

С. А. Золотой, А. В. Косило, А. А. Ставров, И. Б. Страшко

*Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы»,
Минск, Беларусь*

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕЛОРУССКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Обсуждаются возможности улучшения характеристик Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли, вытекающие из реализации ее многоуровневой информационно-интегрированной структуры. Предлагаемая конфигурация многоуровневого информационного комплекса включает в себя помимо традиционных космического и наземного сегментов также авиационный и дополнительный наземный сегменты. При этом авиационный сегмент может содержать как пилотируемые, так и беспилотные летательные аппараты различных типов, оснащенные необходимой целевой аппаратурой, а дополнительный наземный сегмент – спутниковую систему точного позиционирования. В качестве примера рассмотрен прогноз информационных возможностей такого комплекса при решении геодезических задач.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, Белорусский космический аппарат, Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли, космический сегмент, авиационный сегмент, наземный сегмент, многоуровневый информационный комплекс.

S. A. Zolotoy, A. V. Kosilo, A. A. Stavrov, I. B. Strashko

Scientific and Engineering Republican Unitary Enterprise «Geoinformation Systems», Minsk, Belarus

SOME WAYS OF IMPROVING OF BELARUSIAN SPACE SYSTEM OF EARTH REMOTE SENSING

The article discusses the possibility of improving the characteristics of the Belarusian space system of Earth remote sensing resulting from the implementation of multilevel information-integrated structure. The statement of this problem is related to the limitations that are typical for the shooting of the Earth's surface from space, caused by both natural (insufficient viewability), and technical (inadequate recording equipment) factors. The proposed configuration of the multi-level information complex includes, besides the traditional space and ground segments, also an aviation segment and another supplementary ground measuring segment. And the aviation segment can contain both manned and unmanned aerial vehicles of different kinds, equipped with the necessary target equipment, and the supplementary ground segment – the system of accurate positioning. The main technical characteristics of the target devices that can be used to implement the complex are considered. As an example, the forecast of information capabilities of the complex for the solution of geodetic problems was considered: integration of such heterogeneous information resources at the stages of issue of the flight missions and complex data processing can significantly increase the likelihood of obtaining the necessary information for consumers.

Keywords: Earth remote sensing, Belarusian spacecraft, the Belarusian space system of Earth remote sensing, space segment, aviation segment, ground segment, multi-level information complex.

Введение. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – одно из важнейших и интенсивно развивающихся направлений космической деятельности. В настоящее время существенный объем информации о земной поверхности и локализованных на ней объектах получают благодаря регистрации их изображений в оптическом и микроволновом диапазонах спектра. Многолетний международный опыт практического использования результатов ДЗЗ позволяет предполагать, что с течением времени этот объем будет только увеличиваться, а совершенствование аппаратуры и методов получения космических данных обеспечит заметное расширение их информативности.

Активным участником данных процессов является Республика Беларусь: 22 июля 2012 г. успешно выведен на орбиту Белорусский космический аппарат (БКА), входящий в состав Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ). В ноябре-декабре 2013 г. после полного цикла летных испытаний БКА и БКСДЗ введены в эксплуатацию. Национальным оператором БКСДЗ определено Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие (НИРУП) «Геоинформационные системы» НАН Беларуси.

На працяжэнні всего срока существования БКСДЗ растёт число потребителей информации, получаемой с её помощью. Например, в 2015 г. услугами БКСДЗ воспользовались 24 организации из 11 министерств и ведомств Республики Беларусь, а также значительное количество внешних потребителей. Вместе с увеличением числа пользователей развиваются геоинформационные технологии, базирующиеся на космических данных, повышаются качество и оперативность решений, принимаемых на их основе.

Однако практика взаимодействия НИРУП «Геоинформационные системы» с различными потребителями космической информации показала, что для оперативного решения практических задач данных ДЗЗ, получаемых с помощью БКА, не всегда достаточно. Особенно это характерно для ситуаций, связанных, например, с необходимостью проведения срочных масштабных наблюдений при закрытой мощным слоем облаков поверхности Земли. Среди других причин, нередко затрудняющих получение высококачественной информации, следует отметить низкую различимость из космоса изображений облаков и снежного покрова, недостаточное для ряда задач пространственное и спектральное разрешение целевой аппаратуры, невысокую периодичность получения информации и её значительную стоимость.

Перспективным способом решения данных проблем может стать реализация многоуровневой структуры БКСДЗ, состоящей из традиционных космического и наземного, а также авиационного и дополнительного наземного сегментов.

Целью настоящей работы является обоснование целесообразности создания такой структуры на примере одной из наиболее востребованных практических задач – геодезических измерений, являющихся основой для топографо-картографического, кадастрового, природоохранного и других важных применений.

Основные результаты. Существующая БКСДЗ содержит два крупных взаимно интегрированных аппаратно-программных сегмента – космический и наземный. Первый из них представлен БКА с пространственными разрешениями 2,1 м (панхроматический канал) и 10,5 м (цветные каналы), обеспечивающими получение оптических изображений поверхности Земли в видимом и частично ближнем инфракрасном диапазонах спектра [1]. Наземный сегмент включает в себя средства управления спутником, получения, обработки, хранения и распространения космических данных. Кроме того, он обеспечивает согласованное функционирование БКА и российского космического аппарата (КА) «Канопус-В №1» [2] в составе российско-белорусской орбитальной группировки.

Развитие методов и средств ДЗЗ осуществляется, прежде всего, за счет создания специализированных КА. Данные, получаемые с помощью спутников ДЗЗ, условно можно классифицировать по пространственному разрешению (табл. 1) и спектральному диапазону (табл. 2).

В соответствии с данной классификацией развитие космического сегмента БКСДЗ на текущем этапе целесообразно осуществлять за счет создания нового отечественного КА ДЗЗ сверхвысокого (панхроматический канал) и высокого (цветные каналы) разрешений. В табл. 3 представлены некоторые важные рабочие характеристики эксплуатируемого образца БКА и разрабатываемого в настоящее время перспективного КА. Подобное совершенствование позволит существенно (более чем в 4 раза) повысить пространственное разрешение целевой аппаратуры, что положительно скажется на перечне и информационном уровне решаемых геодезических задач.

Предварительная проработка технических путей развития авиационного сегмента БКСДЗ осуществлена в 2015–2016 гг. в инициативном порядке НИРУП «Геоинформационные системы» совместно с предприятиями Министерства лесного хозяйства, Государственного комитета по имуществу, Государственного пограничного комитета. Изучались возможности комплексного

Т а б л и ц а 1. Пространственное разрешение КА ДЗЗ

Степень разрешения	Величина разрешения, м
Низкая	> 10
Средняя	2,5–10
Высокая	1–2,5
Сверхвысокая	< 1

Т а б л и ц а 2. Спектральные диапазоны КА ДЗЗ

Спектральный канал	Диапазон длин волн, мкм	Источник излучения	Измеряемая характеристика
Видимый	0,4–0,7	Солнце (пассивная система)	Отражательная способность
Ближний инфракрасный	0,7–1,1; 1,1–1,35; 1,4–1,8; 2,0–2,5	Солнце (пассивная система)	Отражательная способность
Средний инфракрасный	3–4; 4,5–5	Солнце (пассивная система); источники тепла (пассивная система)	Отражательная способность; температура
Дальний инфракрасный	8–9,5; 10–14	Источники тепла (пассивная система)	Температура
Микроволновый	> 1000	Источники тепла (пассивная система); собственное излучение (активная система)	Температура (пассивная система); рельеф местности (активная система)

Т а б л и ц а 3. Рабочие характеристики БКА и перспективного КА ДЗЗ

Параметр	БКА		Перспективный КА	
	Спектральный режим съемки			
	Панхроматический	Мультиспектральный	Панхроматический	Мультиспектральный
Рабочий диапазон длин волн, мкм	0,54–0,86	0,46–0,52 (синий); 0,51–0,60 (зеленый); 0,63–0,69 (красный); 0,75–0,84 (ближний ИК)	0,54–0,86	0,46–0,52 (синий); 0,51–0,60 (зеленый); 0,63–0,69 (красный); 0,75–0,84 (ближний ИК)
Пространственное разрешение, м	2,1	10,5	0,5	2,0
Ширина полосы съемки, км	23	20	18	23
Возможность получения стереопары	да (с разных витков)		да (на одном витке)	
Радиометрическое разрешение, бит	12		12	

использования данных ДЗЗ, получаемых с помощью штатной целевой аппаратуры БКА, а также фоторегистрирующих систем, устанавливаемых на пилотируемых и беспилотных авиационных носителях.

В табл. 4 представлены основные характеристики аэрофотосъемочного аппарата Leica ADS100 [3], обеспечивающего сверхвысокое пространственное разрешение с борта пилотируемого летательного аппарата (самолета, вертолета).

Более детальное, чем в случае пилотируемой авиации, пространственное разрешение (единицы сантиметров), а также предельно высокая оперативность съемки могут быть реализованы

Т а б л и ц а 4. Характеристики целевой аппаратуры Leica ADS100 для пилотируемой авиации

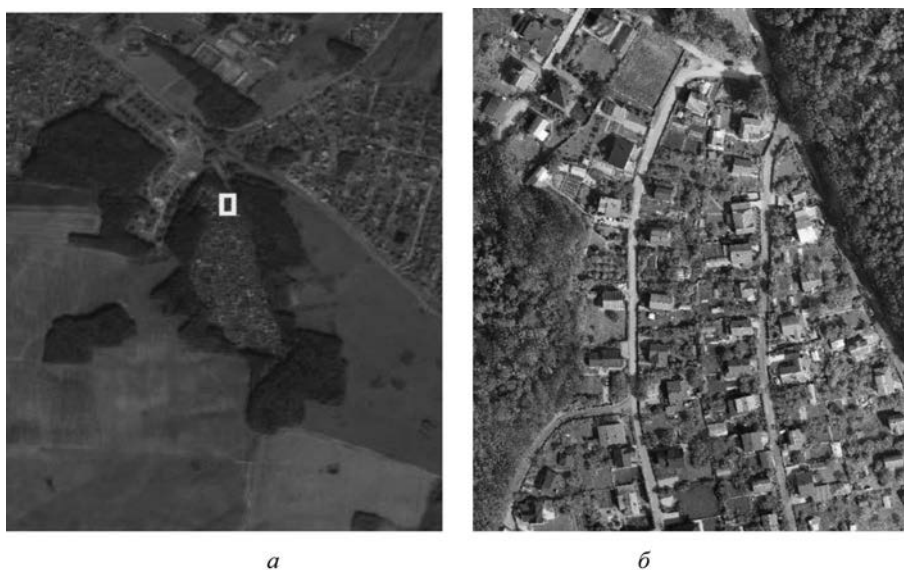
Параметр	Величина
Пространственное разрешение, м	> 0,04
Ширина полосы фотосъемки, м	≥ 800
Рабочие спектральные диапазоны, мкм	0,435–0,495 (синий) 0,525–0,585 (зеленый) 0,619–0,651 (красный) 0,808–0,882 (ближний ИК)
Радиометрическое разрешение, бит	12

при использовании в качестве носителей целевой аппаратуры беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) самолетного и вертолетного (мультироторного) типов [4]. Весьма перспективным является применение БПЛА белорусского производства [5], для которых возможно создание сверхлегких отечественных цифровых фоторегистраторов с варьируемыми в процессе полета или наземного обслуживания параметрами [6–8]. Экспериментальная отработка (включая лабораторные и полевые условия) основных модулей, обеспечивающих реализацию данного информационного уровня, осуществляется в НИРУП «Геоинформационные системы» в инициативном порядке со середины 2015 г.

На рисунке *а, б* в качестве примера представлены снимки поверхности Земли, зарегистрированные с помощью космического и авиационного беспилотного носителей целевой регистрирующей аппаратуры. Полученные изображения продемонстрировали высокую информативность и взаимную дополняемость, обеспечивающие существенное расширение перечня реализуемых геодезических форматов, прежде всего, мелкомасштабных с характерным для них высоким пространственным разрешением. Кроме того, высокая маневренность авиационных (пилотируемых и беспилотных) носителей по высоте, скорости и курсу позволяет варьировать параметры съемки в достаточно широких пределах, что заметно расширяет информационные возможности БКСДЗ в неблагоприятных для космической съемки условиях.

Для оптимизации информационных возможностей всех перечисленных сегментов усовершенствованной БКСДЗ, достижения при этом необходимых для геодезических измерений предельно высоких точностных характеристик может быть эффективно использована действующая в Республике Беларусь спутниковая система точного позиционирования (ССТП), покрывающая в настоящее время почти всю территорию страны [9]. Информация, выдаваемая ССТП, позволит существенно уточнить данные бортовых навигационных систем всех рассматриваемых информационных уровней. У НИРУП «Геоинформационные системы» имеется необходимый научно-технический задел в области создания подобных сложных аппаратно-программных средств.

В целом результаты натурных исследований и численных оценок показывают, что в интересах государства (для решения целевых задач министерств, ведомств, региональных органов управления) и коммерческих потребителей в качестве приоритетного направления развития БКСДЗ следует рассматривать создание авиакосмического многоуровневого информационного комплекса (МИК) ДЗЗ. При этом имеется возможность практически полного использования технических решений, реализованных в составе существующей БКСДЗ. В совокупности это обеспечит высокую оперативность и полноту решения большинства прикладных задач, повышение качества и снижение стоимости оказываемых услуг.



Снимок поверхности Земли, зарегистрированный целевой аппаратурой БКА (*а*), и его выделенный фрагмент, полученный с помощью БПЛА (*б*)

В условиях практической реализации МИК ДЗЗ следует выделять четыре базовых информационных уровня аэрокосмического мониторинга.

Уровень 1 (данные ДЗЗ, получаемые из ресурсов существующей БКСДЗ). Такие данные предоставляются в настоящее время БКА [1] и частично российским КА «Канопус-В № 1» [2]. Оба спутника имеют схожие характеристики, а получаемые с их помощью снимки соответствуют масштабам 1:25000 и мельче при обновлении тематических картографических материалов, а также 1:50000 и мельче при обновлении государственных топографических и навигационных карт.

Помимо названных КА Национальным оператором БКСДЗ предоставляются также свободно распространяемые данные с метеорологических спутников NOAA [10] и Terra [11] при возможности дальнейшего расширения их перечня. Такие сведения поступают регулярно и обеспечивают потребителей актуальной информацией как на территорию Республики Беларусь, так и на прилегающие территории. Информация с этих спутников интенсивно и результативно используется в повседневной деятельности Государственным учреждением «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» и Государственным учреждением «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Планируемые более высокие технические характеристики перспективного КА дадут возможность МИК ДЗЗ решать задачи, связанные с мониторингом объектов местности, по точности эквивалентные масштабу топографических карт не хуже 1:5000.

Уровень 2 (данные ДЗЗ, получаемые с помощью аэрофотосъемочной аппаратуры, устанавливаемой на пилотируемых авиационных носителях). Эти данные соответствуют картографическому масштабу до 1:1000 при использовании имеющейся аэрофотосъемочной аппаратуры Leica ADS100 [3]. Такая фотосъемка выполняется РСХАУП «БелПСХАГИ» Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь в плановом порядке, а получаемая информация применяется в основном для создания (обновления) картографических основ государственных кадастровых систем: земельного кадастра, кадастра недвижимости, лесоустроительного кадастра и др. Главная задача на этом уровне – оптимальная интеграция получаемой информации (включая метаданные) в общую базу авиакосмических данных при обеспечении доступа к ней установленным порядком всем участникам проекта и другим заинтересованным потребителям.

Уровень 3 (данные ДЗЗ, получаемые с помощью аппаратуры, размещаемой на беспилотных летательных аппаратах). Современные БПЛА могут оснащаться малогабаритным аэрофотосъемочным оборудованием, а также средствами высокоточного позиционирования и управления полетом [6]. В качестве целевой аппаратуры используются новейшие фотографические и видеосъемочные устройства высокого разрешения, в том числе мультиспектральные [7], а также тепловизоры и датчики различных физических величин. В настоящее время в Республике Беларусь создан типоряд современных многофункциональных БПЛА взлетной массой от 8 до 200 кг [5], пригодных для размещения как существующей, так и вновь разрабатываемой специализированной фотосъемочной аппаратуры.

Данные, получаемые с помощью БПЛА, можно характеризовать как исключительно оперативные при сверхвысоком пространственном разрешении. Геодезическую фотосъемку целесообразно проводить на относительно небольших площадях либо применительно к узким протяженным объектам. Основные решаемые задачи – мониторинг местности и объектов в реальном масштабе времени и геоструктурирование территорий путем использования координат глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС/GPS/BeiDou/Galileo). Ортофотопланы, реализуемые по материалам таких съемок, соответствуют картографическому масштабу до 1:500.

Уровень 4 (данные ДЗЗ, получаемые с применением спутниковой системы точного позиционирования). При выполнении геодезических работ ССТП обеспечивает определение (уточнение) координат наземных объектов в реальном времени со средней квадратической погрешностью 2 см в плане и 3 см по высоте [10]. Система планомерно развивается: в настоящее время она содержит около 90 постоянно действующих пунктов, покрывающих примерно 85% площади страны.

В целом данные, предоставляемые МИК ДЗЗ, могут стать базовым источником информации при решении следующих геодезических задач (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Перечень геодезических задач, решаемых МИК ДЗЗ

Решаемая задача	Масштаб	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
Создание и обновление топографических карт	1:10000	+	+	+
	1:25000	+	+	
	1:50000	+		
	1:100000	+		
Создание и обновление топографических планов населенных пунктов	1:500			+
	1:1000		+	+
	1:2000		+	+
	1:5000		+	+
	1:10000	+	+	+
	1:25000	+	+	
Земельный кадастр. <i>Инвентаризация земель районов. Создание и обновление плано-картографической основы землеустроительных карт и планов</i>	1:2000		+	+
	1:10000	+	+	+
	1:50000	+		
Градостроительный кадастр. <i>Инженерные изыскания. Создание и обновление плано-картографической основы планов детальной планировки, генеральных планов населенных пунктов, территориального планирования</i>	1:500			+
	1:2000		+	+
	1:5000		+	+
	1:10000	+	+	+
	1:50000	+		
Кадастр недвижимости. <i>Создание и обновление плано-картографической основы для кадастра недвижимости, адресного реестра</i>	1:2000		+	+
	1:10000	+	+	+
Лесоустроительный кадастр. <i>Создание и обновление лесоустроительных планов. Оперативный мониторинг лесов</i>	1:10000	+	+	+
	1:50000	+		
Создание и обновление картографической основы особо охраняемых природных территорий	1:10000	+	+	+
	1:50000	+		
Оперативный мониторинг паводкоопасных и пожароопасных территорий	1:50000	+		
	1:100000	+		
Экологический мониторинг суши, акваторий, выявление источников загрязнений окружающей среды	1:10000	+	+	+
	1:25000	+	+	
	1:50000	+		
	1:100000	+		
Моделирование чрезвычайных ситуаций	1:10000	+	+	+
	1:50000	+		
	1:100000	+		
	1:200000	+		

Заключение. Созданный к настоящему времени в НИРУП «Геоинформационные системы» научно-технический задел позволит реализовать все необходимые информационные уровни МИК ДЗЗ. Комплексное использование данных аэрокосмического мониторинга в рамках единой системы приведет к существенному расширению рынков сбыта получаемых геоинформационных продуктов. При этом требуется создание нормативно-правовой базы, регламентирующей взаимодействие всех уровней нового комплекса.

Обеспечение органов государственного управления единой геопространственной основой, реализуемой с помощью МИК ДЗЗ, исключит дублирование работ и обеспечит единый источник взаимно согласованной информации при подготовке управленческих решений. В сочетании с информацией космического сегмента (прежде всего, орбитальной группировки КА) МИК ДЗЗ обеспечит оперативную и высоко достоверную информацию о наблюдаемых объектах и явлении-

ях, что повысит качество решений, принимаемых на основе разнородных данных как на территории Республики Беларусь, так и за ее пределами.

Для снижения затрат на разработку и повышения качества предоставляемых услуг целесообразно установить государственное регулирование процессов получения и использования данных МИК ДЗЗ. Комплекс должен быть не конкурирующим, а взаимно интегрированным с существующими ведомственными информационными системами. Это позволит дополнить и существенно расширить его функционально-информационные возможности. Кроме того, появится возможность предоставлять услуги электронного доступа к геопространственной информации МИК ДЗЗ заинтересованным органам государственного и местного управления, юридическим и физическим лицам посредством сети Интернет с использованием геоинформационных технологий, а также обеспечивать субъекты хозяйствования едиными геопространственными данными при создании и обновлении планово-картографических материалов и ведении различных кадастровых систем с учетом действующего законодательства Республики Беларусь.

Список использованных источников

1. Белорусский космический аппарат (БКА) [Электронный ресурс] // Научный центр оперативного мониторинга Земли. – Режим доступа: <http://gis.by/ru/tech/bka>. – Дата доступа: 25.05.2016.
2. Канопус-В [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <http://ru.cyclopaedia.net/wiki/Канопус-В>. – Дата доступа: 26.05.2016.
3. Зинченко, О. Н. Цифровые камеры для топографической аэрофотосъемки [Электронный ресурс] / О. Н. Зинченко / Ракурс: программные решения в области геоинформатики, цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования Земли. – Режим доступа: <http://www.racurs.ru/?pa-ge=784>. – Дата доступа: 24.05.2016.
4. Зинченко, О. Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования [Электронный ресурс] / О. Н. Зинченко / Ракурс: программные решения в области геоинформатики, цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования Земли. – Режим доступа: <http://www.racurs.ru/?page=681>. – Дата доступа: 24.05.2016.
5. Список беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 26.05.2016.
6. Мультиспектральная камера Tetracam Mini-MCA 6 для беспилотника Суперкам [Электронный ресурс] // Съемка с воздуха. – Режим доступа: <http://съемкасвоздуха.рф/bespilotniki-bpla/poleznaya-nagruzka/tetracam-mini-mca-6.html>. – Дата доступа: 26.05.2016.
7. Multispectral Camera [Electronic resource] // Leptron Unmanned Aircraft Systems, Inc. – Mode of access: http://www.leptron.com/pdf/rededge_camera.pdf – Date of access: 25.05.2016.
8. Parrot Sequoia [Electronic resource] // AIRINOV. – Mode of access: <http://www.airinov.fr/en/uav-sensor/parrot-sequoia/> – Date of access: 26.05.2016.
9. Услуги точного позиционирования [Электронный ресурс] // УП «Белазрокосмогеодезия». – Режим доступа: <http://geo.by/ru/for-organizations/precise-positioning-service>. – Дата доступа: 26.05.2016.
10. NOAA, Satellite Missions [Electronic resource] // Satellite and information service, National Oceanic and Atmospheric Administration. – Mode of access: http://www.nesdis.noaa.gov/about_satellites.html. – Date of access: 26.05.2016.
11. Terra [Electronic resource] // NASA. – Mode of access: http://www.nasa.gov/mission_pages/terra/spacecraft/index.html. – Date of access: 26.05.2016.

References

1. Nauchnyi tsentr operativnogo monitoringa Zemli [Research Center for Earth Operative Monitoring], "Belarusian spacecraft (BKA)", Available at: <http://gis.by/ru/tech/bka>, (Accessed 25.05.2016).
2. Wikipedia, "Kanopus-V", Available at: <http://ru.cyclopaedia.net/wiki/Канопус-В>, (Accessed 26.05.2016).
3. Zinchenko, O.N. *Rakurs: programmnye resheniya v oblasti geoinformatiki, tsifrovoy fotogrammetrii i distantsionnogo zondirovaniya Zemli* [Perspective: software solutions in the field of geoinformatics, digital photogrammetry and remote sensing], "Digital cameras for aerial topographic", Available at: <http://www.racurs.ru/?pa-ge=784>, (Accessed 24.05.2016).
4. Zinchenko, O.N. *Rakurs: programmnye resheniya v oblasti geoinformatiki, tsifrovoy fotogrammetrii i distantsionnogo zondirovaniya Zemli* [Perspective: software solutions in the field of geoinformatics, digital photogrammetry and remote sensing], "UAV: the application for the purpose of aerial photography for mapping", Available at: <http://www.racurs.ru/?page=681>, (Accessed 24.05.2016).
5. Wikipedia, "List of unmanned aerial vehicles", Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>, (Accessed 26.05.2016).
6. S'emka s vozdukhа, "Multispectral Camera Tetracam Mini-MCA 6 for drone Superkam", Available at: <http://съемкасвоздуха.рф/bespilotniki-bpla/poleznaya-nagruzka/tetracam-mini-mca-6.html>, (Accessed 26.05.2016).
7. Leptron Unmanned Aircraft Systems, Inc, "Multispectral Camera", Available at: http://www.leptron.com/pdf/rededge_camera.pdf, (Accessed 25.05.2016).

8. AIRINOV, "Parrot Sequoia", Available at: <http://www.airinov.fr/en/uav-sensor/parrot-sequoia/>, (Accessed 26.05.2016).
9. UP "Belaerokosmogeodeziya" [UE «Belaerokosmogeodeziya»], "Precise positioning service", Available at: <http://geo.by/ru/for-organizations/precise-positioning-service>, (Accessed 26.05.2016).
10. Satellite and information service, National Oceanic and Atmospheric Administration, "NOAA, Satellite Missions", Available at: http://www.nesdis.noaa.gov/about_satellites.html, (Accessed 26.05.2016).
11. NASA, "Terra", Available at: http://www.nasa.gov/mission_pages/terra/spacecraft/index.html, (Accessed 26.05.2016).

Информация об авторах

Золотой Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, директор. Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси (220012, г. Минск, ул. Сурганова, 6, Беларусь). E-mail: gis@gis.by

Косило Андрей Владимирович – начальник отдела автоматизированных картографических систем. Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси (220012, г. Минск, ул. Сурганова, 6, Беларусь). E-mail: andrei.kosilo@gmail.com

Ставров Александр Афанасьевич – доктор физико-математических наук, профессор, ученый секретарь. Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси (220012, г. Минск, ул. Сурганова, 6, Беларусь). E-mail: a.stavrov@mail.ru

Страшко Игорь Болеславович – заместитель директора по производству. Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси (220012, г. Минск, ул. Сурганова, 6, Беларусь). E-mail: igor.strashko@gmail.com

Для цитирования

Некоторые пути совершенствования Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли / С. А. Золотой [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2016. – № 4. – С. 113–120.

Information about the authors

Zolotoy Sergey Anatolievich – Ph. D. (Engineering), Director. Scientific and Engineering Republican Unitary Enterprise «Geoinformation systems» of the National Academy of Sciences of Belarus (6, Surganova str, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: gis@gis.by

Kosilo Andrey Vladimirovich – Head of Department. Scientific and Engineering Republican Unitary Enterprise «Geoinformation systems» of the National Academy of Sciences of Belarus (6, Surganova str, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: andrei.kosilo@gmail.com

Stavrov Aleksandr Afanasievich – D. Sc. (Physics and Mathematics), Professor, Scientific Secretary. Scientific and Engineering Republican Unitary Enterprise «Geoinformation systems» of the National Academy of Sciences of Belarus (6, Surganova str, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: a.stavrov@mail.ru

Strashko Igor Boleslavovich – Deputy Director for Production. Scientific and Engineering Republican Unitary Enterprise «Geoinformation systems» of the National Academy of Sciences of Belarus (6, Surganova str, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: igor.strashko@gmail.com

For citation

Zolotoy S. A., Kosilo A. V., Stavrov A. A., Strashko I. B. Some ways of improving of Belarusian space system of Earth remote sensing. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, physical-technical series. 2016. no. 4, pp. 113–120.