсы орбитальных и наземных средств системы для решения задач каждой из четырех подсистем прогнозного мониторинга. Интегрирующим элементом организационной структуры предложенной системы мониторинга и прогнозирования является информационно-аналитический центр подсистемы управления.

Так, для решения задачи краткосрочного прогнозирования сейсмической обстановки может быть необходимо включить в соответствующую подсистему средства: измерения вертикального профиля концентрации электронного компонента ионосферы и его

неоднородностей; определения состава и измерения интенсивности потоков радиации различного происхождения; измерения вариаций электрических и магнитных полей и/или измерения параметров электромагнитных излучений. Также целесообразно применение средств наблюдения: свечения верхней атмосферы; аномального повышения температуры подстилающей поверхности сейсмоопасных районов; концентрации в нижней атмосфере радона и металлизированных аэрозолей и/или выстраивания цепочек облаков вдоль известных разломов земной коры. Для решения задачи прогнозного мониторинга лесных пожаров и речных наводнений может быть необходимо задействовать значительную номенклатуру оптико-электронной, радиометрической, микроволновой, радиолокационной и/или лидарной аппаратуры. Для контрольного мониторинга критически важных и потенциально опасных технических объектов для прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера будет необходимо разместить на космических аппаратах орбитальной группировки радиотехническую аппаратуру, предназначенную для сбора по радиоканалу данных, поступающих с наземных датчиков, расположенных на наблюдаемых объектах. Соответственно, для успешного применения системы мониторинга и прогнозирования необходимо распределить используемое оборудование наиболее оптимальным образом.

Для решения данной задачи в состав орбитальной группировки системы мониторинга и прогнозирования должны войти космические аппараты, объединенные в несколько отдельных группировок — кластеров. Каждый кластер в различной степени и в тот или иной временной интервал может привлекаться к решению мониторинговых и прогнозных задач подсистем мониторинга (одной из четырех подсистем мониторинга). Например, при одновременном использовании четырех подсистем мониторинга могут быть сформированы три кластера космических аппаратов: космические аппараты мониторинга ионосферы с целью формирования краткосрочных прогнозов землетрясений; известные космические аппараты гидрометеорологического и природно-ресурсного назначения, привлекаемые для решения широкого круга задач прогнозирования чрезвычайных ситуаций; навигационные и связные космические аппараты. Аппаратуру сбора данных от сети критически важных объектов, имеющую небольшую массу и габариты, возможно разместить на космических аппаратах гидрометеорологического назначения.

Заключение

АО «Российские космические системы» предложена СМП ЧС, состоящая из управляющей подсистемы, подсистемы мониторинга и краткосрочного прогнозирования сильных землетрясений, подсистемы мониторинга и прогнозирования природных пожаров, подсистемы мониторинга и прогнозирования наводнений, подсистемы мониторинга и прогнозирования техногенных катастроф. Структура системы в целом и/или подсистем динамически синтезируется и/или изменяется во времени исходя из особенностей территории или техногенного объекта.

Предложенные научно-технические решения по облику СМП ЧС и ее подсистем, с учетом требований потребителей мониторинговой информации, позволяют перейти к разработке научно-технических решений по созданию сервисов комплексного ситуационного представления информации о природных и техногенных катастрофах на базе геоинформационных систем (ГИС) и ГИС-технологий как необходимых элементов функционирования основных подсистем СМП ЧС.

Выполнено в рамках работ АО «Российские космические системы» и в интересах инновационного проекта по разработке и сертификации многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ).

Литература

1. *Баскин И.М., Кондрашев В.П., Королев А.Н., Макаров М.И., Меньшиков В.А., Останков В.И., Павлов С.В., Перминов А.Н., Пириутин С.О., Пичурин Ю.Г., Радьков А.В., Хашба Н.В., Шевченко В.Г.* Международная аэрокосмическая автоматизированная система мониторинга глобальных геофизических явлений и прогнозирования природных и техногенных катастроф (МАКАСМ): пат. 2349513 Российская Федерация // МПК В64G 1/10, G01V 9/00 № 2007113860/11; заявл. 13.04.07; опубл. 27.10.08. 2008. Бюл. № 8. 18 с.: ил.
2. *Брунов Г.А., Германов А.В., Пичхадзе К.М., Полищук Г.М., Родин А.Л., Федоров О.С., Носенко Ю.И., Селин В.А., Асмус В.В., Дядюченко В.Н.* Многоцелевая космическая система: пат. 2360848 Российская Федерация // МПК В64G 1/10, H04B 7/185, G01S 13/06 № 2008102391/11; заявл. 25.01.08; опубл. 10.07.09. 2009. Бюл. № 19. 14 с.: ил.
3. *Железнов С.А., Макаров М.И., Меньшиков В.А., Морозов К.В., Пичурин Ю.Г., Полоз И.В., Пушкарский С.В., Радьков А.В., Селиверстов В.М., Шеметов В.К.* Многофункциональный мобильный комплекс обеспечения потребителей мониторинговой информацией (МКОПМИ): пат. 2475968 Российская Федерация // МПК H04B 7/00, G01W 1/10 № 2011126307/07; заявл. 28.06.11; опубл. 20.02.13. 2013. Бюл. № 5. 15 с.: ил.
4. *Иванов В.Л., Меньшиков В.А., Макаров М.И., Бурцев В.М., Королев А.Н., Кондрашев В.П., Кузьменко И.А., Макатров А.С., Никитин В.М., Павлов С.В., Панкратов А.И., Пичурин Ю.Г.* Система автоматизированного контроля состояния потенциально опасных объектов Российской Федерации в интересах обеспечения защиты от техногенных, природных и террористических угроз: пат. 2296421 Российская Федерация // МПК H04B 7/185 № 2005119338/09; заявл. 22.06.05; опубл. 27.03.07. 2007. Бюл. № 9. 25 с.: ил.
5. *Кузьменко И.А., Лысый С.Р., Макаров М.И., Меньшиков В.А., Пичурин Ю.Г., Пушкарский С.В., Радьков А.В., Черкас С.В.* Международная аэрокосмическая система глобального мониторинга (МАКСМ): пат. 2465729 Российская Федерация // МПК H04B 7/00, В64G 99/00 № 2010149658/07; заявл. 07.12.10; опубл. 27.10.12. 2012. Бюл. № 30. 15 с.: ил.
6. *Меньшиков В.А., Макаров М.И., Королев А.Н., Кондрашев В.П., Морозов К.В., Меньшиков В.В., Макаров С.М., Павлов С.В., Пичурин Ю.Г., Кузьменко И.А., Макатров А.С., Бурцев В.М., Пушкарский С.В., Радьков А.В., Коровин Г.В., Лысый С.Р., Клименко Ю.Л., Хашба Н.В.* Многофункциональная космическая система автоматизированного управления и оперативного контроля (мониторинга) критически важных объектов и территорий Союзного государства «Россия-Беларусь»: пат. 2338233 Российская Федерация // МПК G05B 15/00 № 2006143879/09; заявл. 13.12.06; опубл. 10.11.08. 2008. Бюл. № 31. 28 с.: ил.
7. *Пулинец С.А.* Исследование и разработка научно-технических решений по созданию Многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ) и сервисов комплексного ситуационного представления информации предупреждения о природных и техногенных катастрофах на территории России и стран СНГ: отчет об исследованиях (промежуточный). М.: Акционерное об-во «Российские космические системы», 2016. № ГР АААА-А16-11611210019-8. 1109 с.

System for monitoring and forecasting emergencies: Structure development and prospects of creation

A.N. Perminov, S.U. Kalinin, S.A. Pulinets, N.V. Razumova, V.V. Kostenko, A.D. Linkov

JSC "Russian Space Systems", Moscow 111250, Russia
E-mail: igmass@mail.ru

This paper is devoted to the problems and prospects of creating a complex system for monitoring and forecasting emergencies based on aerospace technologies. It describes various aspects of this issue including hardware necessary to accomplish monitoring tasks; development of a satellite fleet; development of a forecast service cluster; interactions with federal and municipal authorities to ensure that the obtained data are available for the above-mentioned authorities. Based on a physical model of atmosphere and ionosphere anomaly generation, it is proposed to implement integration of traditional ERS hardware (infrared radiometers, multispectral measurement tools, microwave sensors) with plasma and ionosphere devices normally used to monitor space weather. Various options of the orbit configuration are proposed for the system space vehicles with due regard to a dependence of the registered parameters on local time and to vertical profiles of their distribution. It is shown that the proposed system configuration can provide a solution for several tasks related to simultaneous monitoring of catastrophic events (both natural disasters including earthquakes, floods, fires, and man-made ones, for example those associated with environment nuclear contamination). Scientific and technical solutions are proposed for an exterior design of the emergency monitoring system and its subsystems with respect to the requirements of the monitoring data users.

Keywords: natural and man-made catastrophes, emergencies, aerospace technologies, Earth remote sensing

Accepted: 06.10.2017

DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-7-41-51

References

1. Baskin I.M., Kondrashev V.P., Korolev A.N., Makarov M.I., Men'shikov V.A., Ostankov V.I., Pavlov S.V., Perminov A.N., Piryutin S.O., Pichurin Yu.G., Rad'kov A.V., Khashba N.V., Shevchenko V.G., *Mezhdunarodnaya aerokosmicheskaya avtomatizirovannaya sistema monitoringa global'nykh geofizicheskikh yavlenii i prognozirovaniya prirodnykh i tekhnogennykh katastrof (MAKASM)* (International aerospace automate system for monitoring of global geophysical and forecasting natural and man-made disasters (IASASM)), pat. 2349513 Rossiiskaya Federatsiya, Int.CI. B64G 1/10, G01V 9/00, No. 2007113860/11, decl. 13.04.07, publ. 27.10.08, 2008, Bull. No. 8, 18 p.
2. Brunov G.A., Germanov A.V., Pichkhadze K.M., Polishchuk G.M., Rodin A.L., Fedorov O.S., Nosenko Yu.I., Selin V.A., Asmu V.V., Dyadyuchenko V.N., *Mnogotselovaya kosmicheskaya Sistema* (Multipurpose space system), pat. 2360848 Rossiiskaya Federatsiya, Int. CI. B64G 1/10, H04B 7/185, G01S 13/06, No. 2008102391/11, decl. 25.01.08, publ. 10.07.09, 2009, Bull. No. 19, 14 p.
3. Zheleznov S.A., Makarov M.I., Men'shikov V.A., Morozov K.V., Pichurin Yu.G., Poloz I.V., Pushkarskii S.V., Rad'kov A.V., Seliverstov V.M., Shemetov V.K., *Mnogofunktsional'nyi mobil'nyi kompleks obespecheniya potrebiteli monitoringovoi informatsiei (MKOPMI)* (Multifunctional mobile complex providing consumers by monitoring information (MCPCMI)), pat. 2475968 Rossiiskaya Federatsiya, Int.CI. H04B 7/00, G01W 1/10, No. 2011126307/07, decl. 28.06.11, publ. 20.02.13, 2013, Bull. No. 5, 15 p.
4. Ivanov V.L., Men'shikov V.A., Makarov M.I., Burtsev V.M., Korolev A.N., Kondrashev V.P., Kuz'menko I.A., Makatrov A.S., Nikitin V.M., Pavlov S.V., Pankratov A.I., Pichurin Yu.G., *Sistema avtomatizirovannogo kontrolya sostoyaniya potentsial'no opasnykh ob'ektov Rossiiskoi Federatsii v interesakh obespecheniya zashchity ot tekhnogennykh, prirodnykh i terroristicheskikh ugroz* (System of automate controlling the state of potentially dangerous objects in Russian Federation in the interests of providing protection from man-made, natural and terroristic threats), pat. 2296421 Rossiiskaya Federatsiya, Int.CI. H04B 7/185, No. 2005119338/09, decl. 22.06.05, publ. 27.03.07, 2007, Bull. No. 9, 25 p.
5. Kuz'menko I.A., Lysyi S.R., Makarov M.I., Men'shikov V.A., Pichurin Yu.G., Pushkarskii S.V., Rad'kov A.V., Cherkas S.V., *Mezhdunarodnaya aerokosmicheskaya sistema global'nogo monitoringa (MAKSM)* (International global aerospace monitoring system (IGMASS)), pat. 2465729 Rossiiskaya Federatsiya, Int.CI. H04B 7/00, B64G 99/00, No. 2010149658/07, decl. 07.12.10, publ. 27.10.12, 2012, Bull. No. 30, 15 p.
6. Men'shikov V.A., Makarov M.I., Korolev A.N., Kondrashev V.P., Morozov K.V., Men'shikov V.V., Makarov S.M., Pavlov S.V., Pichurin Yu.G., Kuz'menko I.A., Makatrov A.S., Burtsev V.M., Pushkarskii S.V., Rad'kov A.V., Korovin G.V., Lysyi S.R., Klimenko Yu.L., Khashba N.V., *Mnogofunktsional'naya kosmicheskaya sistema avtomatizirovannogo upravleniya i operativnogo kontrolya (monitoringa) kriticheskii vazhnykh ob'ektov i territorii Soyuznogo gosudarstva "Rossiya-Belarus"* (Multifunctional space system for automate management and operating control (monitoring) of critically important objects and territories of the Union State of Russia and Belarus), pat. 2338233 Rossiiskaya Federatsiya, Int.CI. G05B 15/00, No. 2006143879/09, decl. 13.12.06, publ. 10.11.08, 2008, Bull. No. 31, 28 p.
7. Pulinets S.A. *Issledovanie i razrabotka nauchno-tekhnicheskikh reshenii po sozdaniyu Mnogotselovoi aerokosmicheskoi sistemy prognoznogo monitoringa (MAKSM) i servisov kompleksnogo situatsionnogo predstavleniya infor-*

matsii preduprezhdeniya o prirodnykh i tekhnogennykh katastrofakh na territorii Rossii i stran SNG (Research and development of scientific and technical solutions for creating Multipurpose aerospace system for forecasting monitoring (MASSM) and services of complex situational presentation of information to warn about natural and man-made disasters on the territory of Russian Federation and CIS countries: Interim R&D report): otchet ob issledovaniyakh (promezhutochnyi), Moscow: Aktsionernoe obshchestvo "Rossiiskie kosmicheskie sistemy", 2016, No. SR AAAA-A16-11611210019-8, 1109 p.