

Объединенный институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси

*С.А. Кореняко
О.И. Семенов
А.В. Тузиков*

КОСМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ

*Основные результаты
реализации белорусской части
научно-технической программы
Союзного государства
«Космос-НТ»*

Минск
ОИПИ НАН Беларуси
2013

Кореняко, С. А. Космические средства и технологии. Основные результаты реализации белорусской части научно-технической программы Союзного государства «Космос-НТ» / С. А. Кореняко, О. И. Семенков, А. В. Тузиков. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2013. – 114 с. – ISBN 978-985-6744-79-5.

Представлены основные результаты реализации белорусской части программы Союзного государства «Космос-НТ» (2008–2011 гг.) и научно-техническая продукция, созданная белорусскими исполнителями в рамках данной программы, указаны ее основные функциональные свойства и технические характеристики. Даны сведения о потенциальных предприятиях-потребителях, участвовавших в проведении опытной эксплуатации и внедрении полученных результатов, об организациях-исполнителях и соисполнителях заданий, а также информация о полученных охранных документах на созданные объекты интеллектуальной собственности.

Изложенный материал дает представление о научно-техническом потенциале белорусских предприятий, научных учреждений и вузов, занимающихся исследованиями в области космоса, и может быть полезен широкому кругу специалистов, участвующих в создании космических средств и информационных технологий в интересах решения отраслевых задач экономики Беларуси, России и третьих стран, а также студентам высших учебных заведений.

Табл. 1. Ил. 64.

Печатается по решению редакционной коллегии Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, бюро Отделения физики, математики и информатики и редакционно-издательской комиссии Национальной академии наук Беларуси.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор В. В. Муравьев;
доктор технических наук, профессор Г. И. Алексеев

ISBN 978-985-6744-79-5

© Кореняко С. А., Семенков О. И.,
Тузиков А. В., 2013

© Оформление. ГНУ «Объединенный
институт проблем информатики
Национальной академии наук
Беларуси, 2013

1В 445874

ЦНБ им. Я. Коласа
НАН Беларуси

Оглавление

Введение	3
Научно-техническое направление 1. Разработка конструкторской документации, создание и отработка технологий и экспериментальных средств обработки, доведения и ситуационного отображения комплексной информации от космических средств наблюдения и наземного контроля с учетом координатной и временной привязки информации	7
Программное мероприятие 1.1. Разработка конструкторской документации, создание элементов экспериментальных образцов средств доведения комплексной информации от средств космического наблюдения и наземного контроля	7
<i>1.1.1. Проект «Разработка и создание интегрированной географической информационной системы (ИГИС) автоматизированного геокодирования объектов недвижимого имущества, распознавания и классификации видов земель Республики Беларусь на основе использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)»</i>	7
<i>1.1.2. Проект «Разработка комплексной системы мониторинга территорий и объектов нефтехимической и газовой отраслей на базе данных ДЗЗ, наземных средств навигационного и датчикового контроля»</i>	8
<i>1.1.3. Проект «Разработать типовые инструментальные программные средства корпоративной географической информационной системы (ГИС) автоматизированного мониторинга объектов территории на основе материалов ДЗЗ в среде Internet/Intranet»</i>	10
<i>1.1.4. Проект «Разработать и реализовать систему контроля надежности и оперативного аудита наземного сегмента Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ)»</i>	11
<i>1.1.5. Проект «Разработать систему шифрования для защиты информации, передаваемой между космическими аппаратами и наземными станциями управления и приема»</i>	14
<i>1.1.6. Проект «Разработка программно-информационного комплекса создания электронных и бумажных версий тематических фотодокументов по данным ДЗЗ»</i>	16
Программное мероприятие 1.2. Разработка конструкторской документации, создание технологий и экспериментальных программных средств многоцелевой тематической обработки комплексной информации от средств космического наблюдения и наземного контроля с обеспечением коррекции результатов комплексной обработки путем полигонных измерений. Формирование моделей ситуационного отображения и конечных информационных продуктов	17
<i>1.2.1. Проект «Разработать технологию и аппаратно-программный комплекс учета состояния лесного фонда и ресурсной оценки поврежденных насаждений в результате воздействия на них неблагоприятных природно-климатических факторов на основе материалов космической съемки»</i>	17

1.2.2. Проект «Разработать программно-технические средства оценки современного состояния торфяных ресурсов Республики Беларусь с использованием спутниковых данных»	18
1.2.3. Проект «Разработать программный комплекс обработки данных ДЗЗ для решения задач ресурсопользования».....	20
1.2.4. Проект «Разработать экспериментальный образец программно-технического комплекса по выявлению и оценке эрозионных процессов почвенного покрова Республики Беларусь на основе результатов тематической обработки космической информации высокого разрешения и их картографирования»	22
1.2.5. Проект «Разработать и внедрить экспериментальный образец программно-технического комплекса прогнозирования выявления месторождений твердых полезных ископаемых и отдельных нефтегазоперспективных участков на основе космической информации и геолого-геофизических данных с целью наиболее эффективного планирования и проведения геолого-разведочных работ»	24
1.2.6. Проект «Разработать аппаратно-программного комплекса эталонно-калибровочного полигона „Западная Березина“ для наземного сопровождения комплексных подспутниковых экспериментов, в том числе при проведении полетных испытаний и калибровки целевой аппаратуры белорусского космического аппарата».....	26
1.2.7. Проект «Разработать методики и аппаратуру для проведения полетных калибровок белорусских космических аппаратов с разрешением менее 10 м по наземным тестовым объектам»	29
1.2.8. Проект «Разработать методы и программное обеспечение для полетной калибровки спектральной съемочной спутниковой аппаратуры»	30
1.2.9. Проект «Разработать программное и техническое обеспечение для дистанционного контроля оптических параметров атмосферы на тестовых полигонах»	31
1.2.10. Проект «Создание аппаратно-программных средств калибровки целевой аппаратуры и управления целевым функционированием нового белорусского космического аппарата (БКА) и средств приема космической информации с перспективных космических аппаратов»	33
1.2.11. Проект «Разработать и внедрить систему мониторинга крупномасштабных техногенных процессов деформации земной поверхности на основе высокоточных методов дифференциальной спутниковой интерферометрии с использованием систем активных отражателей»	36
1.2.12. Проект «Создать образовательные программы инновационного типа в области исследований и освоения космического пространства»	37
1.2.13. Проект «Разработать экспериментальный программный комплекс генерации текстовых и речевых сообщений для сопровождения процесса обучения в компьютерной сети с использованием системы приема и обработки данных с образовательных микроспутников»	39
Программное мероприятие 1.3. Создание экспериментального мобильного комплекса и малогабаритных мобильных (возимых) станций приема данных от перспективных микроспутников	41

1.3.1. <i>«Разработать систему мониторинга воздушной среды для мобильного комплекса приема космической информации»</i>	41
1.3.2. <i>Проект «Разработать аппаратно-программную систему комбинированного ввода крупноформатных графических документов для мобильного комплекса приема космической информации»</i>	43
Программное мероприятие 1.4. Создание базовых элементов экспериментального распределенного банка данных от космических средств наблюдения	45
1.4.1. <i>Проект «Разработать и создать опытный образец программно-технологической системы распределенного банка данных от космических средств наблюдения на базе современных информационных и телекоммуникационных технологий для эффективного обслуживания потребителей Беларуси и России»</i>	45
1.4.2. <i>Проект «Программный комплекс для решения задач оценки информативности и поиска спутниковых изображений в базе данных по образцу»</i>	46
1.4.3. <i>Проект «Разработать и реализовать проект модернизации и развития телекоммуникационной подсистемы территориально распределенного аппаратно-программного комплекса обеспечения космической информацией потребителей России и Беларуси»</i>	49
Программное мероприятие 1.5. Разработка экспериментальных образцов телематической аппаратуры контроля состояния подвижных и стационарных объектов	50
1.5.1. <i>Проект «Разработать экспериментальные образцы телематической аппаратуры контроля состояния подвижных и стационарных объектов»</i>	50
Научно-техническое направление 2. Разработка конструкторской документации и создание экспериментального образца унифицированной микроспутниковой платформы и экспериментальной модели микроспутника нового поколения на основе перспективных технологий, обеспечивающих повышенный, не менее 10 лет, срок активного существования	53
Программное мероприятие 2.1. Разработка и изготовление экспериментального образца унифицированной микроспутниковой платформы, комплекса бортовых обеспечивающих систем и экспериментальной модели микроспутника в целом	53
2.1.1. <i>Проект «Выполнить экспериментально-теоретические исследования в обеспечение разработки теплораспределительных покрытий для космических аппаратов»</i>	53
2.1.2. <i>Проект «Разработка и изготовление экспериментального образца магнитоизмерительной подсистемы для спектрометрического аппаратного комплекса и систем сброса кинетического момента с космических аппаратов»</i>	54

<i>2.1.3. Проект «Комплекс инструментальных программных средств автоматизированного проектирования испытательных стендов и компьютерного моделирования наземных испытаний конструкций космической техники (виртуальный стенд)»</i>	55
Программное мероприятие 2.2. Создание экспериментального образца бортового комплекса управления микроспутником нового поколения с повышенным сроком активного существования	57
<i>2.2.1. Проект «Разработать и создать экспериментальный образец малогабаритной адаптивной бесплатформенной инерциальной навигационной системы»</i>	57
Программное мероприятие 2.3. Создание экспериментальных образцов энергоэффективных маломассогабаритных двигателей коррекции орбиты микроспутника нового поколения с повышенными ресурсными характеристиками	58
<i>2.3.1. Проект «Создание лазерно-оптического и мишенного блоков экспериментального образца лазерно-плазменного двигателя для коррекции орбиты микроспутника нового поколения»</i>	58
Программное мероприятие 2.4. Создание экспериментальных образцов бортовых специальных оптико-электронных комплексов для микроспутников нового поколения с повышенным сроком активного существования	60
<i>2.4.1. Проект «Диагностика и мониторинг околоземной плазмы в радиочастотном и оптическом диапазонах для обнаружения и предупреждения чрезвычайных ситуаций и катастроф природного и техногенного происхождения» («Диагностика»)</i>	60
<i>2.4.2. Проект «Разработать методы, алгоритмы и программные средства моделирования спутниковой радиотомографической системы мониторинга ионосферы в целях повышения возможностей радиосвязи и прогнозирования природных явлений»</i>	61
Программное мероприятие 2.5. Создание аппаратно-программных комплексов экспериментальной отработки модели микроспутника нового поколения	63
<i>2.5.1. Проект «Разработать программно-аппаратные средства автоматической реконструкции трехмерных сцен по нескольким изображениям»</i>	63
<i>2.5.2. Проект «Разработка технологии и программных средств стереовизуализации 3D-моделей космической аппаратуры и данных дистанционного зондирования»</i>	65
<i>2.5.3. Проект «Разработать программное обеспечение для оперативной совместной обработки данных гиперспектрометров и многозональных съемочных систем высокого пространственного разрешения с целью восстановления оптических характеристик аэрозольной атмосферы и поверхности Земли»</i>	66

2.5.4. Проект «Разработать и создать малогабаритный магнитометр для проведения исследований магнитных полей в космическом пространстве и многослойный пленочный экран для обеспечения электромагнитной совместимости бортовой аппаратуры»	68
2.5.5. Проект «Разработать универсальный программный комплекс для обеспечения моделирования тепловых режимов космических аппаратов негерметичного исполнения в условиях орбитального полета вокруг Земли»	69
Научно-техническое направление 3. Разработка технологической и конструкторской документации и создание экспериментальных образцов микроэлектронных элементов и плат, микродвигателей, радиационно стойких источников питания и элементов специальной и обеспечивающей аппаратуры с улучшенными техническими характеристиками и малым энергопотреблением для применения в негерметичных отсеках микроспутника в условиях воздействия факторов космического пространства	71
Программное мероприятие 3.1. Создание и отработка экспериментальных бортовых и обеспечивающих их функционирование образцов наземной аппаратуры и программных средств для высокоскоростного приема, обработки и передачи информации	71
3.1.1. Проект «Создание инструментальных программных средств и прикладных библиотек блочно-параллельной обработки многомерных космических изображений»	71
3.1.2. Проект «Разработать комплект оборудования для многозональной цифровой оптической экспериментальной аппаратуры регистрации изображений и измерения температурных полей объектов»	72
3.1.3. Проект «Создание аппаратно-программных средств высокоэффективной обработки целевой информации нового белорусского космического аппарата»	74
Программное мероприятие 3.2. Проведение научных исследований и создание экспериментальных образцов радиационно стойких микроэлектронных элементов и аппаратуры с повышенным ресурсом эксплуатации для применения в негерметичных отсеках микроспутника	76
3.2.1. Проект «Разработка и изготовление базового матричного кристалла на 20 000 элементов на основе радиационно стойкой технологии «кремний на изоляторе»»	76
3.2.2. Проект «Разработать методы проектирования, ориентированные на снижение энергопотребления и повышение радиационной устойчивости цифровых интегральных микросхем»	77
3.2.3. Проект «Разработать методы проектирования, ориентированные на повышение радиационной устойчивости цифровых интегральных микросхем»	79
3.2.4. Проект «Разработать схемы, устройства и методики моделирования процесса взаимодействия потоков космической пыли с элементами микроэлектроники, создать экспериментальные образцы экранов из композиционного материала для защиты интегральных микросхем, применяемых в космических летательных аппаратах»	80

Программное мероприятие 3.3. Создание и экспериментальная отработка новых приборов, материалов, базовых технологий, унифицированных схемотехнических решений, разработка и создание оборудования для обеспечения движения и функционирования перспективного микроспутника	82
<i>3.3.1. Проект «Разработать экспериментальную аппаратуру программного наведения для оснащения высокоточного кинотеодолига “Висмутин” в целях получения измерительной и видеоинформации при неблагоприятных для наблюдения метеоусловиях»</i>	<i>82</i>
<i>3.3.2. Проект «Разработать метод и оборудование для многоциклового экспресс-контроля трибологических и адгезионных свойств покрытий и миниатюрных элементов космической техники в вакууме»</i>	<i>83</i>
<i>3.3.3. Проект «Разработать антифрикционные и конструкционные материалы узлов космической техники, высокомоментный электрический привод на их основе, методические, аппаратно-программные средства и оборудование для триботехнических испытаний в открытом космосе и наземных имитационных условиях»</i>	<i>84</i>
<i>3.3.4. Проект «Создать методики и средства контроля толщины специальных покрытий в технологических циклах изготовления ракетных двигателей»</i>	<i>87</i>
<i>3.3.5. Проект «Разработать технологию и конструкции $Cu(In,Ga)(Se,S)_2$ тонкопленочных солнечных элементов на гибких подложках для космических аппаратов»</i>	<i>89</i>
<i>3.3.6. Проект «Разработать и изготовить аппаратуру для тестирования солнечных элементов и провести испытания пленок $Cu(In,Ga)(Se,S)_2$ и солнечных элементов на их основе»</i>	<i>90</i>
<i>3.3.7. Проект «Разработка и программная реализация нейросетевой архитектуры, методов и алгоритмов для прототипа системы контроля телеметрической информации и диагностики подсистем космических аппаратов»</i>	<i>92</i>
<i>3.3.8. Проект «Разработать прототип программной нейросетевой системы контроля телеметрической информации для диагностики подсистем космических аппаратов»</i>	<i>93</i>
<i>3.3.9. Проект «Разработка информационно-аналитической системы для интеллектуального поиска и обработки научно-технической информации по космической тематике»</i>	<i>96</i>
<i>3.3.10. Проект «Разработать экспериментальный программный комплекс для создания кластерных технологий в задачах обработки спутниковых данных»</i>	<i>97</i>
<i>3.3.11. Проект «Создать систему сертификации телеметрической аппаратуры контроля состояния подвижных и стационарных объектов»</i>	<i>98</i>
Программное мероприятие 3.4. Разработка и создание научной бортовой аппаратуры и программных средств для перспективного микроспутника в интересах проведения исследования космического пространства и земной атмосферы	100

3.4.1. Проект «Разработка и создание экспериментального образца блока сбора и обработки информации научного спектрометрического аппаратного комплекса для мониторинга радиационной обстановки и космической погоды с космических аппаратов».....	100
3.4.2. Проект «Разработать и изготовить экспериментальный образец бортовой аппаратуры синтеза и предварительной обработки изображений ИК-диапазона спектра в реальном масштабе времени».....	101
3.4.3. Проект «Разработать и создать новое поколение миниатюрных датчиков статического электричества на основе микроэлектромеханических систем из анодного оксида алюминия для систем защиты электронного оборудования»	103
Заключение	105

Научное издание

**Коренько Сергей Анатольевич
Семенов Олег Игнатьевич
Тузиков Александр Васильевич**

**КОСМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ
Основные результаты реализации белорусской
части научно-технической программы
Союзного государства «Космос-НТ»**

**Ответственный за выпуск Н. А. Рудая
Редактор С. С. Мойсейчик
Корректор А. А. Михайлова**

Подписано в печать 15.05.2013. Формат 60x84¹/16. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 6,5. Уч.-изд. л. 7,8. Тираж 100 экз. Заказ 3.

Издатель и полиграфическое оформление: государственное
научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси».

ЛИ № 02330/0549421 от 08.04.2009.
Ул. Сурганова, 6, 220012, Минск

