

# СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

УДК 551.5

## ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «КАНОПУС-В» И БЕЛОРУССКОГО КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Л. А. Макриденко, С. Н. Волков, А. В. Горбунов,  
Р. С. Салихов, В. П. Ходненко

*Представлена история создания космического комплекса «Канопус-В» с космическим аппаратом «Канопус-В» № 1. Одновременно прослежена история создания Белорусского космического комплекса с КА одноименного названия. Приведена кооперация организаций, участвующих в создании указанных КА, основные этапы по их созданию и наземной отработке. Показано назначение космических комплексов «Канопус-В», Белорусского космического комплекса и входящих в их состав космических аппаратов «Канопус-В» № 1 и БКА.*

*Основное внимание уделено истории создания малоразмерной космической платформы совместно с английской фирмой SSTL и целевой аппаратуры с участием белорусского предприятия ОАО «Пеленг».*

*В рамках специального соглашения между Россией и Республикой Беларусь космические аппараты «Канопус-В» № 1 и БКА объединены в орбитальную группировку с целью их использования в рамках международного сотрудничества в интересах устойчивого обеспечения российских и белорусских потребителей данными ДЗЗ требуемого объема и качества.*

*КА «Канопус-В» № 1 и БКА совместно с попутной нагрузкой успешно выведены на рабочие орбиты и в настоящее время используются по целевому назначению.*

**Ключевые слова:** космический комплекс, космический аппарат, служебная платформа, комплекс целевой аппаратуры, дистанционное зондирование Земли, мониторинг чрезвычайных ситуаций, оптико-электронная аппаратура, полезная нагрузка, программное обеспечение.

Космический комплекс (КК) оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» создан ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» в рамках Федеральной космической программы России на 2006 – 2015 годы.

КК «Канопус-В» с космическим аппаратом (КА) «Канопус-В» № 1 предназначен для получения панхроматических и многозональных изображений поверхности Земли в интересах обеспечения подразделений Федерального космического агентства (ФКА), Министерства Российской Федерации (РФ) по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России, Российской академии наук, а также других ведомств оперативной информацией.

КА «Канопус-В» № 1 и Белорусский космический аппарат (БКА) созданы ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» по одному проекту совместно с белорусским ОАО «Пеленг» и английской компанией Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) и вошли в состав КК «Канопус-В».

Данные КА предназначены для решения следующих основных задач:

– мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций (ЧС), в том числе стихийных гидрометеорологических явлений;

- картографирования;
- обнаружения и отслеживания лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- регистрации аномальных физических явлений с целью прогнозирования землетрясений;
- мониторинг сельскохозяйственной деятельности, природных (в том числе водных и прибрежных) ресурсов;
- учёт землепользования с составлением соответствующего кадастра;
- высокооперативное наблюдение заданных объектов на земной поверхности.

КА «Канопус-В» № 1 (рис. 1) и БКА аналогичны по конструкции и структурно подразделяются на универсальную служебную платформу, радиолинию передачи цифровой информации и комплекс целевой аппаратуры (КЦА), включающий две съёмочные системы – панхроматическую ПСС и многозональную МСС, а также бортовую информационную систему.

Целевая аппаратура позволяет проводить съёмку поверхности Земли, формировать кадры и передавать их на станцию приёма, как в реальном времени, так и после запоминания и хранения в бортовом запоминающем устройстве.

Съёмка может осуществляться одновременно в панхроматическом и многозональном режимах, а также в различных сочетаниях отдельных спектральных зон [1].

### История создания КА «Канопус-В» № 1 и БКА

ФГУП НИИЭМ (г. Истра, Московской обл.) создавал по заказу Роскосмоса КА «Канопус-Вулкан», основной задачей которого было изучение предвестников землетрясений. Первоначально пару «Канопус-В» предполагалось запустить с космодрома Плесецк на конверсионном носителе «Рокот». Запуск планировался на конец 2009 – начало 2010 годов.

Работа велась в тесном контакте с академическими институтами России и продвигалась крайне сложно.

С одной стороны, задачи, стоящие перед разработчиками комплекса, были актуальными. Землетрясения по всему миру приносили неисчислимые жертвы как непосредственно от катаклизмов в земной коре, так и от их последствий (цунами, оползни и т. д.). Если бы удалось найти достоверные предвестники землетрясений и зафиксировать их, например, методами дистанционного зондирования Земли из космоса, хотя бы за несколько часов до его начала, это позволило бы заранее предупредить население о грядущей беде и в результате огромное количество человеческих жизней могло бы быть спасено.



Рис. 1. КА «Канопус-В» № 1 в МИКе

Но именно здесь и наступило осложнение в работе. Были определены несколько возможных предвестников землетрясений, которые возможно фиксировать методами дистанционного зондирования Земли из космоса. Это и подвижки земной коры, и истечение газа – радона из недр Земли, и изменение состояния в магнитосфере Земли, и ряд других.

Но, ни одно из них не было до конца научно подтверждено.

Тратить же огромные деньги на эксперимент в условиях жёсткого бюджетного ограничения было нецелесообразно. При этом тема в Федеральной космической программе была открыта с небольшим объемом финансирования.

В это же время все больше и больше возрастала потребность в информации высокого разрешения. КА «Ресурс-ДК», создаваемый ЦСКБ «Прогресс», на то время был единственным аппаратом, способным осуществить решение этой задачи.

В связи с этим появилась возможность быстро и не дорого создать малоразмерный космический аппарат (МКА) высокого разрешения, предназначенный для мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения.

При этом необходимо отметить позитивную роль Федерального космического агентства, которое поддержало предложение НПП «ВНИИЭМ» по созданию космического комплекса оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций – «Канопус-В».

Необходимо отметить, что создание в течение 2 – 3 лет КА ДЗЗ с высокими характеристиками по разрешению было возможно только при условии применения уже проверенных технических решений, прошедших лётную квалификацию.

Был проведён всесторонний анализ разработанной и прошедшей лётные испытания аппаратуры российского производства (ОКБ «Марс», ОАО «Субмикрон» и др.), результаты которого были неудовлетворительными в части массогабаритных характеристик, длительности создания, а также высоких цен. Это привело к тому, что пришлось обратить внимание на наших зарубежных коллег и их возможности.

Надо заметить, что к тому времени ФГУП «НПП ВНИИЭМ» (в настоящее время ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ») имела уже достаточно хороший опыт взаимодействия с английской фирмой SSTL. В 1998 году состоялся попутный с КА «Ресурс-О1» № 4 запуск двух малых КА «TM Sat» и «FASAT-Bravo», которые англичане создали по заказам Таиланда и Чили.

В ходе совместных работ по интеграции МКА в состав отечественного КА был получен определённый опыт взаимодействия с английскими специалистами и отработаны совместные подходы к созданию космической техники. Фирма SSTL к моменту создания КА «Канопус-В» уже превратилась в мирового лидера в области создания малых КА. На её счёт уже были несколько десятков запущенных МКА, созданные как по заказам университетов, так и государственных заказчиков разных стран.

Надо сказать, что также поступали предложения о сотрудничестве от известной в космических кругах фирмы EADS Astrium, которая занимала лидирующее положение в Европе. Речь шла о создании служебной платформы с последующей установкой на ней полезной нагрузки, которую должно было осуществить ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ».

В результате тщательного рассмотрения предложений и проведённого анализа было принято решение в пользу фирмы SSTL, которая предложила широкий спектр услуг от создания отдельных блоков служебного назначения до космической платформы в сборе.

Установка информационной аппаратуры на готовой английской платформе представлялась для ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» недостаточным и не эффективным направлением. России требовались собственные малоразмерные, с хорошими характеристиками, служебные платформы.

27 марта 2007 года был подписан контракт на участие компании SSTL в разработке КА «Канопус-В». Эта компания должна была поставить комплект бортового радиоэлектронного оборудования с программным обеспечением (ПО).

В феврале 2009 года компания SSTL поставила в ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» первые два комплекта аппаратуры, включая бортовые компьютеры и подсистему обработки данных, средства управления питанием и аккумуляторные батареи.

В то же время было необходимо решать вопрос о разработчике оптической целевой аппаратуры (ЦА). Ситуация складывалась следующим образом: два ведущих российских предприятия в этой области: Красногорский оптико-механический завод и Ленинградское оптико-механическое объединение (ЛОМО) не выдерживали заданные габаритно-массовые характеристики и сроки поставки аппаратуры.

К этому же наблюдалась значительная загрузка этих предприятий по другим заказам.

Данная ситуация заставила по вопросу разработки оптической аппаратуры обратиться в СНГ,

где находилась фирма, родственная ЛОМО, а именно БелОМО, а ныне ОАО «Пеленг» (г. Минск). По заказу Национальной академии наук республики Беларусь этой фирмой был разработан бортовой комплекс, состоящий из двух оптических камер с разрешением в панхроматическом канале около 2 метров и мультиспектральном канале – около 10 м. Указанные работы велись для КА «Белка», который был заказан Белоруссией в России (ОАО «Энергия»). К сожалению, КА «Белка» не был выведен на орбиту из-за аварии ракеты-носителя «Днепр».

В июле 2007 года был подписан международный контракт на создание белорусского космического комплекса (БКК). Со стороны Белоруссии заказчиком выступила Национальная академия наук (НАН). Контракт был подписан заместителем руководителя НАН П.А. Витязем, и со стороны ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» - генеральным директором Л.А. Макриденко.

Таким образом, к программе подключилась НАН Белоруссии и КА «Канопус-В» № 2 стал белорусским космическим аппаратом (БКА), который иногда не официально называют «Белка-2».

Создание последнего осуществлялось в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко от 14 июня 2007 года «О развитии белорусской космической системы ДЗЗ». На основании этого указа была сформулирована «Национальная программа исследования и использования космического пространства в мирных целях на 2008 – 2012 годы» и утверждена Постановлением Правительства Белоруссии от 14 октября 2008 г. № 1517.

Координационный комитет возглавил руководитель программы – председатель президиума НАН Белоруссии М.В. Мясникович, ставший в декабре 2010 года председателем правительства страны.

Программа, приоритетным направлением которой стало создание белорусской космической системы ДЗЗ, включала в себя 11 целевых программ. После выведения спутников на орбиту предполагалось совместное управление и эксплуатация КА.

Россия и Белоруссия также обсуждали вопрос о создании группировки спутников в интересах союзного государства.

В дальнейшем работа по созданию космических комплексов «Канопус-В» и БКК развивалась по следующему сценарию.

Кооперация основных организаций, участвующих в создании космических комплексов «Канопус-В» (рис. 2) и БКК, выглядела следующим образом: ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», английская фирма SSTL, белорусская фирма ОАО «Пеленг», ОКБ «Факел» (разработчик корректирующей двигательной установки) и ОАО «Российские косми-

ческие системы», которое взяло на себя вопросы адаптации к КА «Канопус-В» телекомандной системы в новом, международном диапазоне частот и радиолинии сброса целевой информации в сантиметровом диапазоне длин волн.

При этом сложился прекрасный тандем в работе с коллективом белорусского предприятия ОАО «Пеленг», который позволил в кратчайшие сроки обеспечить согласование интерфейсов целевой аппаратуры и космической платформы.

Проект докладывался Президенту Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, который рассматривал его как один из важнейших проектов страны и имел возможность посетить ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» с целью знакомства с предприятием и ходом проведения работ.

В ходе создания КА «Канопус-В» и БКА конструкторы на динамическом (ДИ) и антенном (АИ) изделиях провели проверку правильности заложенных технических решений. Разработчики в конструкции КА отошли от традиционных технических решений, которые использовались ранее. Был создан негерметичный аппарат на базе сотовых панелей. Плотность заполнения объема КА

соответствующей аппаратурой получилась очень высокой. Были тщательно отработаны вопросы прочности и теплового режима, в НПО им. Лавочкина были проведены термовакуумные испытания КА. Параллельно проводились электрические испытания летных образцов КА.

На испытаниях КА трудился смешанный российско-белорусско-английский коллектив. Работа по созданию КА «Канопус-В» № 1 и БКА шла параллельно.

Особенностью белорусского проекта являлась и необходимость создания с нуля в республике Беларусь наземного комплекса управления (БНКУ), включающего в себя Центр управления полетом (ЦУП) и командно-измерительную станцию (КИС).

Работы возглавило ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», основным исполнителем выступило ОАО «Российские космические системы».

Достаточно быстро была разработана конструкторская документация, закуплены аппаратно-программные средства и осуществлена их поставка в Белоруссию. Под руководством российских специалистов был осуществлен монтаж командно-измерительной станции и Центра управления полетом.

Проведены работы по его отладке, автономным, комплексным испытаниям, а затем и по межведомственным испытаниям.

Белорусские коллеги оперативно подготовил к работе и наземную станцию приема информации. Много сил и временных затрат требовала отработка программного обеспечения (ПО) SSTL в составе КА.

Также, на специально созданном в ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» стенде, были проведены работы по отработке системы управления движением КА.

После того, как все виды наземных испытаний были проведены в ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», они продолжились на технической позиции полигона «Байконур». Затем МКА «Канопус-В» № 1, БКА и сопутствующая нагрузка (МКА «ADS-16», МКА «ТЕТ» и МКА «ФКИ») были успешно выведены РН «Союз-ФГ» с РБ «Фрегат», на рабочие орбиты (рис. 2).

30 октября 2012 года, учитывая положительные результаты выполнения программы летных испытаний (ЛИ) КК «Канопус-В» с КА «Канопус-В» № 1, Государственная комиссия решила завершить ЛИ и сочла возможным принять его в эксплуатацию.

Также 30 ноября 2012 года Межведомственная российско-белорусская комиссия приняла решение завершить этап ЛИ Белорусского космического комплекса с БКА и принять его к использованию по целевому назначению.

На рис. 3 представлен вид КА «Канопус-В» № 1 на орбите [2].

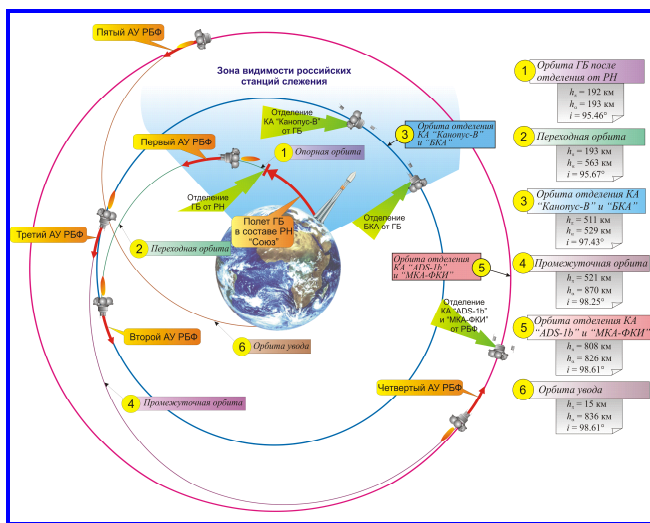


Рис. 2. Схема выведения КА

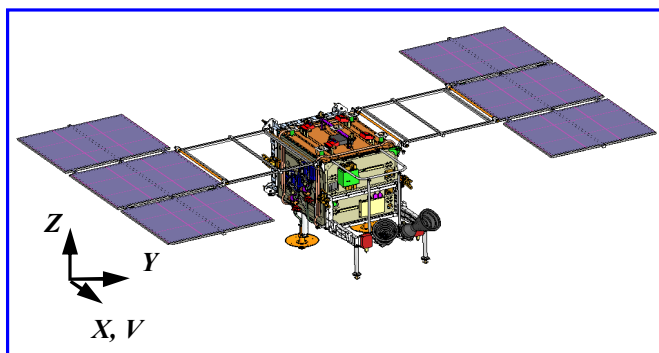


Рис. 3. КА «Канопус-В» № 1

Федеральное космическое агентство России и Национальная академия наук Республики Беларусь, в интересах эффективного решения научных и социально-экономических задач, заключили Соглашение «О порядке и условиях целевого использования и управления орбитальной группировкой ДЗЗ в составе российского космического аппарата «Канопус-В» и Белорусского космического аппарата ДЗЗ».

В рамках данного соглашения космические аппараты «Канопус-В» № 1 и БКА объединены в орбитальную группировку с целью использования

космических аппаратов в рамках международного сотрудничества в интересах устойчивого обеспечения российских и белорусских потребителей данными ДЗЗ требуемого объема и качества.

### Литература

1. Космические аппараты «Канопус-В» № 1 и БКА – пионерская разработка ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ». Специальное приложение к журналу «Российский космос», 2013.
2. Космический комплекс оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» с космическим аппаратом «Канопус-В» № 1. – М. : ФГУП ВНИИЭМ, 2011. – 110 с.

Поступила в редакцию 14.02.2019

*Леонид Алексеевич Макриденко, доктор технических наук, генеральный директор, т. (495) 365-56-10.*

*Сергей Николаевич Волков, доктор технических наук, 1-й заместитель генерального директора, т. (495) 366-42-56.*

*Александр Викторович Горбунов, кандидат технических наук, заместитель генерального директора, т. (495) 623-41-81.*

*(АО «Корпорация «ВНИИЭМ»).*

*Рашид Салихович Салихов, кандидат технических наук, заместитель генерального директора.*

*(АО «ВНИИЭМ»).*

*Владимир Павлович Ходненко, доктор технических наук, главный научный сотрудник, т. (495) 624-94-98.*

*E-mail: vniiem@orc.ru.*

*(АО «Корпорация «ВНИИЭМ»).*

## HISTORY OF DEVELOPMENT OF CANOPUS-V SPACE SYSTEM AND BELARUSIAN SPACE SYSTEM

**L. A. Makridenko, S. N. Volkov, A. V. Gorbunov, R. S. Salikhov, V. P. Khodnenko**

*The article describes the history of development of Canopus-V space system comprising Canopus-V № 1. The history of development of Belarusian space system comprising the Belarusian Satellite (BKA) is also presented. The cooperation of organizations that participated in development of the mentioned satellites, as well as satellite development and ground test milestones are described.*

*The purpose of Canopus-V space system, Belarusian space system and Canopus-V #1 and BKA being a part of these systems is specified. The article focuses on the history of development of a small-size space platform in cooperation with British company SSTL and mission hardware with participation of Belarusian enterprise Peleng JSC.*

*Canopus-V № 1 and BKA have been grouped into an orbital constellation under a special agreement between Russia and the Republic of Belarus in order to enable their use within the framework of international cooperation for the purpose of stable provision of a required amount of high-quality ERS data to Russian and Belarusian users.*

*Canopus-V № 1 and BKA have been successfully launched together with a piggyback payload, placed into operational orbits, and are currently used as intended.*

**Key words:** space system, spacecraft, service platform, mission hardware, monitoring of emergencies, Earth remote sensing, electro-optical equipment, payload, software.

### References

1. Canopus-V № 1 and BKA – pioneering development of ‘VNIIE Corporation’ JSC. Special supplement to journal ‘Russian Space’, 2013.
2. Space system for real-time monitoring of man-made and natural disasters Canopus-V comprising Canopus-V № 1. – М. : FGUE ‘NPP VNIIE’, 2011. – 110 p.

*Leonid Alekseevich Makridenko, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Director General, tel.: +7 (495) 365-56-10.*

*Sergei Nikolaevich Volkov, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), 1<sup>st</sup> Deputy Director General, tel.: +7 (495) 366-42-56.*

**Aleksandr Viktorovich Gorbunov**, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.),  
Deputy Director General, tel.: +7 (495) 623-41-81.  
(JC «VNIEM Corporation»).

**Rashit Salikhovich Salikhov**, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Deputy Director General.  
(JSC «NIEM»).

**Vladimir Pavlovich Khodnenko**, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Chief Researcher,  
tel.: +7 (495) 624-94-98, e-mail: vniem@orc.ru.  
(JC «VNIEM Corporation»).