

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ,
ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ.
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

УДК 629.78 DOI 10.30894/issn2409-0239.2021.8.3.37.42

**Интегративные основы создания и развития
Белорусской космической системы
дистанционного зондирования**

С. А. Золотой, к. т. н., vniiem@orc.ru

АО «Корпорация «ВНИИЭМ», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. На примере создания Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ) рассматривается возможность практической реализации метода программно-целевого проектирования сложных организационно-технических систем в условиях реальных системных ограничений, определяемых комплексным характером существующих специфических особенностей внешнего и внутреннего состояния государства. Результаты анализа существовавшей проблемной ситуации позволили разработать методическую базу и обосновать в рамках программно-целевого метода комплекс научных и организационных мероприятий, обеспечивших эффективное решение задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в интересах Республики Беларусь и Союзного государства, а также сформировать новое научное направление по развитию БКСДЗ и созданию многоуровневой системы, включающей космический, авиационный и наземный сегменты ДЗЗ.

Ключевые слова: космическая техника, вертикально-горизонтальная декомпозиция, иерархия уровней анализа, этапы принятия решений, Белорусская космическая система дистанционного зондирования (БКСДЗ)

**Integrative Basics of Creating and Developing
the Belarusian Space Remote Sensing System**

S. A. Zolotoi, Cand. Sci. (Engineering), vniiem@orc.ru

JC VNIIEМ Corporation, Moscow, Russian Federation

Abstract. Using the example of the creation of the Belarusian space system for Earth remote sensing, the possibility of the practical implementation of the method of program-target design of complex organizational and technical systems in conditions of system constraints (determined by the complex of the existing characteristic features of the external and internal states of the government) is considered. The results of analyzing the existing dilemma made it possible to develop a methodological framework and justify a set of scientific and organizational procedures within the program-target method that provided an effective solution to ERS tasks in the interests of the Republic of Belarus and the Union State. The results also allowed the formation of a new scientific direction for the development of the created BSRSS and formation of a multi-level system comprising space, aviation and ground segments of ERS.

Keywords: space engineering, vertical-horizontal decomposition, hierarchy of analysis levels, decision-making stages, Belarusian space remote sensing system (BSRSS)

Введение

В общей схеме решения геополитических задач государства значительная роль отводится космической системе (КС) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), предназначенной для регулярного наблюдения земной поверхности и атмосферы в глобальном, региональном и локальном масштабах с целью решения оборонных, социально-экономических и научных задач.

С учетом важности и актуальности использования данных ДЗЗ для Республики Беларусь уже с первых лет ее существования как суверенного государства был разработан комплекс мероприятий, последовательная реализация которых сформировала базу для создания собственной космической отрасли.

В итоге уже в 2012 г. был успешно выведен на околоземную орбиту Белорусский космический аппарат ДЗЗ (БКА), благодаря чему была создана полнофункциональная БКСДЗ, которая позволила органам госуправления Республики Беларусь отказаться от закупки космической информации высокого разрешения у других государств.

Одновременно с запуском БКА был осуществлен запуск аналогичного российского космического аппарата «Канопус-В» № 1, что позволило Беларуси и России создать совместный орбитальный комплекс, который используется в настоящее время в интересах обоих государств.

Работы по созданию БКСДЗ начались в 2003 г. На этом этапе был создан первый белорусский космический аппарата (КА) «БелКА» (изготовитель РКК «Энергия») и Белорусско-российский высокоинформативный приемный комплекс космической информации (БРВПК) (изготовитель АО «РКС»), а также Белорусский наземный комплекс планирования, приема, обработки и распространения космической информации (БНКПОР) (изготовитель УП «Геоинформационные системы» НАН Беларуси).

Работы по созданию БКСДЗ в составе «БелКА», БРВПК и БНКПОР на данном этапе не получили логического завершения из-за аварии ракеты-носителя «Днепр» во время запуска КА «БелКА» в июле 2006 г.

В период 2007–2013 годы были созданы: БКА (изготовитель АО «Корпорация “ВНИИЭМ”»);

центр управления полетом и командно-измерительный пункт для управления БКА (изготовитель АО «РКС»), модернизированы БРВПК и БНКПОР; созданы оптоволоконные каналы связи с 11 министерствами Республики Беларусь.

Начиная с 2013 г. реализуется успешная эксплуатация БКСДЗ и обеспечена полная окупаемость проекта.

Особенности создания БКСДЗ

С 1991 г. Республика Беларусь является суверенным государством, самостоятельно осуществляющим внутреннюю и внешнюю политику. В это время состояние космической отрасли государства характеризовалось следующими основными особенностями:

- успешно выполняя ряд заданий по космической тематике для многих программ СССР, Республика Беларусь не располагала собственной национальной программой исследования космического пространства, при этом возможности использования космической информации для решения республиканских задач были крайне ограниченными;
- отдельные субъекты хозяйствования в Республике Беларусь независимо друг от друга занимались сбором и обработкой информации ДЗЗ о территории республики, что привело к ситуации при которой поступающая и уже накопленная информация ДЗЗ была недоступна для множества ее потенциальных потребителей;
- научно-исследовательские работы по созданию технологий использования космической информации в интересах ряда белорусских министерств (МЧС и Минлесхоз) начали выполняться только с 1994 г.

Учитывая широкий спектр государственных интересов в сфере использования космического пространства и космических технологий для нужд социально-экономического развития и научного прогресса, уже в течение 1991–1992 гг. Республикой Беларусь были подписаны Межгосударственные соглашения СНГ по исследованию и использованию космического пространства. В дальнейшем

в интересах Союзного государства были разработаны и реализованы научно-технические программы, имеющие существенное научное и практическое значение: «Космос-БР» (2001–2002), «Космос-СГ» (2004–2007), «Космос-НТ» (2008–2011), «Стандартизация-СГ» (2011–2014), «Мониторинг-СГ» (2013–2017). При этом была разработана технологическая основа для практической реализации БКСДЗ и создания российско-белорусской орбитальной группировки космических аппаратов с оптическими камерами высокого разрешения (2 м в панхроматическом режиме и 10 м в многозональном режиме). Кроме того, в рамках программы «Стандартизация-СГ» специалистами Беларуси и России были сформированы единые нормативно-технические требования и правила проведения работ в области создания космической техники. При этом в ходе выполнения программы разработано 28 стандартов Республики Беларусь и 40 стандартов Российской Федерации, регламентирующих деятельность по проектированию и изготовлению космической техники.

В рамках программы «Мониторинг-СГ» созданы экспериментальные участки комплексного мониторинга, ориентированные на решение прикладных тематических задач в интересах российских и белорусских потребителей с использованием информации от космических средств в сочетании с воздушными и наземными средствами (системами).

Разработанная в 2002–2003 гг. в Национальной академии наук Беларуси (НАН Беларуси) Концепция создания Белорусской космической системы ДЗЗ была утверждена Указом Президента Республики Беларусь в 2004 г.

Указами Президента Республики Беларусь 2003 и 2004 гг. был регламентирован ряд важных мероприятий, определивших в том числе структуру научного сопровождения проводимых организационных мероприятий:

- на НАН Беларуси было возложено проведение единой государственной политики в области исследования и использования космического пространства в мирных целях;
- научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы» НАН Беларуси было определено Национальным оператором БКСДЗ.

Возникшее противоречие между необходимостью обеспечения государственной деятельности Республики Беларусь актуальной космической информацией ДЗЗ и существовавшими в начале 1990-х возможностями ее получения явилось источником возникновения проблемной ситуации, которую можно охарактеризовать следующим образом:

- существует проблема обеспечения космической информацией деятельности органов госуправления Республики Беларусь в социально-экономической, научной и оборонной областях. Многоаспектность данной проблемы определяется ее политической, экономической, оборонной, информационной, технико-технологической, организационной, социальной и другими видами структурной направленности, каждая из которых развивается в рамках соответствующих комплексных проблем;
- основой реализации деятельности по созданию БКСДЗ должно быть последовательное внедрение процесса рационализации, обеспечивающего выполнение в условиях рыночной экономики проектов, реализующих максимальную экономию финансовых и материальных ресурсов.

Методическое обоснование решения проблемной ситуации

Решение сложившейся проблемной ситуации — актуальная государственная проблема, требующая комплексного подхода. Для обоснования вариантов такого решения и с учетом известных научных основ и практического опыта создания КС ДЗЗ был проведен структурный анализ особенностей создания и развития БКСДЗ в реальной ситуационной обстановке.

На основании проведенных научных исследований были определены концептуальные требования к развитию космической деятельности Республики Беларусь, определявшими структурный базис нового научного направления по обеспечению государственной деятельности космической информацией:

1) создание изделий ракетно-космической техники, входящих в состав космических систем ДЗЗ,

является долгосрочным, дорогостоящим и наукоемким процессом, обеспечиваемым скоординированной деятельностью различных административных, научных и производственных организаций. Значительное количество принимаемых решений, высокие требования к оперативности и качеству их принятия и реализации, трудно прогнозируемые последствия и высокая мера ответственности за их результаты обуславливают важность научно-сопровождения процессов создания космических систем ДЗЗ;

2) основой реализации космической деятельности является последовательное внедрение процесса рационализации, включающего:

- снижение или полный отказ от направлений, которые не имеют обоснования с позиций научно-технической целесообразности и наличия соответствующих ресурсов;
- максимальную экономию финансовых и материальных ресурсов за счет двойного использования космических систем и технологий;
- выполнение в условиях рыночной экономики проектов, которые материализуют рациональные задачи космической деятельности;

3) исходя из широкого круга интересов Республики Беларусь в исследовании и использовании космического пространства, а также с учетом имеющегося научно-производственного потенциала национальная политика государства в области ДЗЗ из космоса должна руководствоваться следующими положениями:

- основной целью космической деятельности Республики Беларусь в области ДЗЗ является повышение эффективности решения управленческих задач всех уровней государственной власти;
- Республика Беларусь должна обеспечить себе свободный, гарантированный доступ к космической информации дистанционного зондирования Земли;
- важной задачей является экспорт производимой в республике космической продукции;

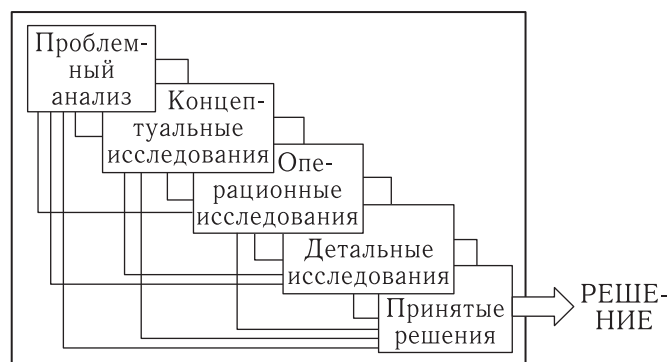
4) отмеченные базовые принципы создания БКСДЗ должны учитывать содержание основных

мировых тенденций развития космических систем наблюдения, включающих:

- создание группировок малогабаритных КА с перспективными целевыми характеристиками;
- совершенствование наземного сегмента для управления орбитальными группировками КА, приема и обработки получаемой космической информации;
- обеспечение целевой и экономической эффективности реализации КС.

На основании проведенного анализа определены особенности научного сопровождения процессов создания КС ДЗЗ в современных условиях, обуславливающих необходимость развития методических основ в области проектирования космических систем и комплексов ДЗЗ и определяющих динамику развития рассматриваемого научного направления:

- организация исследования в рамках его «вертикально-горизонтальной» декомпозиции на основании общесистемного принципа внешнего дополнения (рисунок), адаптированного к основным положениям программно-целевого метода развития космической отрасли и реализуемого в соответствии с основными государственными нормативными документами;



Рисунок

- использование программно-целевого метода на уровне Союзного государства обусловлено комплексностью подлежащих разрешению вопросов, необходимостью согласования интенсивности развития космических средств с динамикой потребности в результатах их применения в различных сферах государственной деятельности;

- поскольку процессы создания БКСДЗ являются весьма сложным объектом исследования, включающим значительное число различных элементов (мероприятий, предприятий-исполнителей и т. д.), характеризующихся множеством различных параметров и многоуровневой иерархической структурой, создание единой формальной основы описания данных процессов, учитывающей все характеристики объектов предметной области, представляется затруднительным. В связи с этим в исследованиях целесообразно использовать основные принципиальные положения итерационно-эволюционного поэтапного проектирования с целью последовательной детализации закономерностей и характера взаимодействия объектов;
- в качестве базовой модели, описывающей наиболее общие аспекты процесса создания БКСДЗ, разработана концептуальная модель исследований и практической деятельности, отражающая состав, структуру, наиболее важные характеристики ее объектов и общие принципы оценки целевой и экономической эффективности исследуемых решений.

3. Успешная реализация эволюционно-итеративного метода проектирования БКСДЗ, основанного на последовательном согласовании многочисленных разноплановых проблем политического, технического, экономического, финансового и других видов проектного обеспечения, явилась воплощением интеграции замысла и всесторонней поддержки руководства Республики Беларусь, опыта космической деятельности Союзного государства, имеющегося научно-производственного потенциала Республики Беларусь и адаптации научного сопровождения данного процесса со стороны НАН Беларуси к существующим специфическим особенностям внешнего и внутреннего состояния государства.

4. Научное обоснование принимаемых в процессе проектирования элементов БКСДЗ и системы в целом решений основывалось на проверенном при создании российских космических систем программно-целевом методе управления проектами. Адаптация данного метода к конкретным особенностям создания БКСДЗ осуществлялась в рамках Национальной космической программы Республики Беларусь на 2008–2012 годы, одним из основных исполнителей которой являлось УП «Геоинформационные системы».

Некоторые итоги и выводы

1. В результате реализации Национальной программы исследования и использования космического пространства в мирных целях на 2008–2012 годы создана Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли, сформирован научно-технический задел для ее развития и создания в Республике Беларусь современных космических и информационно-коммуникационных технологий.

2. Построение наземной инфраструктуры и запуск БКА — первый этап решения задачи по созданию БКСДЗ. На следующем этапе в рамках государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2016–2020 годы были реализованы мероприятия по развитию созданной БКСДЗ и формированию многоуровневой системы дистанционного зондирования Земли, включающей космический, авиационный и наземный сегменты.

Список литературы

1. Макриденко Л.А., Жданок С.А., Золотой С.А. и др. Концепция создания Белорусской космической системы дистанционного зондирования (БКСДЗ). НАН РБ. Минск, 2003. 49 с.
2. Национальная программа исследования и использования космического пространства в мирных целях на 2008–2012 годы. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 14.10.2008 г., № 1517.
3. Концепция «Национальной программы исследования и использования космического пространства в мирных целях на 2013–2017 годы» (редакция от 05.09.2012).
4. Государственная программа «Наукоемкие технологии и техника на 2016–2020 годы», п. 7 «Исследование и использование космического пространства в мирных целях». Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 2.12.2016 г., № 991.

5. *Абламейко С.В.* Космонавтика Беларуси. 2-е изд. Минск: БГУ; Четыре четверти, 2015. 256 с.
6. *Войтович А.П. и др.* Разработки Республики Беларусь в области исследования и использования космического пространства. Минск: ИТК НАН Беларуси, 2001. 68 с.
7. *Абламейко С.В., Белый А.В., Золотой С.А. и др.* Отчет о выполнении работ белорусской части программы Союзного государства «Космос-БР». НАН Беларуси, Минск. 2002. 70 с.
8. *Золотой С.А.* Реализация концептуальных основ создания белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли // Вопросы электро-механики, Москва. 2016. Т. 153. С. 23–28.
9. *Золотой С.А.* Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли, современное состояние и перспективы развития // Геоматика. 2010. № 3. С. 31–33.
10. Концепция научно-технической программы Союзного государства «Разработка, модернизация и гармонизация нормативного, организационно-методического и аппаратно-программного обеспечения целевого применения космических систем ДЗЗ РФ и РБ (“Интеграция-СГ”)» / Науч. рук. С. А. Золотой Минск: УП «ГИС» НАН Беларуси, 2019. 25 с.
11. *Витязь П.А., Золотой С.А., Семенов О.А., Тузииков А.В.* Система дистанционного зондирования Земли Республики Беларусь: состояние и перспективы (г. Минск, 28–30 октября 2014 г.) // Материалы Шестого Белорусского космического конгресса: в 2 т. Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. Т. 1. С. 231–233.