

## БЕЛОРУССКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Белодед Н.И., Кажуро В.В., Ставинова П.О.

*Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь,  
nbeloded@gmail.com, valeria.kazhuro@gmail.com, polinastavinova@gmail.com*

Космическая деятельность — область концентрации новейших достижений человечества, вершина научно-технического прогресса, средство решения глобальных, межгосударственных, государственных и региональных задач. Развитие космических технологий и использование данных дистанционного зондирования Земли позволяют значительно повысить эффективность принятия управленческих решений по обеспечению национальной безопасности, предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, повышению эффективности землепользования и сельскохозяйственного производства, охране окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, а также по решению ряда других важнейших государственных задач.

Беларусь в данной сфере сильна научными разработками. С самого начала мы стремились работать вместе с Россией, одним из мировых лидеров в космосе, что логично и дальновидно. Теперь речь идет о переходе от двустороннего сотрудничества к многостороннему. Договариваться, скажем, в пятером — в рамках ЕАЭС, безусловно сложнее, однако перспектива объединить возможности в общих интересах очень заманчива.

Продолжает развиваться космическое сотрудничество и в рамках Союзного государства Беларуси и России. Совместные исследования в области освоения космического пространства в его рамках ведутся еще с 1999 года, когда была создана рамочная программа «Космос БР» (1999–2003), Программа «Космос-СГ» (2004–2007), «Космос-НТ» (2008–2011), «Мониторинг-СГ» (2013–2014).

Рассмотрим основные задачи и цели программ союзного государства. Программа «Космос БР» (1999–2003) включает в себя разработку и использование космических средств и технологий получения, обработки и отображения космической информации. Программа изначально имела статус научно-исследовательской, однако в ходе ее выполнения ряд разработок был доведен до практического использования. Основные задачи программы:

- восстановление и эффективное развитие научно-технических и экономических связей в космической деятельности Беларуси и России;
- совместная разработка передовых конкурентоспособных космических технологий;
- применение разработанных космических технологий для совместного создания новых образцов космических средств;
- распространение на международном рынке передовых конкурентоспособных космических средств и технологий.

Программа включала 11 тем (проектов), которые нацелены на развитие следующих важнейших направлений:

- Создание единой (в рамках России и Беларуси) корпоративной системы приема и обработки космической информации ДЗЗ.
- Формирование единой корпоративной космической системы навигации, охраны и связи подвижных объектов.
- Разработка новейших технологий, используемых как для космической техники, так и для других отраслей народного хозяйства.

Программа «Космос-СГ» (2004–2007) – разработка и использование перспективных космических средств и технологий в интересах экономического и научно-технического развития Союзного государства. Ряд проектов программы был посвящен вопросам создания первой очереди наземного комплекса приема и обработки космической информации. Изго-

товленный антенный комплекс и технологии обработки информации используются в функционирующей сегодня БКСДЗ.

Основные цели и задачи программы:

- создание элементов единого научно-технического и информационного пространства России и Беларуси в области космической техники и технологий;
- наиболее эффективное использование и дальнейшее развитие космического потенциала России и Беларуси в интересах решения социально-экономических и научных задач, фундаментальных и прикладных научно-технических проблем;
- разработка на единой основе наукоемких технологий для различных сфер науки, техники и экономики России и Беларуси;
- создание постоянных рабочих мест для высококвалифицированных специалистов на предприятиях и в организациях промышленности России и Беларуси, необходимых для выполнения перспективных направлений исследования и использования космического пространства.

Программа «Космос-НТ» (2008–2011) в основном включала в себя практическое направление: разработка базовых элементов, технологий создания и применения орбитальных и наземных средств многофункциональной космической системы. Основной акцент был сделан на разработке, изготовлении, экспериментальной отработке 25 опытных и экспериментальных образцов космической техники и технологий с ориентацией на лучшие мировые достижения.

Основными итогами программы «Космос-НТ» стали разработка и создание:

- модели микроспутника «Союз-Сат-О», предназначенного для получения информации ДЗЗ в видимом и ближнем ИК-диапазонах, на базе образца унифицированной микро спутниковой платформы;
- экспериментального образца бортовой аппаратуры микроспутника для синтеза и предварительной обработки изображений ИК-диапазона спектра в режиме реального времени;
- экспериментального образца лазерно-плазменного двигателя для коррекции орбиты микроспутника;
- экспериментального образца распределенного банка данных, полученных от космических средств наблюдения, и телекоммуникационной подсистемы с высокоскоростным каналом связи и гарантированной пропускной способностью до 100 Мбит/с. Этот банк реализует современные методы архивации, каталогизации, доступа, синхронизации и распространения информации и многие другие.

Научно-техническая программа Союзного государства «Мониторинг-СГ» (2013–2014) – разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли.

Цель – создание технологий и программных комплексов для повышения надежности и долговечности мало массогабаритных космических средств дистанционного зондирования Земли.

Задачи программы – разработка и создание:

- технических средств, технологий и программных комплексов, обеспечивающих повышение качества и работоспособности КА в течение их гарантийного срока (10 лет);
- экспериментальных образцов целевой аппаратуры КА ДЗЗ;
- новых информационных технологий приема, обработки, хранения и доведения до широкого круга потребителей данных ДЗЗ;
- экспериментальных образцов научного оборудования, микроэлектронных элементов, конструкционных материалов и покрытий, адаптированных для использования на борту микроспутника ДЗЗ;

- опытных аппаратно-программных комплексов и технических средств для обеспечения подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области космического мониторинга Земли.

В итоге выполнения вышеперечисленных программ Союзным государством была создана многофункциональная космическая система Союзного государства. Система была создана для решения задач мониторинга, информационного обеспечения в интересах Союзного государства.

Преимущества совместного создания системы:

- низкая стоимость ее разработки, развертывания и эксплуатации на основе микроспутников;
- снижение затрат на разработку и создание семейства микроспутников на базе единой унифицированной платформы.

Основа создания системы – итоги совместного выполнения программ «Космос-БР» и «Космос-СГ». Состав системы – наземные и орбитальные космические средства России и Беларуси:

- космический сегмент в составе 6–12 микроспутников «Союз-Сат»;
- наземный комплекс управления полетом, приема, обработки и передачи информации.

Цель создания системы – решение задач мониторинга, информационного обеспечения в интересах Союзного государства. Преимущества совместного создания системы:

- низкая стоимость ее разработки, развертывания и эксплуатации на основе микроспутников;
- снижение затрат на разработку и создание семейства микроспутников на базе единой унифицированной платформы.

Рассматривая космические исследования Республики Беларусь нельзя не отметить наличие белорусских спутников. Стартом их создания можно обозначить 2003 год, когда было подписано соглашение между НАН Беларуси и организацией Росавиакосмоса «ЦНИИ-маш-Экспорт» о создании белорусского спутника дистанционного зондирования Земли.

В мае 2006 года спутник был доставлен на космодром «Байконур», откуда в июне планировался запуск спутников из разных стран. Однако он был осуществлен в ночь с 26 на 27 июля 2006 г. В связи с аварией ракеты-носителя все спутники, бывшие на борту, погибли.

2007 г. — контракт НАН Беларуси с НПП «Всероссийский научно-исследовательский институт электромеханики с заводом им. А. Г. Иосифьяна» (ВНИИЭМ, г. Москва) на создание Белорусского космического комплекса ДЗЗ.

В начале 2012 г. спутник был доставлен на космодром «Байконур», где испытания были продолжены. Для запуска белорусского и российского спутников, была специально разработана ракета-носитель «Союз-ФГ».

22 июня 2012 г. в 9 ч 41 мин по минскому времени ракета-носитель «Союз-ФГ» с белорусским спутником на борту стартовала и успешно была выведена на орбиту.

Белорусский космический аппарат обеспечивает получение черно-белых снимков с максимальным разрешением в 2,1 м. При этом можно получать цветные снимки с предельным разрешением в 10,5 м. Срок службы первого отечественного спутника был рассчитан на пять лет. После детальной диагностики систем срок службы БКА дважды продлевали — сначала до 2018 года, а после — до 2021 включительно.

Целевая аппаратура на спутнике – белорусского производства, изготовлена в ОАО «Пеленг».

Спутник обеспечивает полное покрытие территории Беларуси космической съемкой. С запуском Белорусского космического аппарата и российского «Канопус-В» Беларусь и Россия фактически создали орбитальный комплекс спутников, который будет использоваться в интересах двух наших государств.

В настоящее время БКА работает в составе орбитальной группировки дистанционного зондирования Земли вместе с шестью однотипными российскими аппаратами, — отметил замдиректора «Геоинформационных систем». — Они одинаковы, только один из них имеет

более широкие функциональные возможности за счет съемки в инфракрасном диапазоне. Два российских аппарата запущены в декабре 2018 года, сейчас проводятся летные испытания. Когда их введут в эксплуатацию, группировка будет окончательно сформирована. После этого можно будет обеспечивать съемку заданной территории не реже одного раза в сутки.

Национальная система спутниковой связи и вещания Республики Беларусь построена на базе собственного спутника связи BELINTERSAT-1 и предоставляет широкий спектр телекоммуникационных услуг (спутниковое телевизионное вещание, спутниковое радиовещание, широкополосный доступ в Интернет). Спутник несет транспондеры, работающие в C- и Ku-диапазонах.

BELINTERSAT-1 изготовлен на базе спутниковой платформы DFH-4 (KHP) со 100%-м использованием компонентов, прошедших необходимую квалификацию и летную практику, и является 9-м спутником на данной платформе, запущенным на геостационарную орбиту. Поставщиком полезной нагрузки (транспондеров) BELINTERSAT-1 выступила компания «Thales Alenia Space» (Франция-Италия) – признанный мировой лидер в области разработки и строительства космических аппаратов.

Стартовал космический аппарат с китайского космодрома «Сичан», 15 января 2016 года в 19:57 по минскому времени, а вот управляется будет уже с территории нашей страны. Запасы топлива позволят аппарату находиться в космосе до 2031 года.

Мировая космическая группировка на сегодня насчитывает около 4000 спутников. Адрес белорусского аппарата BELINTERSAT-1 на геостационарной орбите — 51,5 градуса восточной долготы. Его скорость совпадает со скоростью вращения Земли вокруг своей оси, что дает право считать, будто спутник висит над определенной территорией. Скорость — около 1600 километров в час. Главная задача аппарата — предоставление услуг спутниковой связи, в том числе обеспечение передачи данных, голоса, видеонаблюдения, интернет-соединений, а также телевизионное вещание.

Также нельзя не отметить что в Республике Беларусь есть спутник Белорусского государственного университета. Спутник «BSUSat-1» успешно выведен на орбиту высотой более 500 километров над поверхностью Земли! Знаковое событие в истории ведущего вуза состоялось 29 октября 2018 года в 03.43 (по времени Минска). Спутник БГУ стал первым университетским спутником в системе белорусского образования и третьим объектом отечественного происхождения на околоземной орбите.

«BSUSat-1» запущен в Китае с космодрома «Цзюцюань» (JSLC).

Параметры аппарата составляют 20x10x10 см<sup>3</sup>, масса – чуть больше 1,6 кг. При незначительных габаритах он обладает всеми характеристиками больших универсальных спутников: оснащен системами энергоснабжения, управления, ориентации и стабилизации, телекоммуникации, комплексом технологической и научной полезной нагрузки. На спутнике установлена цифровая камера, радиационный спектрометр, инфракрасный детектор и другое специальное оборудование. В настоящий момент с аппаратом установлена и поддерживается устойчивая связь, его бортовые системы полноценно функционируют.

Программное обеспечение для работы спутника разработано учеными БГУ. Полетная программа создавалась индивидуально под технические характеристики ракеты-носителя, служебной платформы спутника и задач целевой аппаратуры.

Университетский спутник позволит выполнить широкий спектр задач. В научных целях будет проводиться изучение и исследование радиационных полей околоземного пространства, радиационной стойкости электронных элементов, дистанционное зондирование Земли.

Образовательная составляющая позволит использовать наноспутник как летающую учебно-научную лабораторию. Вместе с наземным комплексом управления, приема и обработки данных студенты в реальных условиях смогут осваивать космические технологии и проводить научные исследования. Кроме того, обучающиеся уже получили уникальный опыт полного цикла разработки, создания и использования собственных космических аппаратов, принимая активное участие в его разработке.

С начала космических исследований в Республике Беларусь было проведено большое количество фундаментальных исследований:

- Изучались оптические характеристики фонов Земли. Было показано, что по спектральной яркости отраженного Землей излучения можно проводить физико-географическое районирование территорий.

- Проводились исследования светового ореола Земли. Определена толщина оптического слоя атмосферы в различных участках спектра.

- Определены оптико-физические характеристики серебристых облаков.

- Разработаны высокоэнтальпийные генераторы плазмы, позволяющие моделировать условия входа КЛА в атмосферу Земли и других планет, и многие другие.

С помощью информации полученной из космоса были решены такие народно-хозяйственных задач, как:

- ✓ Создание и обновление топографических карт.

- ✓ Контроль состояния и рационального использования лесных ресурсов, в частности контроль вырубок и оценка последствий стихийных бедствий, например, ветровалов и наводнений.

- ✓ Ведение регистра недвижимости и кадастровая оценка земель.

- ✓ Оценка сельскохозяйственных площадей, состояния всхожести посевов и перспектив урожайности.

- ✓ Оценка состояния мелиоративности земель.

- ✓ Программно-технический комплекс «Урожай» дает возможность определять в реальном масштабе времени местоположение зерноуборочного комбайна с метровой точностью, массу и влажность зерна в процессе уборки, текущую урожайность, общую массу собранного зерна с выдачей отчета об уборочных работах.

- ✓ Выполнение системных аэрокосмических исследований для решения всего спектра геологических задач и проведения комплекса геологоразведочных работ.

- ✓ Обнаружение, мониторинг и оценка последствий природных и техногенных катастроф.

- ✓ Мониторинг состояния окружающей среды и природных ресурсов с оперативной качественной и количественной оценкой.

- ✓ Мониторинг состояния почвенного покрова.

- ✓ Мониторинг состояния особо охраняемых природных территорий.

- ✓ Мониторинг озерных экосистем и гидрографической сети с оперативной оценкой поверхностных водных ресурсов.

У Беларуси в космосе три «представителя»: первопроходец БКА — спутник дистанционного зондирования Земли, телекоммуникационный спутник BELINTERSAT-1, отвечающий за связь и вещание, и последнее прибавление в этом семействе — учебный наноспутник БГУ BSUSat-1.

Белорусская система дистанционного зондирования земли постоянно меняется. На данном этапе создается многоуровневая конструкция, объединяющая космическую и авиационную составляющую с наземными источниками информации. Основным направлением космической части многоуровневой конструкции является разработка и вывод на орбиту нового спутника с улучшенными характеристиками:

- съемка будет производиться в панхроматическом режиме с разрешением 0,35 м

- видеосъемка в HD-формате

- мультиспектральная съемка высокого разрешения

- в сутки будет фиксироваться не менее 300 тыс. кв. км земной поверхности

Проект выполняется совместно с Российской Федерацией, запуск запланирован на 2023 год.

Также расширяется сфера применения космической информации:

- создается дистанционная основа цифровых геологических карт территории Беларуси для проведения геологической съемки нового поколения

- разрабатываются системы комплексного мониторинга растительного покрова особо охраняемых территорий, а также учета и оценки зеленых насаждений Минска

БКА, снимающий с разрешением 2,1 м, за время работы на орбите смог принести нашей стране 18 млн долларов (учитывая затраты на создание спутника). Согласно улучшенным характеристикам аппарата можно с уверенностью сказать, что его прибыль будет на порядок больше.

В целом же космическая сфера непредставима без международного сотрудничества. В конце прошлого года главы государств подписали Конвенцию СНГ о сотрудничестве в области исследования и использования космического пространства в мирных целях.

Таких результатов нельзя было бы достичь без использования информационных технологий, которые позволяют собирать, обрабатывать и хранить полученные от спутника данные для наиболее эффективного использования в дальнейшем на благо Республики Беларусь.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Первый белорусский спутник связи успешно запущен в космос – [Электронный ресурс]. – Минск, URL: <https://42.tut.by/480582>. – Дата доступа: 05.11.2019.
2. Belarussian State University Satellite – [Электронный ресурс]. – Минск, URL: <https://bsusat.com>. – Дата доступа: 05.11.2019.
3. Как Беларусь зарабатывает на космосе – [Электронный ресурс]. – Минск, URL: <https://naviny.by/new/20190410/1554897533-kak-belarus-zarabatyvaet-na-kosmose>. – Дата доступа: 05.11.2019.
4. Беларусь и Россия будут вместе работать в космосе – [Электронный ресурс]. – Минск, URL: <https://sputnik.by/technology/20190421/1040886201/Belarus-i-Rossiya-budut-vmeste-rabotat-v-kosmose.html>. – Дата доступа: 05.11.2019.
5. Новости проекта: откуда управляют белорусским спутником – [Электронный ресурс]. – Минск, URL: <https://www.belintersat.by/news/smi-68>. – Дата доступа: 06.11.2019.
6. Пресс-конференция: «Развитие космической отрасли Беларуси на современном этапе», приуроченная ко Всемирному дню авиации и космонавтики – [Электронный ресурс]. – Минск, URL: <http://www.bpc.by/news/3822>. – Дата доступа: 06.11.2019.
7. БГУ запустил собственный спутник «BSUSat-1»! – [Электронный ресурс]. – Минск, URL: <https://www.bsu.by/main.aspx?guid=235071&detail=953333>. – Дата доступа: 08.11.2019.