

# УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

---

УДК 656

© М.И. МАКАРОВ, 2008

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РОССИИ

---

Михаил Иванович Макаров родился в 1949 г. в селе Новоромановском Арзгирского района Ставропольского края. Первый заместитель директора — главный конструктор НИИ космических систем им. А.А. Максимова — филиала ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. Кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Основные научные интересы — в области информационно-телеметрического и навигационно-баллистического обеспечения полета ракет-носителей и космических аппаратов, создания автоматизированных систем мониторинга объектов и ресурсов различной природы. Автор более 200 научных работ.

Mikhail I. MAKAROV, was born in 1949, in the Stavropol Region. He is a First Deputy Director and the Chief Designer at the Space Systems Research and Development Institute (NII KS) in Khrunichev State Research and Production Space Center. His research interests are in information-telemetry and navigational-ballistic support for launch and space vehicles, development of computer-aided monitoring systems for various objects and processes. He has published more than 200 technical papers.

---

*Описываются типовые задачи, структура, функционирование перспективной автоматизированной системы комплексного мониторинга объектов космической инфраструктуры Российской Федерации с целью решения проблемных вопросов обеспечения безопасности космической деятельности.*

В соответствии с законом РФ о космической деятельности [1] космическая деятельность (КД) включает в себя создание (в том числе разработку, изготовление и испытания), использование (эксплуатацию) космической техники, космических материалов и космических технологий и оказание иных связанных с космической деятельностью услуг, а также международное сотрудничество Российской Федерации в области исследования и использования космического пространства. Важнейшие принцип и проблема космической деятельности — обеспечение безопасности КД и охраны окружающей среды. Безопасность КД — понятие интегральное. Реализацию принципа, решение проблемы обеспечения безопасности КД следует рассматривать через призму решения задач безопасного функционирования объектов космической инф-

раструктуры и обеспечения экологической безопасности окружающей среды. Под безопасностью объектов космической инфраструктуры (ОКИ) понимается свойство объектов сохранять при выполнении заданных функций в определенных условиях в течение установленного времени состояние, при котором исключено или снижено до допустимых значений воздействие опасных и вредных факторов на эксплуатирующий персонал, сам объект и окружающую природную среду. Космическая инфраструктура включает в себя [1]: космодромы; стартовые комплексы; командно-измерительные комплексы, центры и пункты управления полетами космических объектов, базы хранения космической техники; районы падения отделяющихся частей космических объектов, полигоны посадки космических объектов и взлетно-посадочные полосы,

объекты экспериментальной базы для отработки космической техники; центры и оборудование для подготовки космонавтов, а также другие наземные сооружения и технику, используемую при осуществлении космической деятельности. В обобщенном, укрупненном и систематизированном виде основные объекты мониторинга космической инфраструктуры (ОКИ) представлены на рис. 1. К

торами, а также ликвидации последствий ЧС. С учетом многообразия КВО и ППО, решаемых задач мониторинга и их многопараметричности, сложности процессов функционирования объектов, высоких требований по достоверности, объему и оперативности представления мониторинговых данных для принятия правильных своевременных решений создание автоматизированной системы



Рис. 1. Основные объекты мониторинга космической инфраструктуры

ним следует отнести: критически важные (КВО) и потенциально опасные объекты (ПОО), ресурсы космодромов и предприятий ракетно-космической отрасли (РКО); транспортные средства и грузы предприятий; КВО, ПОО и ресурсы наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ); районы отделяющихся частей ракет-носителей; комплекс средств поиска и спасения. С учетом требования комплексного подхода к решению проблемы обеспечения безопасности КД и охраны окружающей среды на рис. 1 в составе ОКИ показана также орбитальная группировка КА. Решение проблемы безопасности функционирования ОКИ предполагает решение комплекса задач контроля состояния (оперативного, периодического) стационарных и мобильных КВО и ПОО космодромов, предприятий РКО, поддержки принятия решений по парированию угроз и предотвращению чрезвычайных ситуаций, вызываемых техногенными, природными, экологическими и террористическими фак-

комплексного мониторинга объектов космической инфраструктуры (АСМ ОКИ) в интересах обеспечения безопасности КД стало актуальной необходимостью. Упрощенная классификация типовых задач, подлежащих решению в АСМ ОКИ и соответствующих четырем видам мониторинга — чрезвычайных ситуаций, окружающей среды, хозяйственной деятельности и специального мониторинга, приведена в таблице. Типовые задачи мониторинга сформулированы на основании анализа космической деятельности предприятий, учреждений и организаций ракетно-космической отрасли, федеральных и отраслевых нормативных документов, регламентирующих такую деятельность [1—8]. Предложенный состав актуальных типовых задач мониторинга объектов нельзя считать исчерпывающим. Он может быть существенно расширен в зависимости от перспективных требований служб мониторинга, глубины изучения объектов мониторинга, а также развития новых технологий решения

Типовые задачи мониторинга объектов космической инфраструктуры РФ			
Мониторинг чрезвычайных ситуаций	Мониторинг окружающей среды	Мониторинг хозяйственной деятельности	Специальный мониторинг
<p>Контроль КВО, ПОО: наземной инфраструктуры космодромов; предприятий РКО; наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ); комплекса средств поиска и спасения; орбитальной группировки КА;</p> <p>Планирование, контроль и управление ликвидацией последствий ЧС.</p>	<p>Экологический контроль окружающей среды в районах космической деятельности: объектов наземной инфраструктуры космодромов, предприятий РКО с химически опасными веществами (КРТ, др. ядовитые вещества, газы), промстоками; районах падения отдельных частей РКН; космического мусора в околоземном космическом пространстве.</p>	<p>Контроль состояния космодромов, предприятий РКО по видам обеспечения: финансово-экономического; материально-технического; кадрового.</p> <p>Контроль выполнения НИОКР, выпуска серийной продукции.</p> <p>Контроль передвижения транспортных средств и перевозимых грузов.</p> <p>Контроль состояния обновления производственно-технологической базы.</p> <p>Контроль исполнения отраслевых и федеральных нормативно-правовых актов.</p>	<p>Ситуационный контроль и управление при решении задач антитеррористической деятельности.</p> <p>Оценка мероприятий по защите от иностранных технических разведок.</p> <p>Контроль состояния охраны критически важных, потенциально опасных объектов и грузов.</p>



<p>Роскосмос. МЧС, МВД, Минобороны, МПР России, Ростехнадзор, Росаэронавигация, Администрация Президента РФ.</p> <p>Аппарат Правительства и Совета Безопасности РФ. ФСО. Руководство космодромов, предприятий РКО.</p> <p>Региональные, территориальные, местные органы власти.</p>	<p>Роскосмос. МПР, Минобороны, МЧС России.</p> <p>Руководство космодромов предприятий РКО.</p> <p>Региональные, территориальные, местные органы власти.</p>	<p>Роскосмос. Аппарат Правительства и Совета Безопасности РФ. Минтранс России.</p> <p>Руководство космодромов, предприятий РКО.</p> <p>МИД РФ.</p>	<p>Роскосмос, ФСБ, ФСО, МВД, Минобороны, МИД России.</p> <p>Руководство космодромов, предприятий РКО.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Основные потребители мониторинговой информации

задач контроля, в том числе с использованием космических средств.

В результате анализа космической деятельности, видов мониторинга ОКИ, типовых задач и объектов мониторинга, требований нормативно-правовых документов по обеспечению безопасности космической деятельности и охраны окружающей среды установлено следующее.

1. Необходимость обеспечения безопасности КД и охраны окружающей среды обусловлена действием техногенных, экологических, природных и террористических факторов. Ответственность и общее руководство работами по обеспечению безопасности возложена на федеральный орган исполнительной власти по КД (Роскосмос) и федеральный орган исполнительной власти по обороне, т.е. Минобороны России.

Рассмотренные виды мониторинга в настоящее время реализуются частично, без анализа корреляционных взаимосвязей между собой. Предприятия и соответствующие службы Роскосмоса ориентированы на наблюдение и оценку состояния только отдельных объектов космической инфраструктуры и компонентов окружающей природной среды. Отсутствуют методология выполнения мониторинговых работ и единые требования к представлению информации. Это создает серьезные трудности для ее получения и интеграции, в результате чего комплексная оценка мониторинговой обстановки в районах космической деятельности является довольно сложной задачей как в организационном, так и в техническом плане.

2. При решении задач мониторинга и возникновении угрозы безопасности населения и окружа-

ющей природной среды Роскосмос и Минобороны России незамедлительно должны информировать об этом органы государственной власти, а также организации и граждан: при чрезвычайных ситуациях (ЧС) федерального уровня — Президента РФ, Правительство РФ, Совет Безопасности РФ, соответствующие федеральные министерства, агентства и службы, при ЧС регионального и территориального уровня — региональные и территориальные органы власти, при ЧС местного характера — местные (муниципальные) органы власти. Поисковые и аварийно-спасательные работы, ликвидация последствий ЧС, аварий и катастроф при осуществлении КД производится с привлечением сил и средств МЧС России, с участием органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, а также организаций, предприятий и граждан.

3. В зависимости от уровня чрезвычайных ситуаций на объектах космической инфраструктуры и вида мониторинговых данных потребителями информации могут быть: Роскосмос; МЧС, МВД, Минобороны, МПР, МИД, Минтранс России, Ростехнадзор, ФСБ, ФСО, Росаэронавигация, Администрация Президента и Аппарат Правительства РФ, Аппарат Совета Безопасности РФ, руководство космодромов и предприятий РКО, региональные, территориальные и местные органы власти. В рамках международной космической деятельности мониторинговая информация о состоянии объектов ОКИ может представляться в Республику Казахстан, другие страны СНГ и дальние зарубежные государства. В составе перспективной АСМ ОКИ должен быть информационно-аналитический центр (ИАЦ) Роскосмоса, информационно-сопряженный с ИАЦ (ситуационными центрами) перечисленных федеральных органов власти.

4. Объекты космической инфраструктуры РФ имеют большое пространственное разнесение. В составе Роскосмоса функционируют 150 предприятий, учреждений и организаций РКО, включая космодромы, рассматриваемые как критически важные и потенциально опасные объекты. Из них 121 — федерального подчинения и 29 — акционерные предприятия [4]. Территориально они размещены во всех семи федеральных округах (ФО): в Северо-Западном ФО — 19; Центральном ФО — 93; Южном ФО — 5; Приволжском ФО — 3; Уральском ФО — 20; Сибирском ФО — 9; Дальневосточном ФО — 1.

Районы падения (РП) отделяющихся частей (ОЧ) РН также пространственно разнесены, и их местоположение определяется ТТХ и трассами полета РН, стартующих с космодромов. Так, для при-

ема ОЧ РН космодрома «Плесецк» за период его космической деятельности использовалось 27 наземных и 17 морских РП. Для перспективных РН класса «Ангара» планируется использовать еще 5 РП [6]. Для РН, стартующих с космодрома Байконур, РП размещаются на территориях Республики Казахстан, Алтайского края РФ и в акватории Тихого океана.

Объекты наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ) — центры управления (контроля) полетами КА, РБ и отдельные измерительные пункты, средства связи и передачи данных также рассредоточены по всей территории России.

Комплекс средств поиска и спасения должен обеспечивать решение задач на пространстве территорий РФ, морских акваторий.

Мониторинг транспортных средств и грузов РКО выполняется в наземном, надводном и воздушном пространстве России, в акватории морей и океанов за пределами страны.

Решение задач мониторинга космических объектов выполняется в пространстве Земля — ближний космос — дальний космос.

Приведенные результаты анализа обуславливают необходимость наличия в составе перспективной АСМ ОКИ информационно-связанных распределенных ИАЦ, диспетчерских центров (ДЦ) и пунктов (ДП) (включая мобильные) космодромов, предприятий и других объектов РКО, что позволит создать единое информационное пространство комплексного мониторинга отрасли.

5. Первичными источниками мониторинговой информации о состоянии КВО и ПОО должны стать датчиковые системы с телеметрической платформой, автоматически измеряющие физические параметры состояния объектов (окружающей среды) и сопряженные со стационарными или мобильными автоматизированными рабочими местами (АРМ), диспетчерскими центрами или пунктами, а также донесения должностных лиц органов управления РКО, вводимые операторами в БД сервера ДЦ (ДП). Донесения могут содержать информацию как о текущем состоянии КВО и ППО, направленной на предупреждение ЧС, так и об устранении последствий ЧС.

6. Частота (периодичность) измерений датчиковыми системами физических параметров объектов (окружающей среды) определяется возможной скоростью изменения состояния того или иного объекта применительно к окрестности его критического состояния. Наиболее высокие требования одновременно как по разрешающей способности, так и по периодичности и оперативности измерений (обновления информации в БД) определяются задачами

контроля чрезвычайных ситуаций. Решение этих задач связано с наблюдением быстротекущих физических процессов во время испытаний и штатной эксплуатации оборудования стартовых комплексов, заправочно-нейтрализационных станций, кислородно-азотных заводов космодромов и экспериментально-испытательного оборудования предприятий РКО с применением КРТ, сжатых (сжиженных газов), ядовитых газов и химических веществ. Названное оборудование было разработано и изготовлено 20—40 лет тому назад. К настоящему моменту нормативный срок его эксплуатации либо окончился, либо близок к окончанию. В этих условиях значительно повышается вероятность проявления дефектов, вызванных как производственными, технологическими, конструктивными, так и эксплуатационными причинами. Статистический анализ показывает, что 70 % неисправностей и 90 % аварий происходят по причине проявления заранее не распознанных дефектов и их побочных факторов [3]. Такие ЧС часто связываются с разрушениями и человеческими жертвами. Информация о предвестниках их наступления, характере и масштабах разрушений, динамике развития должна поступать немедленно.

Периодичность получения мониторинговой информации о бортовом состоянии КА, кроме вышеописанных факторов, определяется также частотой сеансов связи средств НАКУ с КА.

Задачи мониторинга окружающей среды (экологический контроль окружающей среды в районах КД), погодообразующих факторов требуют также высокооперативного (от нескольких минут до 1—3 ч) получения информации о процессах, происходящих в районах КД. В зависимости от типа КВО, ПОО, других объектов экологического контроля для решения этих задач применяются стационарные, мобильные датчиковые системы, электрохимикобиологические и инструментальные средства контроля загрязнения окружающей среды.

Первичными источниками текущей мониторинговой информации о состоянии космического мусора являются радиотехнические и оптические средства контроля космического пространства (ККП) и центры обработки информации о космической обстановке.

Задачи мониторинга хозяйственной деятельности космодромов и предприятий РКО в основном относятся к классу учетно-плановых. Исключение составляют задачи контроля передвижения транспортных средств и грузов. Периодичность обновления информации в БД учетно-плановых задач определяется установленным регламентом (1 раз/день, 1 раз/неделя, 1 раз/месяц, 1 раз/квартал, 1 раз/по-

лугодие, 1 раз/год). Под ресурсами космодромов и предприятий РКО следует понимать финансово-экономические, материально-технические и кадровые ресурсы. Задачи контроля передвижения транспортных средств (ТС) и грузов могут решаться в реальном, квазиреальном масштабе времени и с существенной задержкой по времени. При этом периодичность поступления мониторинговой информации задается программно, определяется скоростью движения ТС, ценностью и опасностью перевозимого груза и выражается численно в диапазоне 1 с — 30 мин. Источником мониторинговой информации являются бортовые телематические модули ТС (грузов). Для управления ТС реализуется канал управления с обратной связью. Задачи решаются в рамках навигационно-информационной системы мониторинга и управления транспортными средствами (НИСМУ ТС). НИСМУ ТС как подсистема должна входить в состав АСМ ОКИ.

Типовая задача контроля исполнения отраслевых и федеральных нормативно-правовых актов, регламентирующих космическую деятельность, относится к классу задач повседневной деятельности и должна решаться в вычислительных средах ситуационного центра Роскосмоса, ИАЦ космодромов, предприятий и учреждений РКО.

Задачи специального мониторинга должны решаться с применением современных интеллектуальных цифровых видеосистем, датчиков объемного перемещения, радиотехнических инструментальных средств, навигационно-информационных технологий, программных средств защиты информации в БД и мониторинга фактов несанкционированного доступа к информационным массивам. Мониторинговая информация должна поступать в ДЦ (ДП) и обновляться в БД (на экранах мониторов) непрерывно или с некоторой периодичностью.

Изложенные результаты анализа позволяют представить перспективную автоматизированную систему комплексного мониторинга объектов космической инфраструктуры в виде многоуровневой иерархической информационно-аналитической системы с вертикальными и горизонтальными информационными связями, включая информационное взаимодействие с другими системами, прежде всего с Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), отраслевыми, региональными, территориальными и местными информационными системами. АСМ ОКИ следует рассматривать как функциональную подсистему РСЧС. АСМ ОКИ должна осуществлять сбор детализированной мониторинговой информации, ее обобщение и выдачу интегрированной и объективной информации о состоя-

нии КВО и ПОО космической инфраструктуры с целью поддержки принятия решений органами управления РКО по предупреждению ЧС и ликвидации их последствий. Основными звеньями АСМ ОКИ являются информационно-аналитические центры различных уровней (от космодромов, предприятий и учреждений РКО до отраслевого информационно-аналитического (ситуационного) центра). Ведущим звеном ИАЦ любого уровня должна быть оперативная дежурная служба АСМ ОКИ, обеспечивающая, с одной стороны, оперативную работу в ИАЦ, а с другой — сбор информации от технических датчиков систем и специалистов мониторинга, отраслевых служб мониторинга своего уровня, а также прием мониторинговой информации от граждан. На базе обработки и обобщения этой информации экспертами-аналитиками должны готовиться и выдаваться руководству своего уровня заключения. При этом срочная информация, например, о чрезвычайных ситуациях и событиях передается оперативно на верхние уровни управления. С помощью средств телекоммуникационной связи реализуется сопряжение между различными ИАЦ, ИАЦ с ДЦ (ДП). В свою очередь диспетчерские центры (пункты) информационно сопрягаются с интеллектуальными АРМ и с объектовыми датчиковыми системами. При этом парамет-

ры объектов или окружающей среды могут изменяться непосредственно на объекте, вблизи его или дистанционно, включая измерения и съемки с воздушных и космических аппаратов. Необходимо отметить, что для того чтобы АСМ ОКИ была работоспособной и эффективной, ее верхние звенья не должны быть перегружены излишне детализированной информацией. Для каждого контролируемого объекта должен быть определен также перечень параметров, которые являются для него критическими, т.е. по значениям этих параметров можно сделать заключение о работе объекта, состоянии среды или процессов любой физической природы.

Информационный обмен по вертикали АСМ ОКИ должен быть организован таким образом, чтобы с любого диспетчерского пункта можно было по паролю получить из соответствующих баз данных конкретную информацию об объекте без помощи оперативной диспетчерской службы того ИАЦ, который контролирует объект. По мере совершенствования системы в ней должны наращиваться функциональные возможности автоматического распознавания нештатных ситуаций на контролируемых объектах и своевременного предупреждения их. Структура такой перспективной системы представлена на рис. 2. Технической основой системы являются аппаратно-программные комплек-

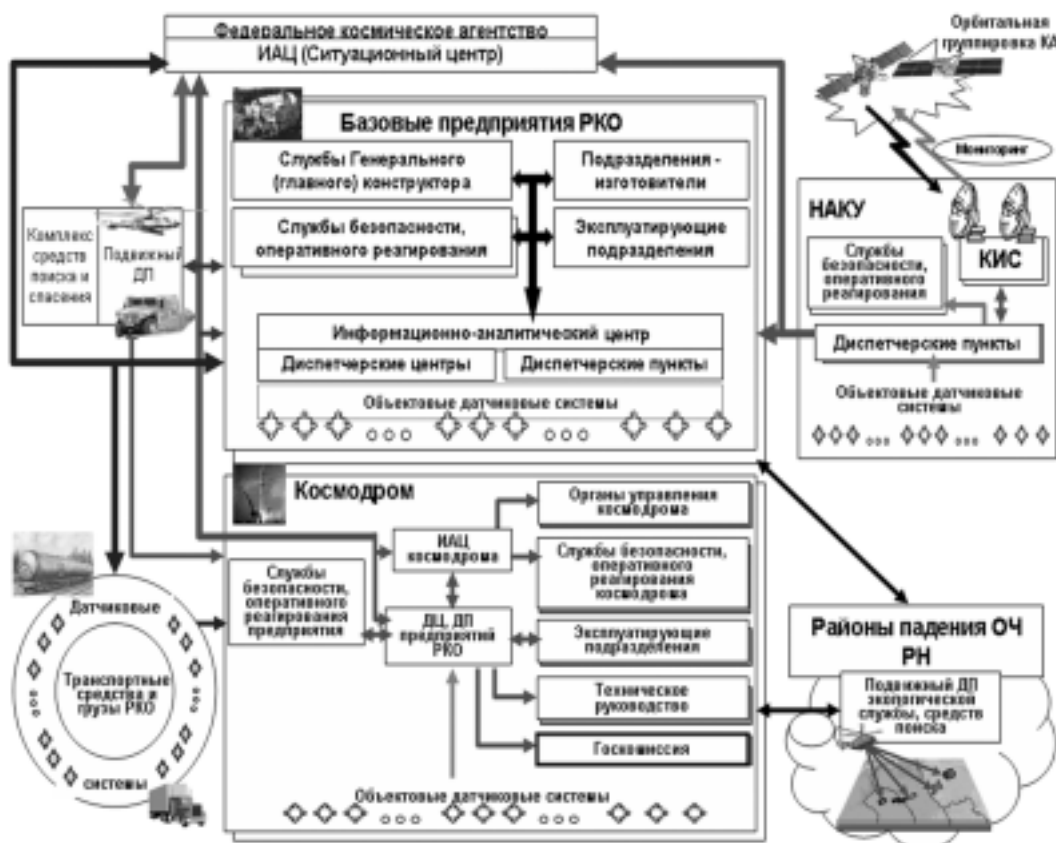


Рис. 2. Структура перспективной системы

сы и вычислительные сети, входящие в состав ИАЦ, ДЦ (ДП) всех уровней, датчики первичных данных и телекоммуникационные каналы связи. Отдельного внимания при создании АСМ ОКИ требуют вопросы анализа интеграции средств наземного и аэрокосмического мониторинга в единую систему и связанные с ними вопросы анализа возможностей средств дистанционного зондирования Земли, оценки перспектив создания АСМ ОКИ на основе систем, предусмотренных Федеральной космической программой России (рис. 3).

С целью достижения эффективного организационного и информационного взаимодействия руководителей космодромов, предприятий РКО, органов управления Роскосмоса соответственно с местными, территориальными, региональными и фе-

деральными органами государственной власти в условиях ЧС на объектах и районах космической деятельности АСМ ОКИ должна информационно сопрягаться с информационно-аналитическими и ситуационными центрами названных уровней государственного управления. Место АСМ ОКИ в системе техногенной, природной, экологической безопасности и парирования террористических угроз РФ отражено на рис. 4. Важным аспектом функционирования перспективной системы является информационное взаимодействие АСМ ОКИ с единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на муниципальном, территориальном, региональном и федеральном уровнях (в том числе с НЦУКС — национальным центром управления в кризисных ситу-

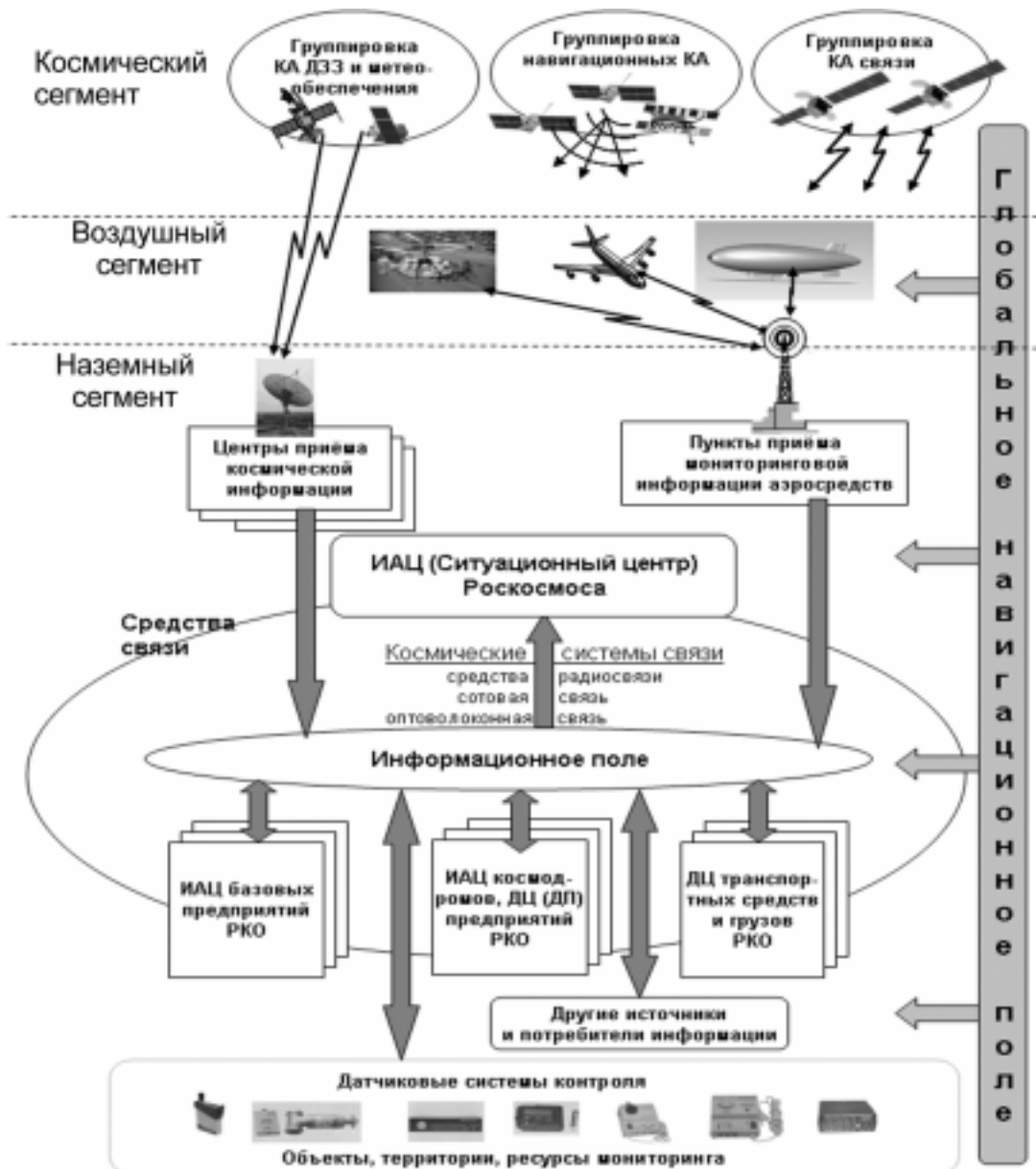


Рис. 3. Системы, предусмотренные Федеральной космической программой России

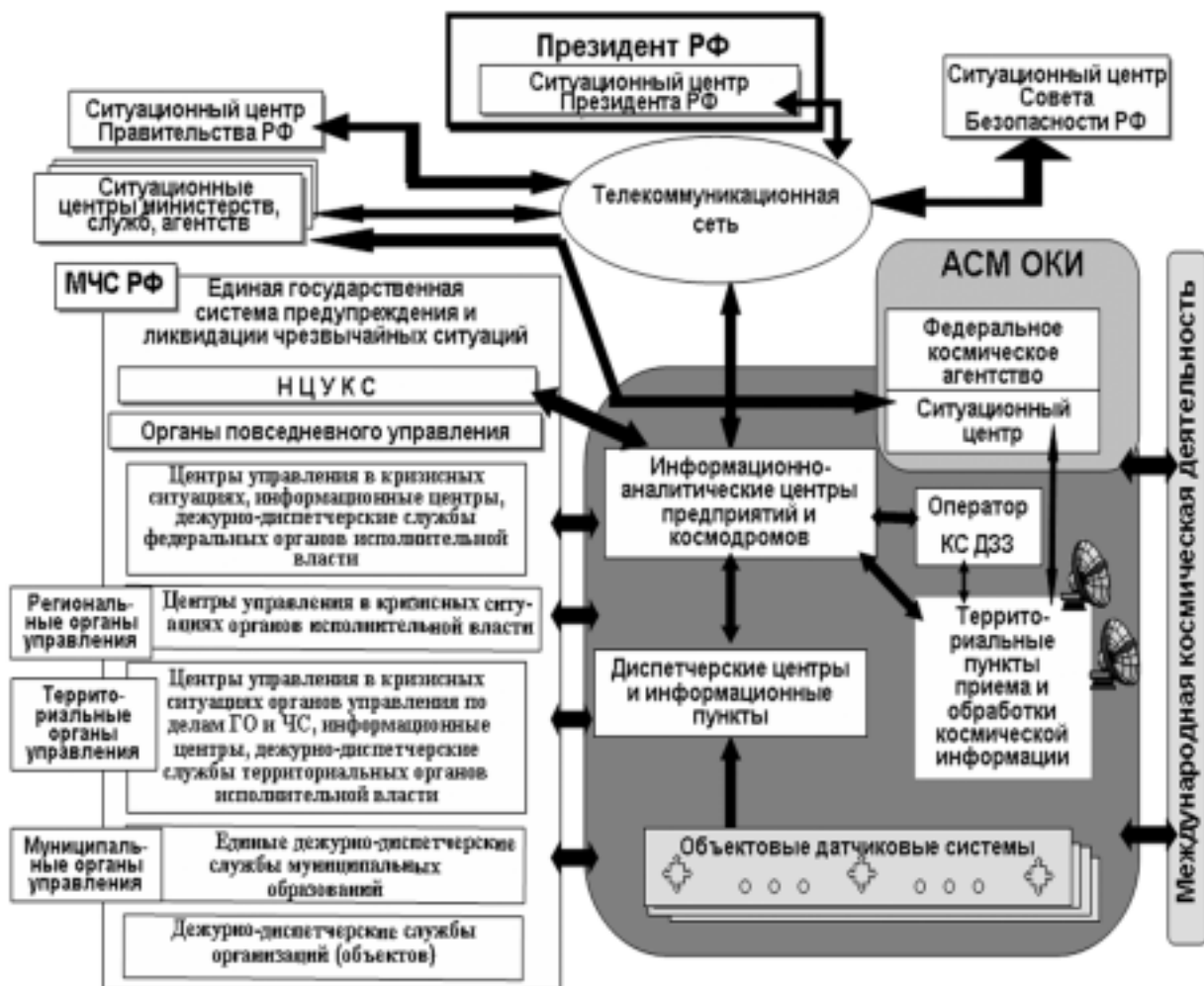


Рис. 4. Место АСМ ОКИ в системе техногенной, природной, экологической безопасности и парирования террористических угроз РФ

ациях); через защищенную телекоммуникационную сеть — с ситуационными центрами Совета Безопасности РФ, Правительства РФ, Президента РФ. На схеме (рис. 4) показаны так же информационные связи АСМ ОКИ, реализуемые в области международной космической деятельности.

По своему существу АСМ ОКИ является сложной человеко-машинной информационно-управляющей системой, выполняющей и экспертно-аналитические функции. Анализ требований, проблем и задач создания и эффективного функционирования АСМ ОКИ показал, что данная система является крупномасштабным и сложным объектом проектирования. Для такого нового класса систем необходимо использовать адекватные им методы разработки, которые существенно зависят от функциональных, организационных, технических, экономических и других особенностей их функционирования.

При создании АСМ ОКИ решаются следующие основные научные задачи:

- разработка концепции перспективной автоматизированной системы мониторинга объектов космической инфраструктуры;
- разработка методов и моделей выбора структуры автоматизированной системы мониторинга объектов космической инфраструктуры;
- разработка и совершенствование теоретических методов анализа, синтеза, моделирования и оптимизации структур и параметров, алгоритмического обеспечения функционирования наземных аппаратно-программных комплексов мониторинга и их подсистем АСМ ОКИ;
- разработка методов и моделей синтеза логической структуры распределенной базы данных автоматизированной системы мониторинга объектов космической инфраструктуры;
- исследования по совершенствованию организации, методов и средств управления эксплуатацией комплексов мониторинга, технологических структур и методов повышения достоверности обработки информации автоматизированной системы мониторинга объектов космической инфраструктуры;



— разработка моделей и методов формирования сценариев развития состояний объектов АСМ ОКИ в условиях чрезвычайных ситуаций.

### Выводы

Создание и применение в области космической деятельности России перспективной автоматизированной системы комплексного мониторинга объектов космической инфраструктуры обеспечит значительное снижение количества чрезвычайных ситуаций, вызываемых техногенными, экологическими, природными и террористическими факторами и, как следствие, сокращение материального ущерба, сохранение здоровья и жизней работников РКО; повышение экологической и промышленной безопасности космодромов и действующих производств; снижение космических рисков и страховых ставок; повышение конкурентоспособности отечественной космической техники на мировом рынке; оптимальные условия для оперативного управления отраслью и планирования ее развития в условиях ограничений на ресурсы.

### Summary

Standard tasks, architecture, and operations of advanced computer-based system for complex monitoring of the Russian space infrastructure objects are described. This system is aimed to ensure the proper safety of a space activity.

### Библиографический список

1. Закон Российской Федерации о космической деятельности. — М., 1998.
2. Лукьященко В.И. Системные исследования проблем развития космической деятельности России — вступление времени // Космонавтика и ракетостроение. 2006. № 1(42). С. 18-34.

3. Меньшиков В.А. Полигонные испытания. Книга 1. — М.: КОСМО, 1997.

4. Ракетно-космическая промышленность России. Каталог предприятий, организаций и учреждений. 2001-2002. — М.: Луч, 2001.

5. Федеральная космическая программа (2006-2015гг.) // Российский космос. 2006. № 1. С. 10-15.

6. Матвеев Ю.А., Позин А.А., Юдаков А.Б., Юнак А.И. Экологическая система мониторинга и управления безопасностью космической деятельности // Полёт. Авиация. Ракетная техника. Космонавтика. 2001. № 11. С. 31-35.

7. Лукьященко В.И., Носенко Ю.И., Саульский В.К., Селин В.А. Концепция развития систем ДЗЗ // Аэрокосмический курьер. 2007. № 2. С. 54-56.

8. Агапов И.В., Жаров Я.Т., Шатров И.В., Болысов А.И. и др. Концепция создания ведомственной комплексной системы мониторинга при осуществлении ракетно-космической деятельности // Двойные технологии. 2002. №2(19). С. 14-18.

Научно-исследовательский институт космических систем им. А.А. Максимова — филиал ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева

Статья поступила в редакцию 13.03.2008