

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА В РОССИИ



НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ
РЕГУЛИРОВАНИЕ

ОРБИТАЛЬНАЯ
ГРУППИРОВКА

НАЗЕМНАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА



Не сворачивает ТОТ, КТО СМОТРИТ НА ЗВЕЗДЫ!

Леонардо да Винчи



ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР ВЫПУСКА:
Г.Г. Язерян

ДИЗАЙН И ВЕРСТКА:
С.В. Копылова, М.В. Баранова

Адрес редакции:
127490, Москва, ул. Декабристов, вл. 51, стр. 25
Тел./факс: +7 (495) 280-72-26
Эл. почта: journal@ntsomz.ru

Перепечатка и любое воспроизведение
материалов журнала на любом языке
возможны лишь со ссылкой на источник



Уважаемые читатели!

Третий за 2020 год выпуск нашего журнала немного задержался с выходом в свет из-за пандемии коронавируса. В этом выпуске в основном представлены результаты научных исследований от разработки и эксплуатации бортовой аппаратуры до подробного анализа требований потребителей данных ДЗЗ из космоса. Рубрика «Государственное регулирование в сфере ДЗЗ» посвящена проблеме сертификации данных ДЗЗ из космоса и нормативно-правовому закреплению сертифицированных данных ДЗЗ из космоса, что является одним из главных элементов формирования нового коммерческого рынка. Забегая вперед, отметим, что эта тема была предметом обсуждения на 18-й Всероссийской ежегодной открытой конференции «Современные проблемы ДЗЗ из космоса», которая была организована ИКИ РАН и прошла в ноябре 2020 г.

В разделе «Наука на службе практике» представлены, в частности, результаты исследований вопроса построения цифровой модели поверхности по данным КА «Ресурс-П», проводимых в АО «РАКУРС». Рассмотрены вопросы радиометрической калибровки аппаратуры ДЗЗ инфракрасного диапазона с помощью перспективного измерительно-калибровочного комплекса, разработанного в АО «Российские космические системы».

Рубрика «Наземная космическая инфраструктура» посвящена разработанной в АО «Российские космические системы» технологии ведения банка базовых продуктов ДЗЗ для задач «Цифровой экономики РФ».

В рубрике «Международное сотрудничество и молодежная политика» представлены результаты участия Госкорпорации «Роскосмос» Международной Хартии по космосу и крупным катастрофам во втором полугодии 2020 года.

Нормативно-правовые вопросы использования материалов дистанционного зондирования Земли из космоса для информационного обеспечения лесного хозяйства рассмотрены в разделе «Отраслевые решения».

Рубрика «Вехи истории российского космоса» посвящена 100-летию со дня рождения выдающегося ученого в области радиофизики и дистанционного зондирования окружающей среды А.Е. Башаринова.

Из числа важных событий отмечается прошедшая 8-9 октября 2020 года в г. Сочи II Международная научно-практическая конференция «Геодезия, картография и цифровая реальность», организованная АО «Роскартография» и 18-я Всероссийская ежегодная открытая конференция «Современные проблемы ДЗЗ из космоса», которая была организована ИКИ РАН и прошла в ноябре 2020 г.

В качестве рекламы представлены новые геоинформационные решения АО «ТЕРРА ТЕХ» на основе анализа данных ДЗЗ, а также информация о дополнительной подготовке специалистов в соответствии с разработанной Госкорпорацией «Роскосмос» программой повышения квалификации «Основы работы с российскими данными ДЗЗ из космоса».

СОДЕРЖАНИЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

6

Абраменков Г.В., Заичко В.А. и др.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА В РОССИИ

НАУКА НА СЛУЖБЕ ПРАКТИКИ

14

Гектин Ю.М., Зорин С.М., Трофимов Д.О.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАЗЕМНОЙ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ
КАЛИБРОВКИ АППАРАТУРЫ ДЗЗ ИНФРАКРАСНОГО
ДИАПАЗОНА (С ПОМОЩЬЮ ПЕРСПЕКТИВНОГО
ИЗМЕРИТЕЛЬНО-КАЛИБРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА)

21

Заичко В.А., Емельянов А.А. и др.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
РОССИЙСКИХ ДАННЫХ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА В 2020 ГОДУ

36

Зубарев А.Э.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ
МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ПО ДАННЫМ КА «РЕСУРС-П»

НАЗЕМНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

46

Марков А.Н., Васильев А.И. и др.

ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ БАНКА БАЗОВЫХ ПРОДУКТОВ ДЗЗ
ДЛЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РФ

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И МОЛОДЕЖНАЯ ПОЛИТИКА

58

ОБ УЧАСТИИ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС»
В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ХАРТИИ ПО КОСМОСУ
И КРУПНЫМ КАТАСТРОФАМ

ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ

64

Кушнырь О.В. и др.

НОРМАТИВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА КАК ОСНОВА
ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

75

Новиков А.А.

ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ
ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДЗЗ И НАЗЕМНЫХ
СТАЦИОНАРНЫХ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЯ
(«СЕРВИС ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ»
ДЛЯ ЕЖЕДНЕВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ)

ВЕХИ ИСТОРИИ РОССИЙСКОГО КОСМОСА

90

100 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ БАШАРИНОВА А.Е.

93

СОБЫТИЯ

98

РЕКЛАМА

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА В РОССИИ

Абраменков Г.В., Заичко В.А., Шведов Д.О.
Госкорпорация «Роскосмос»

Кутумов А.А.
АО «Российские космические системы»

На сегодняшний день одной из важных задач, стоящих перед Государственной корпорацией по космической деятельности «Роскосмос», является формирование нового коммерческого рынка применения юридически значимых данных дистанционного зондирования Земли (далее – данные ДЗЗ) из космоса.

Одним из главных элементов в решении данной задачи является организация сертификации данных ДЗЗ из космоса и норма-

тивно-правовое закрепление сертифицированных данных ДЗЗ из космоса.

При этом ключевое значение для организации и эффективного функционирования сертификации данных ДЗЗ из космоса имеет создание полноценной системы стандартов в области данных ДЗЗ из космоса, устанавливающих единые требования к данным ДЗЗ из космоса, гармонизированные с международными требованиями (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Разработка национальных стандартов в структуре организации сертификации данных ДЗЗ из космоса

В целом стандартизация данных ДЗЗ из космоса является одной из современных проблем отрасли. А после разделения в 2018 году понятия «данные ДЗЗ из космоса» и «пространственные данные» путем внесения изменений в Закон Российской Федерации от 20 августа 1993 г. № 5663-1 «О космической деятельности», а также постепенного наращивания орбитальной группировки государственных космических аппаратов ДЗЗ, она стала еще острее.

Разработка проектов национальных стандартов в области данных ДЗЗ из космоса велась в рамках создания серии национальных стандартов «Геоинформационное картографирование», но, к сожалению, данные проекты национальных стандартов до утверждения так и не дошли.

В целом общая последовательность разработки национальных стандартов выглядит следующим образом:

- Включение национальных стандартов в Программу национальной стандартизации;
- Разработка первой редакции проектов национальных стандартов;
- Публичные обсуждения первых редакций проектов национальных стандартов;
- Доработка первых редакций проектов национальных стандартов по результатам публичных обсуждений (итог – окончательные редакции проектов национальных стандартов);
- Экспертиза окончательных редакций проектов национальных стандартов в техническом комитете;
- Нормоконтроль, представление на утверждение, утверждение, государственная регистрация и опубликование национальных стандартов.

Начиная с октября 2019 года в России по заказу Госкорпорации «Роскосмос» ведется разработка системы национальных стандартов в области данных ДЗЗ из космоса. Данная работа осуществляется в двух научно-исследовательских работах, одна из которых проводится в рамках Федеральной космической программы России на 2016 – 2025 годы (30 национальных стандартов), а другая проводится совместно с Респу-

бликой Беларусь в рамках реализации программы Союзного государства «Интеграция-СГ» (60 национальных стандартов).

Систему национальных стандартов «Данные ДЗЗ из космоса» можно представить в виде шести разделов (Рисунок 2):

- Общие стандарты;
- Планирование, сбор, передача и прием данных;
- Обработка данных;
- Архивация, хранение и доступ к данным;
- Обеспечение качества данных;
- Предоставление данных потребителям.

Указанные разделы в свою очередь делятся еще на два уровня подразделов, последний уровень подразделов представлен в виде самих национальных стандартов в области данных ДЗЗ из космоса. Разделы и подразделы не являются окончательными и периодически уточняются в ходе выполнения научно-исследовательской работы. Система стандартизации данных ДЗЗ из космоса, содержащая перечень разрабатываемых в настоящее время национальных стандартов, представлена на Рисунке 3 (зеленым цветом показаны уже утвержденные национальные стандарты).

Первая часть из новой серии национальных стандартов в области ДЗЗ из космоса (8 ГОСТ Р) была разработана в рамках технического комитета по стандартизации № 321 «Ракетно-космическая техника» (ТК 321) с соблюдением основных принципов и правил проведения работ по стандартизации в Российской Федерации, установленных Федеральным законом от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» по заказу Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» Автономной некоммерческой организацией высшего образования «Университет Иннополис».

В октябре 2020 года приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) указанные национальные стандарты были утверждены. Установленная дата введения в действие – 1 марта 2021 года.

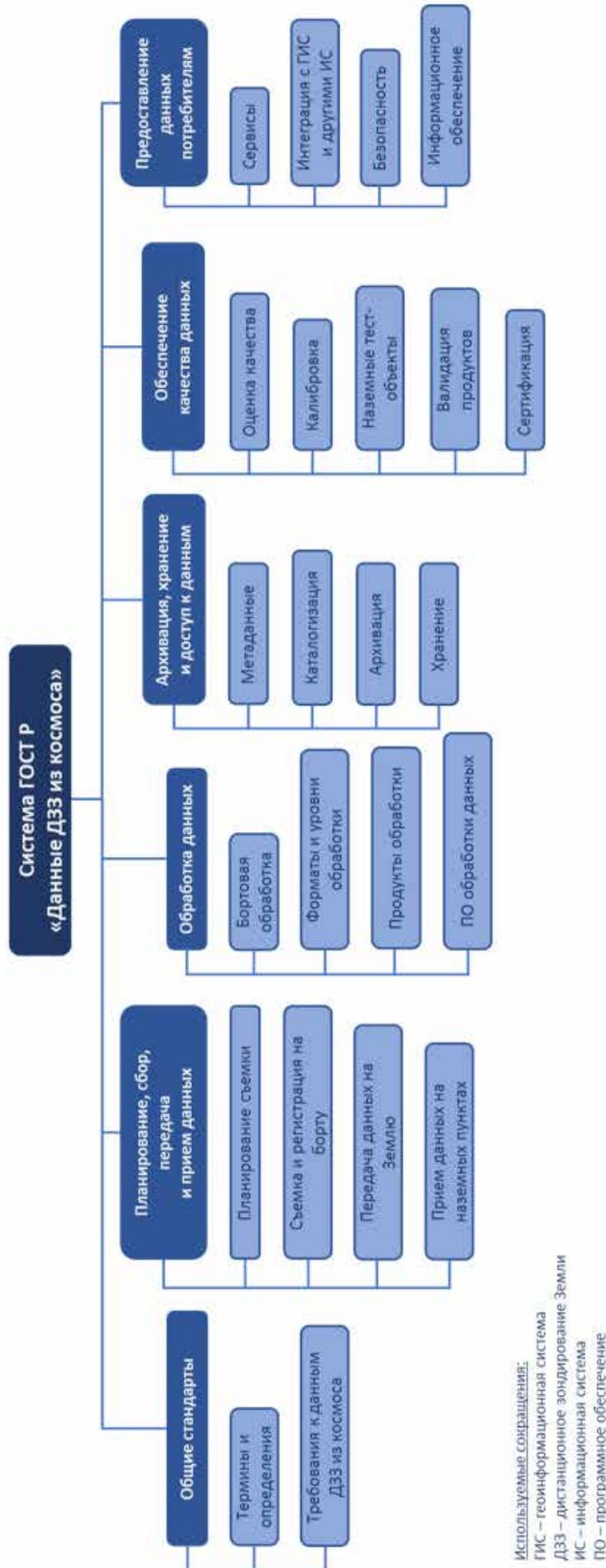


Рисунок 2 – Система национальных стандартов «Данные ДЗЗ из космоса»

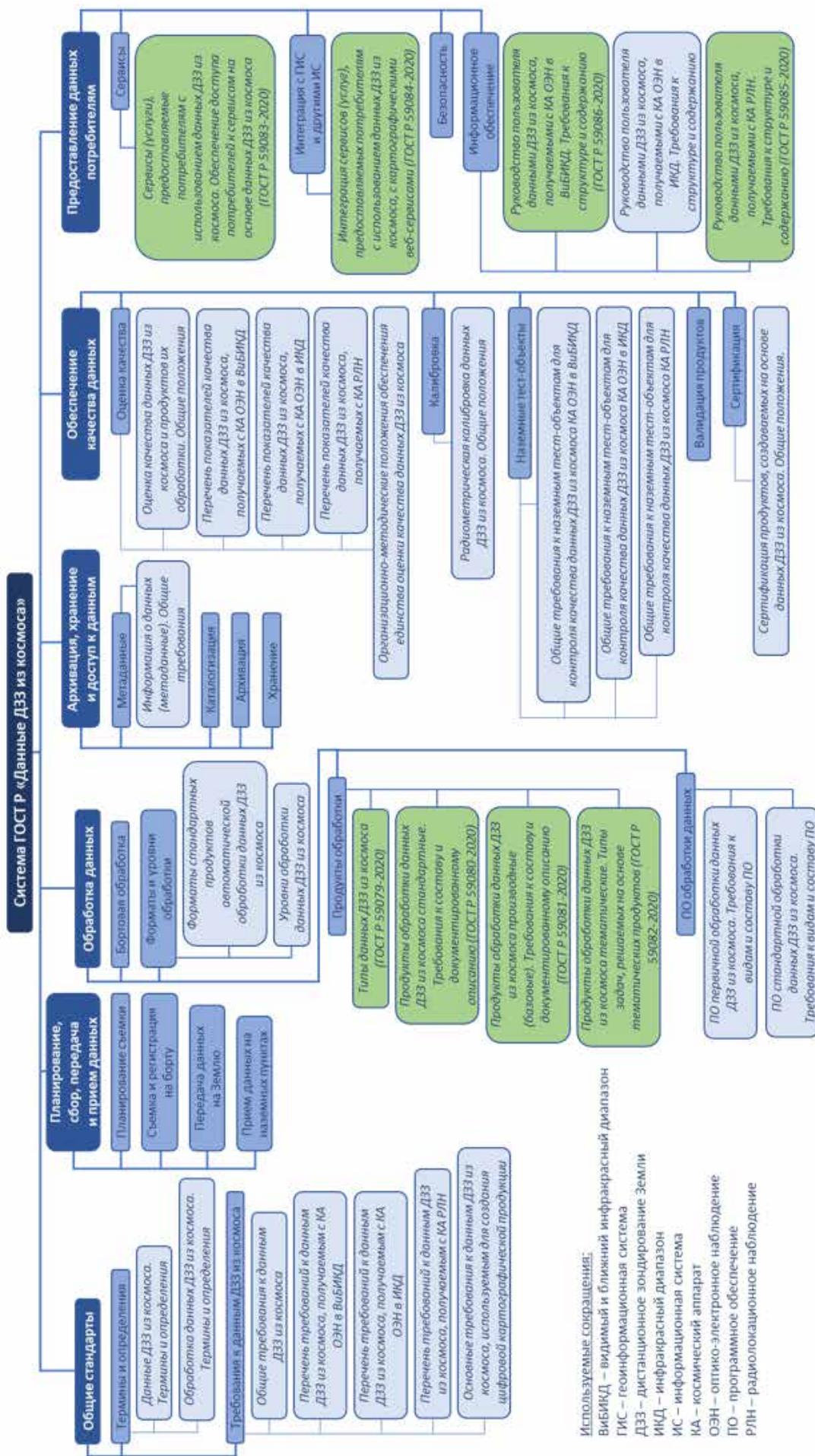


Рисунок 3 – Система стандартизации данных ДЗЗ из космоса, содержащая перечень разрабатываемых в настоящее время национальных стандартов

Перечень утвержденных национальных стандартов:

- ГОСТ Р 59079-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Типы данных дистанционного зондирования Земли из космоса;
- ГОСТ Р 59080-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса стандартные. Требования к составу и документированному описанию;
- ГОСТ Р 59081-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса производные (базовые). Требования к составу и документированному описанию;
- ГОСТ Р 59082-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса тематические. Типы задач, решаемых на основе тематических продуктов;
- ГОСТ Р 59083-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Сервисы (услуги), предоставляемые потребителям с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Обеспечение доступа потребителей к сервисам на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса;
- ГОСТ Р 59084-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Интеграция сервисов (услуг), предоставляемых потребителям с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса с картографическими веб-сервисами;

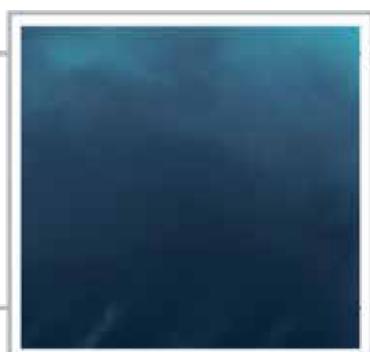
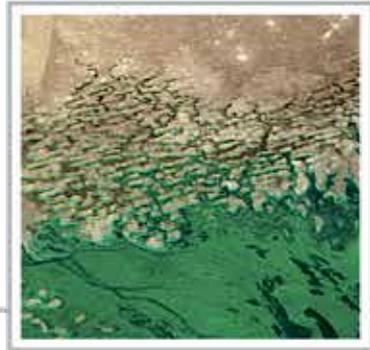
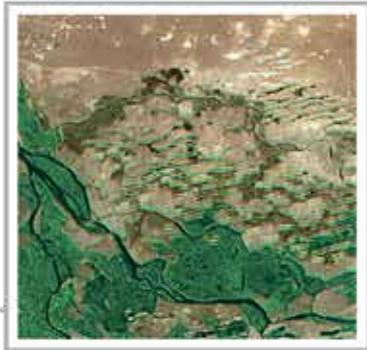
- ГОСТ Р 59085-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Руководство пользователя данными дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения. Требования к структуре и содержанию;
- ГОСТ Р 59086-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Руководство пользователя данными дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. Требования к структуре и содержанию.

Утвержденные национальные стандарты содержат:

- Основные термины и определения;
- Классификацию данных ДЗЗ из космоса по различным признакам;
- Требования к составу и документальному описанию продуктов обработки;
- Типы задач, решаемые на основе тематических продуктов обработки;
- Перечень основных сервисов (услуг), предоставляемых потребителям с использованием данных ДЗЗ из космоса и их описание;
- Требования к интеграции сервисов (услуг), предоставляемых потребителям с использованием данных ДЗЗ из космоса с картографическими веб-сервисами;
- Требования к структуре и содержанию руководства пользователя данными ДЗЗ из космоса.

В настоящее время еще 13 ГОСТ Р в первой редакции проходят процедуру публичных обсуждений.

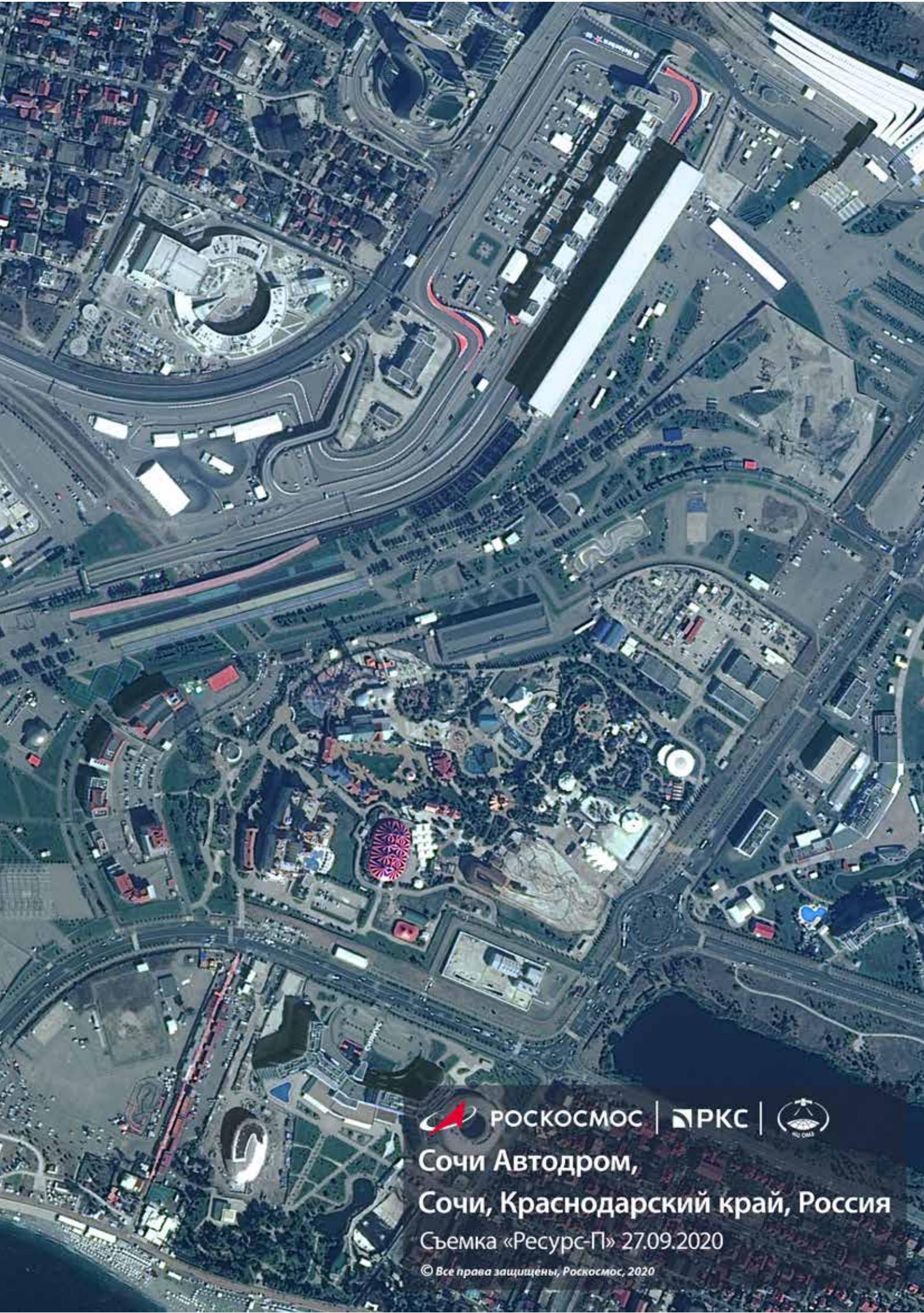
Завершение формирования системы национальных стандартов в области данных ДЗЗ из космоса планируется в 2023 году. ■



Дельта реки Волги, Россия, съемка КА «Метеор-М»

FORMULA 1 ВТБ ГРАН-ПРИ РОССИИ 2020





РОСКОСМОС



Сочи Автодром,
Сочи, Краснодарский край, Россия
Съемка «Ресурс-П» 27.09.2020

© Все права защищены, Роскосмос, 2020

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАЗЕМНОЙ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ АППАРАТУРЫ ДЗЗ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Ю.М. Гектин, С.М. Зорин, Д.О. Трофимов
АО «Российские космические системы»

Введение

Эффективность и качество работы бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) самым существенным образом зависит от качества технологий и проводимых мероприятий по разработке, изготовлению, тестированию и отработке до ее установки на космическую платформу. В этой цепи мероприятий важная роль принадлежит наземной радиометрической калибровке, как в методическом, так и в технологическом аспектах.

В России в настоящее время находятся в эксплуатации и разработке многоспектральные инфракрасные (ИК) радиометры для КА ДЗЗ различного назначения (гидрометеорологического, природно-ресурсного, чрезвычайных ситуаций, экологического мониторинга, мониторинга ледовой обстановки и т.д.), которые позволяют обеспечить отечественных потребителей независимыми данными космических съемок в ИК диапазоне спектра от 3 до 14 мкм.

В связи с расширением круга решаемых задач средствами ДЗЗ ИК диапазона, количественным и качественным ростом спутниковой группировки ДЗЗ, актуальным представляется проведение работ по созданию современного наземного измерительно-калибровочного комплекса для пре-

цизионной радиометрической калибровки целевой аппаратуры (ЦА) ДЗЗ инфракрасного диапазона.

Особенность разрабатываемой в АО «Российские космические системы» оптико-электронной ЦА ДЗЗ ИК диапазона, такой, как МСУ-МР [1], МСУ-ГС [2], МСУ-ИК-СРМ [3], состоит в том, что она должна обеспечить не только функцию наблюдения и получения качественного изображения в ИК области спектра, но также должна обладать измерительными функциями с привязкой получаемых радиометрических данных к государственному эталону. Данная проблема решается в процессе наземной радиометрической калибровки ЦА в условиях, максимально приближенных к условиям штатной эксплуатации в космосе. При этом для повышения качества калибровки с учетом повышенных требований к перспективной аппаратуре предлагается создание измерительно-калибровочного комплекса ИК диапазона (ИКК) на основе крупногабаритной криогенно-вакуумной камеры с криогенными экранами для создания низкофоновых вакуумных условий, имитирующих космическое пространство.

Особенности радиометрических измерений

Необходимость совершенствования метрологического обеспечения и контроля радиометрических параметров оптико-электронной аппаратуры обусловлена следующими причинами:

- повышением радиометрической точности, пространственного разрешения и «поля зрения» перспективной аппаратуры ДЗЗ;
- совершенствованием существующих и созданием принципиально новых измерительных средств для оценки характеристик аппаратуры;
- необходимостью разработки единых, аттестованных в соответствии с метрологическими правилами и нормами, средств и методов проведения калибровки и контроля параметров аппаратуры;
- необходимостью разработки системы обеспечения единства и требуемой

точности воспроизведения и передачи дифференциальных величин спектрального и интегрального оптического излучения с учётом прослеживаемости к национальным эталонам и условий штатной эксплуатации аппаратуры в космосе. Процедура радиометрической калибровки многозональных сканирующих устройств (МСУ), разрабатываемых АО «Российские космические системы», необходима для измерения абсолютных значений эффективной энергетической яркости (ЭЭЯ) объектов $L_{эф}$ (1) в видимом и ближнем ИК диапазоне спектра (от 0,4 до 2,5 мкм), а также ЭЭЯ и радиационной температуры в тепловом ИК диапазоне излучения (от 3 до 14 мкм) для каждого спектрального канала аппаратуры.

$$L_{эф}^n = \int_0^{\infty} L(\lambda) S_n(\lambda) d\lambda \quad [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ср})] \quad (1),$$

где $L_{эф}$ – ЭЭЯ объекта, измеряемая в канале n ; λ – длина волны; $L(\lambda)$ – спектральная плотность энергетической яркости (СПЭЯ) объекта; $S_n(\lambda)$ – относительная спектральная чувствительность канала n МСУ.

Под радиометрической калибровкой МСУ понимают процедуру формирования характеристики преобразования для каждого спектрального канала как зависимости выходного сигнала от ЭЭЯ или эквивалентной радиационной температуры образцового излучателя (с учётом оговоренной точности и прослеживаемости к государственным эталонам).

По результатам проведенного всестороннего анализа ожидаемый рост требований к параметрам перспективной аппаратуры, разрабатываемой в период 2020 – 2030 годов, по отношению к эксплуатируемой в настоящее время, составит не менее чем в 2 раза.

Так, например, требования по точности измерения радиационной температуры для перспективной гидрометеорологической аппаратуры ДЗЗ ИК диапазона лежат в следующих пределах: температура поверхности океана – до 0,1 К (стабильность за десятилетие – до 0,01 К); температура в слоях тропосферы, стратосферы и паров воды – от 0,5 до 1,0 К (стабильность за десятилетие – от 0,03 до 0,08 К). Соответственно, ради-

ометрические требования для перспективного наземного измерительно-калибровочного комплекса (ИКК) должны быть в несколько раз выше с учетом минимизации погрешностей измерений.

При наземных испытаниях предлагаемый комплекс позволит обеспечить:

- точную радиометрическую калибровку ЦА ИК диапазона;
- фокусировку и юстировку оптико-электронной аппаратуры;
- тепловакуумные испытания;
- испытания радиационных систем охлаждения.

Состав и характеристики измерительно-калибровочного комплекса

Основой перспективного наземного измерительно-калибровочного комплекса ИК диапазона является крупногабаритная криогенно-вакуумная камера (Рисунок 1).

На основе проведенного анализа и расчетов были выработаны основные требования к ИКК для испытаний и калибровки перспективной аппаратуры ДЗЗ ИК диапазона:

- размеры рабочего внутреннего пространства не менее $2,7 \times 2,7 \times 5,0$ м (Ш x В x Д);
- давление остаточных газов не выше 10^{-6} мм рт.ст.;
- безмасляная система откачки;
- наличие криогенных экранов с температурой до 77 К для обеспечения низкофоновых тепловых условий внутри камеры;
- наличие криопанели радиационного захлаживания с температурой от 10 до 30 К;
- наличие вакуумных фланцев и переходников для обеспечения электрических соединений, подачи теплоносителей и жидкого азота, установки ИК излучателей, монохроматоров и спектрометров;
- масса загружаемой аппаратуры не менее 500 кг;
- наличие транспортно-подъёмной системы, обеспечивающей загрузку и выгрузку аппаратуры и приборов;

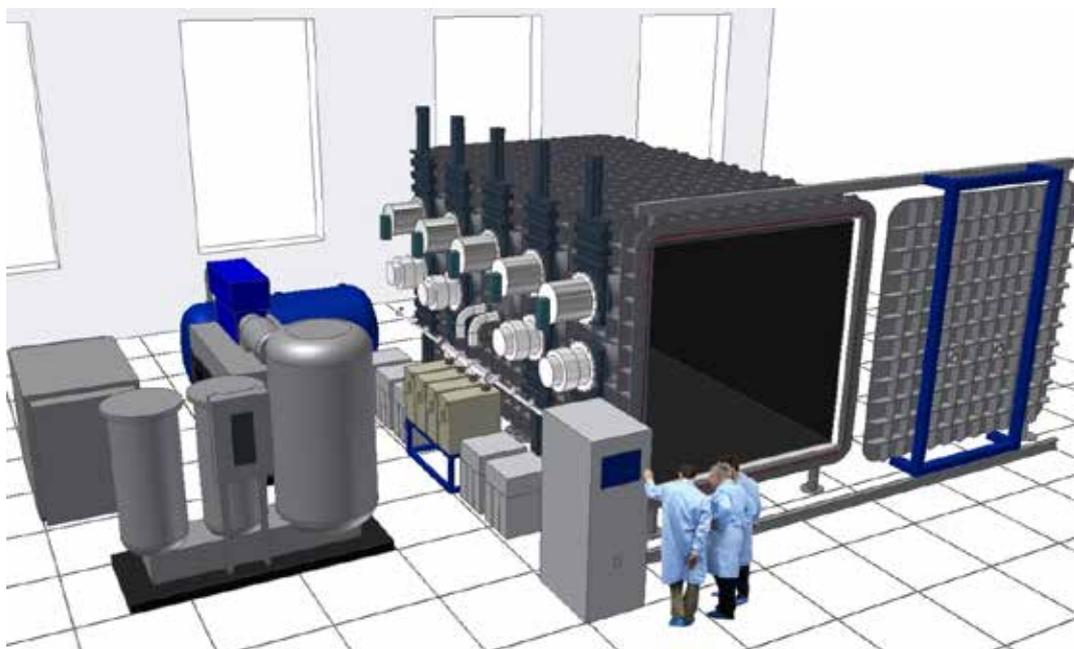


Рисунок 1 – Общий вид измерительно-калибровочного комплекса ИК диапазона

- возможность формирования в рабочем пространстве камеры заданной оптической схемы измерений;
- масс-спектрометр для контроля остаточной атмосферы;
- автоматическое открытие передней двери камеры при помощи системы линейного перемещения;
- автоматизированное рабочее место для управления и контроля основных параметров.

При изготовлении корпус камеры будет состоять из нескольких сегментов (оптимально 5 штук) прямоугольного сечения с ребрами жесткости. Масса одного сегмента не более трех тонн. Сегменты камеры стягиваются между собой болтами с помощью фланцевых соединений через прокладки из резиновой смеси.

Внутри вакуумной камеры расположена составная плоская азотная криопанель (температура около 77 К), предназначенная для экранирования излучения от стенок камеры в ИК диапазоне. Криопанель заливного типа. Сегменты криопанели крепятся к стенкам корпуса камеры и к дверям камеры, обеспечивая, таким образом, полную экранировку расположенных внутри объектов.

Система вакуумной откачки (СВО) рассчитана, исходя из необходимости откачки вакуумной камеры от атмосферного давле-

ния до значения рабочего давления 5×10^{-4} Па за время, не превышающее четырех часов. При расчете СВО учитывался поток газа, поступающий в вакуумную систему, складывающийся из газоотделения стенок вакуумной системы, обращенных в вакуумную полость; потока газов, поступающих в вакуумную систему вследствие проницаемости стенок вакуумной камеры; потока газов, поступающих в вакуумную камеру через уплотнения разборных соединений, и потока газов, поступающих из расположенной внутри камеры аппаратуры. Основной вклад в суммарный поток вносит газоотделение с внутренних стенок вакуумной камеры, что обусловлено большой суммарной площадью внутренних стенок камеры, стенок азотной криопанели и теплоизоляционного экрана. В этой связи основным требованием к безмасляным средствам откачки, применяемым в СВО, является их высокая производительность. Таким образом, в качестве основных средств получения высокого вакуума предпочтительны современные криогенные насосы и турбомолекулярные насосы на магнитном подвесе. Все указанные выше технические решения защищены патентами [4, 5, 6].

Основными элементами измерительной системы, предназначенной для радиометрической калибровки ЦА в диапазоне от 3

до 14 мкм, являются набор образцовых излучателей в виде «черных тел», установленных на подвижной платформе, блок оптики, установленной на охлаждаемой платформе и фокусирующей излучение «черного тела» на вход инфракрасного вакуумного Фурье-спектрометра, ИК Фурье-спектрометр, подсоединенный через входное окно вакуумной камеры, и радиометр с охлаждаемым опорным уровнем излучения, установленный на двухкоординатном вакуумном сканирующем устройстве. Основы методологии и проблемы метрологического обеспечения прецизионной калибровки описаны в работах [7, 8, 9] на примере высоковакуумного стенда «Квант-20» ФГУП ЦНИИмаш и эталонных излучателей Всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (ФГУП ВНИИОФИ).

Набор излучателей включает широкоапертурное «черное тело» (ШЧТ-РТ) с требуемым диапазоном температур и диаметром апертуры (Таблица 1), полностью перекрывающим апертуру калибруемой аппаратуры, прецизионный излучатель (ПАЧТ-РТ) с высоким уровнем излучательной способности и с диапазоном температур, равным диапазону температур широкоапертурного «черного тела», эталонный излучатель при температуре фазового перехода галлия (Ga-ЧТ) и излучатель с опорным уровнем излучения при температуре жидкого азота (N2ЧТ). Данный набор излучателей позволяет откалибровать с помощью ИКК широкоапертурное «черное тело» по спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) в заданном диапазоне температур. При этом ИК Фурье-спектрометр используется в качестве компаратора.

Таблица 1 – Технические требования, предъявляемые к основным элементам измерительной системы

Спектральный диапазон, мкм	от 3,0 до 14,0
Эталонный источник	Широкоапертурная модель АЧТ (ШЧТ-РТ)
Диаметр апертуры эталонного источника, мм	450
Температурный диапазон эталонного источника, °С	От минус 60 до плюс 130
Размеры рабочего внутреннего пространства криогенно-вакуумной камеры, м	2,7 × 2,7 × 5,0
Температура экрана камеры, К	77

Радиометр, устанавливаемый на двухкоординатном сканере, позволяет оценить пространственную равномерность излучения широкоапертурного «черного тела».

При измерении абсолютной спектральной чувствительности апертура ЦА полностью перекрывается излучением выходной апертуры широкоапертурного «черного тела» с калиброванным уровнем СПЭЯ (Рисунок 2).

Всего разработанная функциональная схема измерений предполагает шесть режимов работы ИКК в диапазоне длин волн от 3,0 до 14,0 мкм:

- режим радиометрической калибровки ЦА ДЗЗ по абсолютной спектральной чувствительности;
- режим спектральной калибровки и измерения пространственно-частотных характеристик ЦА ДЗЗ;
- режим измерения СПЭЯ широкоапертурного черного тела с регулируемой температурой ШЧТ-РТ;
- режим измерения СПЭЯ эталонного источника на фазовом переходе галлия GaЧТ;
- режим измерения СПЭЯ опорного источника излучения N2ЧТ при темпе-

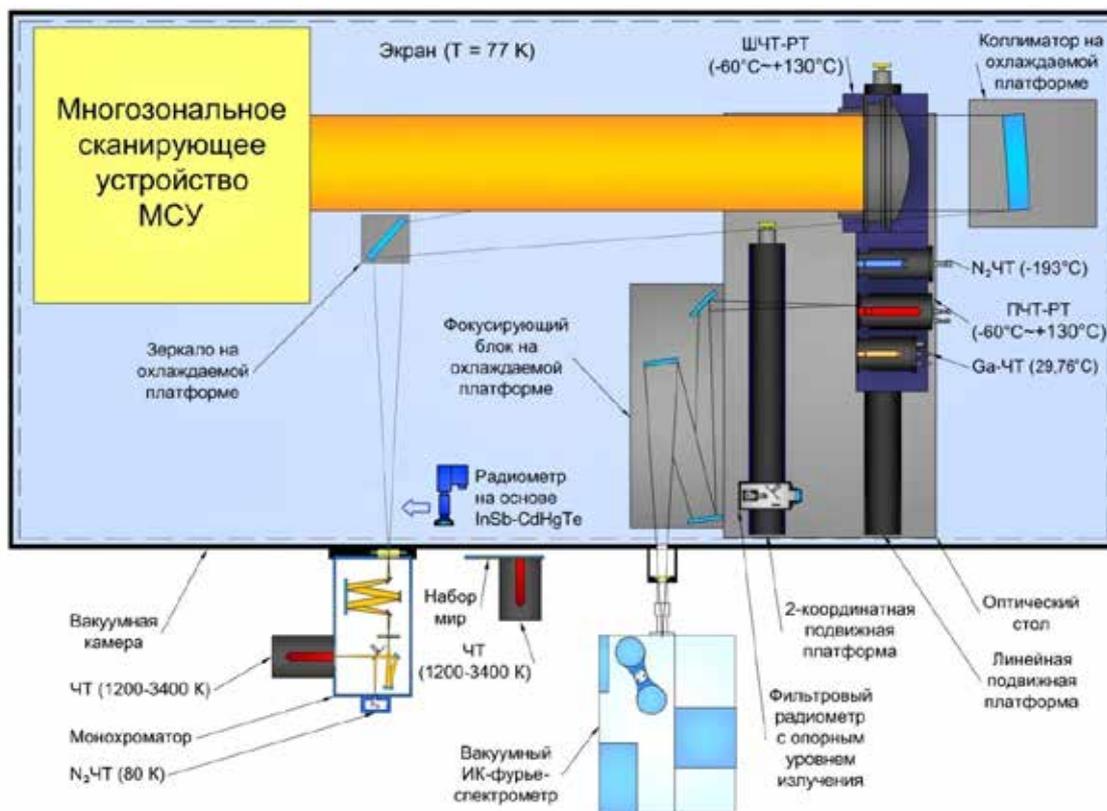


Рисунок 2 – Схема установки для наземной радиометрической калибровки ЦА ДЗЗ по абсолютной спектральной чувствительности от 3,0 до 14,0 мкм

ратуре жидкого азота;
– режим измерения СПЭЯ источника излучения ПЧТ-РТ с регулируемой температурой.

Выводы

Наиболее сложной, дорогостоящей и требующей обновления составной частью системы сквозного контроля качества ЦА ДЗЗ ИК диапазона является наземный измерительно-калибровочный комплекс, который должен обеспечить настройку, юстировку и точную радиометрическую калибровку аппаратуры в условиях приближенных к условиям штатной эксплуатации в космосе. При этом должны быть строго соблюдены требования к габаритам аппаратуры, массе, диаметру входного окна, рабочим спектральным и температурным диапазонам, радиометрической и геометрической точности при условии минимизации погрешностей проводимых измерений.

Важным преимуществом предлагаемого проекта является возможность проведения калибровочных работ в процессе изготовления и метрологической аттестации аппаратуры, непосредственно в месте дислокации производственных участков, что позволит оперативно проводить работы при минимальном расходе времени на транспортировку в сторонние испытательные центры, исключая дополнительные процедуры упаковки, проверок и входного контроля. Таким образом, представляется целесообразным проводить работы по созданию измерительно-калибровочного комплекса ИК диапазона для контроля и обеспечения требуемых измерительных свойств ЦА КА ДЗЗ ИК диапазона, при участии и на территории АО «Российские космические системы».

Главным фактором комплексного подхода в создании перспективной спутниковой группировки ДЗЗ ИК диапазона в соответствии с требованиями «Федеральной космической программы России на 2016-2025

годы» является координация трех главных составных частей общего проекта, разрабатываемого АО «Российские космические системы»:

- создание перспективной ЦА ДЗЗ инфракрасного диапазона;
- подготовка помещения и инженерного обеспечения для размещения наземного ИКК диапазона;
- разработка, изготовление и метрологическая аттестация ИКК диапазона.

Хотелось бы отметить высокий приоритет данного проекта в рамках развития метрологического обеспечения и создания перспективной эталонной базы не только для космической отрасли, но и в целом для научно-технического развития инфра-

красной тематики в России. Заложенные характеристики ИКК соответствуют метрологическим требованиям лучших зарубежных аналогов и обеспечивают создание перспективной оптико-электронной аппаратуры до 2030 г. с прослеживаемостью к национальным эталонам.

При этом первоочередной задачей, без решения которой невозможно продвижение вперед, является подготовка помещения и инженерного обеспечения для размещения наземного ИКК, соответствующего самым современным требованиям с учетом перспективного развития направления создания бортовой оптико-электронной аппаратуры ДЗЗ. ■

Список используемых источников

1. Акимов Н. П., Бадаев К. В., Гектин Ю. М., Рыжаков А. В., Смелянский М. Б., Фролов А. Г., Многозональное сканирующее устройство малого разрешения МСУ-МР для космического информационного комплекса «Метеор-М». Принцип работы, эволюция, перспективы // М., «Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы», 2015, том 2, выпуск 4.
2. Андреев Р. В., Акимов Н.П., Бадаев К. В., Гектин Ю.М., Зайцев А. А., Рыжаков А. В., Смелянский М.Б., Сулиманов Н.А., Фролов А.Г., Многозональное сканирующее устройство для геостационарного метеоспутника «Электро-Л» // М., «Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы», 2015, том 2, выпуск 3.
3. Акимов Н. П., Бадаев К. В., Гектин Ю. М., Зайцев А. А., Смелянский М. Б., Рыжаков А. В., Фролов А. Г. / Перспективный ИК радиометр для оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций на территории России // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли, Материалы III Международной научной конференции, Красноярск, 13–16 сентября 2016 г.
4. Криогенно-вакуумная установка: пат. № 2678923 Рос. Федерация: МПК В64G 7/00, G01M 11/00 / Гектин Ю.М., Зорин С.М., Трофимов Д.О., Андреев Р.В.; заявитель и патентообладатель АО «Российские космические системы». - № 2018107974; заявл. 05.03.2018; опубл. 04.02.2019, Бюл. № 4.
5. Способ измерения спектральных характеристик в видимом и инфракрасном спектральных диапазонах и установка, реализующая этот способ: пат. № 2710382 Рос. Федерация: МПК G01J 3/02, G01J 3/28 / Гектин Ю.М., Зорин С.М., Трофимов Д.О.; заявитель и патентообладатель АО «Российские космические системы». - № 2019116890; заявл. 31.05.2019; опубл. 26.12.2019, Бюл. № 36
6. Способ радиометрической калибровки, контроля характеристик и испытаний оптико-электронных и оптико-механических устройств и криогенно-вакуумная установка, реализующая этот способ [Текст]: пат. № 2715814 Рос. Федерация: МПК G01N 25/58, В64G 7/00, G01M 25/72, G01N 11/00 / Гектин Ю.М., Зорин С.М., Трофимов Д.О., Андреев Р.В.; заявитель и патентообладатель ГК «Роскосмос». - № 2018137921; заявл. 26.10.2018; опубл. 03.03.2020, Бюл. № 7.

7. Панфилов А.С., Гаврилов В.Р., Иванов В.С., Крутиков В.Н., Лисянский Б.Е., Морозова С.П. и др., Новая эталонная база России для радиометрической калибровки оптической аппаратуры наблюдения Земли и оценка возможных уровней точности получаемых радиометрических данных // «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 2011 г., т.8, №2, с. 303-309.
8. Sapritsky V. I., Krutikov V. N., Ivanov V. S., Panfilov A. S., Pavlovich M. N., Burdakin A. A., Rakov V. V., Morozova S. P., et al., Current activity of Russia in measurement assurance of Earth optical observations // *Metrologia* 49 (2012) S9–S16 doi:10.1088.
9. Ogarev S.A., Morozova S.P., Katysheva A.A., Lisiansky B.E., Samoylov M.L., Blackbody Radiation Sources For IR Spectral Range // Conference: 9th International Temperature Symposium on Temperature - Its Measurement, Conference Paper, doi: 10.1063/1.4819619, September 2013, Volume: 1552.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ РОССИЙСКИХ ДАННЫХ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА В 2020 ГОДУ

Заичко В.А.

Госкорпорация «Роскосмос»

Емельянов А.А., Сизов О.С., Шевелев Ф.А.

АО «Российские космические системы»

Введение

Основной задачей целевого применения данных ДЗЗ является удовлетворенность потребителей в рамках решения поставленных перед ними конкретных задач, возникающих в реальной жизни. Поэтому в задачах совершенствования целевого использования космических средств ДЗЗ важное место отводится учету требований потребителей. Такой же позиции придерживаются зарубежные поставщики геоданных. Ежегодно NASA, NOAA, USGS и Airbus проводят как общие, так и тематические исследования потребностей и удовлетворенности потребителей [1-3].

Исследование потребностей пользователей российских данных ДЗЗ из космоса проводится регулярно с 2018 года в рамках НИР «Оператор ДЗЗ», «Цифровая Земля» и «ЕТРИС-Перспектива». В 2020 году в рамках СЧ НИР «ЕТРИС-Перспектива-2020» исследования проводилось в формате анкетирования. В организации, осуществляющие заказ российских данных ДЗЗ, направляется специальная анкета, содержащая вопросы, направленные на выявление наиболее проблемных аспектов работы Оператора КС ДЗЗ из космоса. Анализ ответов со стороны организаций-потребителей дан-

ных ДЗЗ позволяют, таким образом, выявлять целый ряд недостатков и преимуществ данных, сервисов, космических аппаратов и рабочих процессов.

Проводимое в 2020 году исследование отличается от предыдущих дополнительным элементом в виде дополнительного интервьюирования респондентов. Ответы, представленные в анкетах, не всегда являются однозначными и непротиворечивыми. Кроме того, некоторые респонденты не являются специалистами в области ДЗЗ, поэтому для них технические вопросы анкеты могут быть неясны. Интервьюирование позволяет получить более развернутый ответ на интересующие вопросы, а также провести более детальное обсуждение ответов.

Выборка респондентов для проведения исследования

Для данного анкетирования были специально отобраны 67 респондентов из числа постоянных заказчиков данных, полученных с помощью разнообразной целевой аппаратуры. Выборка респондентов представлена государственными организациями, не связанными с космической деятельностью напрямую. Таким образом, к участию в исследовании привлекались организации из различных сфер деятельности с различными тематическими задачами и, соответственно, разными требованиями к данным ДЗЗ и Оператору.

По окончанию сроков проведения анкетирования, было получено 40 ответов в виде заполненных анкет и проведено 10 интервью.

Анкеты заполняли специалисты и научные сотрудники, представляющие анкетуемые организации, в числе которых – 8 кандидатов наук, 18 научных сотрудников, 9 специалистов и экспертов.

Из 40 опрошенных организаций-респондентов 11 являются департаментами или министерствами информатизации, 14 институтами или университетами. Остальные организации являются органами надзора в сферах природопользования, экологии, водных ресурсов, биологии и ЧС.

Результаты анкетирования

1. Анализ решаемых пользователями задач позволяет выделить 3 тематических блока – информатизация и ГИС, надзор и научные исследования. Ниже представлена диаграмма распределения респондентов в соответствии с блоками решаемых задач (Рисунок 1).

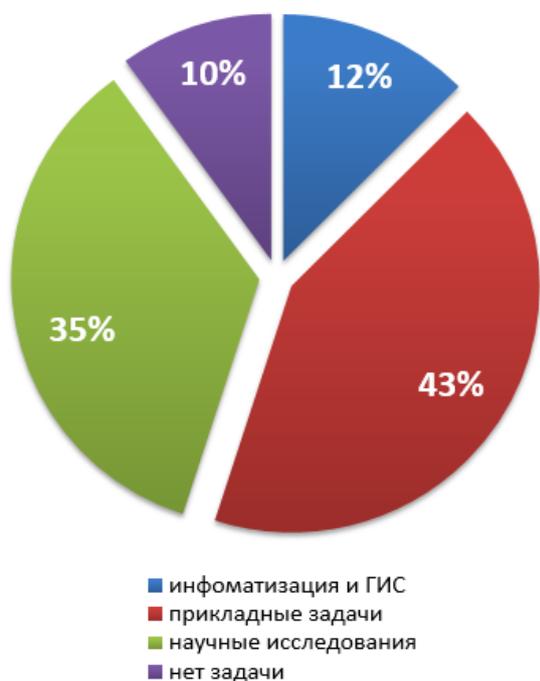


Рисунок 1 – Диаграмма распределения респондентов

Как видно из представленной диаграммы, решением реальных прикладных задач с использованием российских данных ДЗЗ занимается менее половины респондентов. Использование данных в научных исследованиях согласно развернутым ответам направлено в основном на создание новых методов тематической обработки данных. Задачи блока информатизации и ГИС решаются в основном региональными департаментами и министерствами информационных технологий и связаны с хранением и распространением геоданных. Достаточно велик процент респондентов никак не использующих данные, учитывая, что для данного исследования были отобраны организации, наиболее активно заказывающие данные последние несколько лет. Согласно

замечаниям, указанным в анкетах, а также данным интервьюирования, можно сделать вывод, что данные не используются по двум причинам: первое – неудовлетворительное для решения задач организации качество данных, и второе – пренебрежение возможностью заказа на предоставление требуемых данных.

2. Каким образом (в каком качестве) используются российские данные ДЗЗ из космоса? Ответ на этот вопрос представлен на Рисунке 2 в виде круговой диаграммы.



Рисунок 2 – Использование российских данных ДЗЗ из космоса

Практически все варианты ответов выбраны в одинаковом соотношении. Однако интервьюирование выявило, что многие респонденты под визуальной подложкой понимают использование данных для векторизации объектов, что соответствует четвертому варианту. Фактически, использование данных в качестве визуальной под-

ложки, не являющейся источником полезной информации, выявлено не было.

Проведенное интервьюирование также показало, что спектральная информация используется в основном в научных организациях. Использование спектральной информации в органах надзора слабо развито в силу отсутствия квалифицированных кадров или неудовлетворительного качества данных.

3. Каким способом происходит обработка российских данных ДЗЗ из космоса? Предполагался выбор из трех вариантов (Рисунок 3).

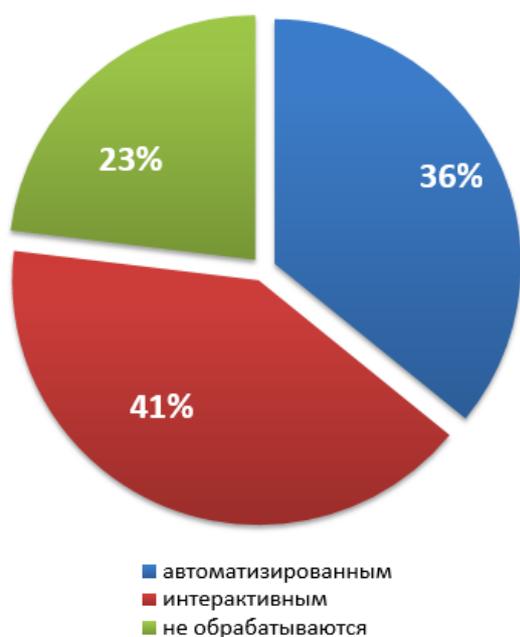


Рисунок 3 – Распределение вариантов обработки данных ДЗЗ из космоса

Диаграмма показывает, что исходная обработка данных не устраивает пользователя. Многие респонденты отмечали в анкетах необходимость улучшения качества и повышения уровня обработки. В детализированных ответах наиболее часто высказывалась неудовлетворенность геопривязкой и необходимость предоставления цветосинтезированных изображений, желательного уровня 2В1 (обработка с процедурой ортотрансформирования с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР)).

4. Каким способом происходит анализ российских данных ДЗЗ из космоса со стороны потребителей этих данных?

Обобщенный результат представлен на Рисунке 4.



Рисунок 4 – Способы анализа российских данных ДЗЗ из космоса

Касательно работы по анализу данных и извлечению из них полезной информации необходимо отметить, что квалифицированных пользователей в этой сфере немного. Интервьюирование подтвердило, что полный функционал ГИС для анализа данных используют в основном в научных учреждениях. Другие организации используют ГИС в основном для открытия и просмотра данных, и иногда применяют простейшие функции ГИС, например – инструменты векторизации. Многие респонденты в процессе интервьюирования высказывали необходимость обучения сотрудников тематической обработке российских данных в виде проведения обучающих мероприятий и предоставления учебных материалов. Забегая вперёд, отметим, еще с 2019 года Госкорпорация «Роскосмос» предоставляет услуги по дополнительной подготовке специалистов федеральных и

региональных органов исполнительной власти, других организаций и предприятий, в том числе коммерческих, в соответствии с разработанной программой повышения квалификации «Основы работы с российскими данными дистанционного зондирования Земли из космоса». Информация об этом регулярно публикуется, в частности, в разделе рекламы Научно-практического журнала «ДЗЗ из Космоса в России».

5. Каким образом и с использованием каких технических средств осуществляется хранение данных ДЗЗ, предоставляемых Госкорпорацией «Роскосмос»? Ответ на этот вопрос анкетирования представлен на Рисунке 5.

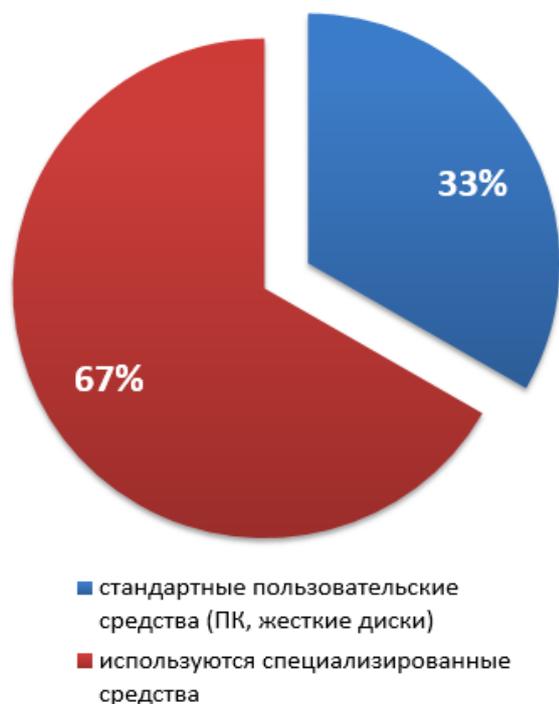


Рисунок 5 – Способы хранения данных ДЗЗ потребителями

При этом у 12 респондентов (30%) имеется подключение к ГИС, а у 5 (12%) – есть своя ГИС. Необходимо отметить связь с вопросом о перспективных разработках (см. ниже): многие респонденты оказались заинтересованы в использовании облачных сервисов обработки и хранения данных.

6. В каком соотношении использовались оперативные и архивные данные (Рисунок 6)?

Большая часть респондентов использует оперативные и архивные данные приблизительно в одинаковом соотношении. Однако интервьюирование показало, что соотношение сильно зависит от конкретных задач пользователя и от существующих проблем с полнотой выполнения заявок на оперативные данные. Для решения прикладных задач зачастую нужна именно оперативная информация, однако текущие показатели оперативности съемки и предоставления данных, а также полноты выполнения заявок на съемку не позволяют пользователям применять российские данные ДЗЗ оперативно.

7. В каком соотношении использовались российские и зарубежные данные ДЗЗ из космоса?

Представленная диаграмма (Рисунок 7) является весьма показательной. Общая тенденция свидетельствует об использовании преимущественно зарубежных данных ДЗЗ. Согласно анализу ответов интервьюирования, можно выделить два образа пользователя, использующего только российские данные. Это органы информатизации и связи, через которые осуществляется заказ и хранение данных для других региональных ведомств. Либо это организации, для решения задач которых необходимы оперативные данные высокого разрешения, и при этом недостаточно финансирования для покупки таких данных.

С другой стороны, большую часть респондентов, использующих зарубежные данные, интересуют в первую очередь открытые и бесплатные данные программ EOS (Terra, Aqua, Landsat, Sentinel), WMO (NOAA). Такие данные имеют низкое или среднее пространственное разрешение. Стоит отметить, что оперативность получения открытых данных может быть достаточно высокой. Данные программы Landsat становятся доступны в течение суток после съемки. Это, вкуче с возможностью свободного доступа, приводит к снижению спроса на аналогичные российские данные.

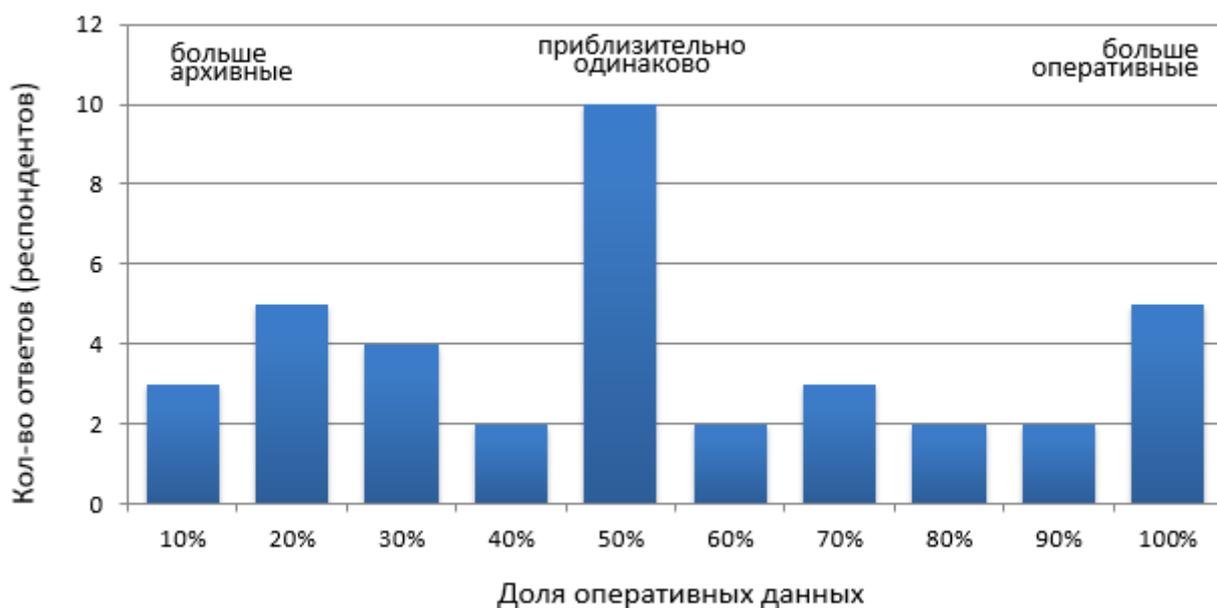


Рисунок 6 – Соотношение использования потребителями оперативных и архивных данных ДЗЗ из космоса

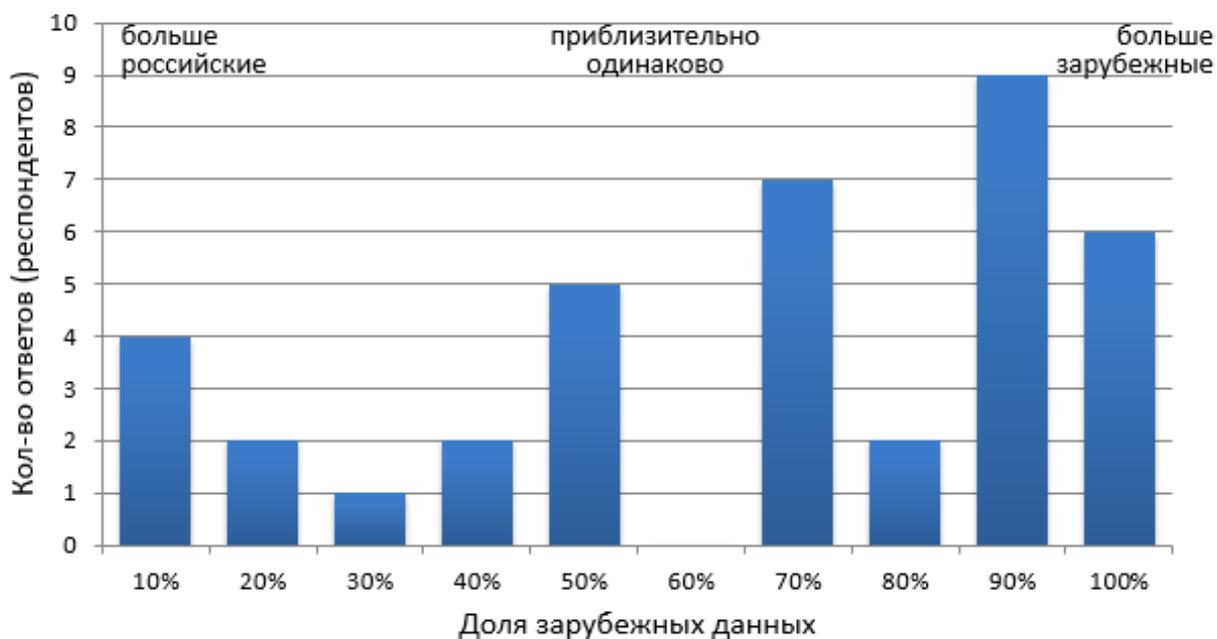


Рисунок 7 – Соотношение использования потребителями российских и зарубежных данных ДЗЗ из космоса

8. Требуется ли дополнительная обработка данных?

Как видно из приведенной диаграммы (Рисунок 8), большинство пользователей хотело бы получать данные более высоких уровней обработки или лучшего качества. Согласно данным анкеты и интервью,

больше всего пользователей не устраивает качество геопривязки. Касательно уровня обработки, пользователи заинтересованы в получении ортотрансформированных цветосинтезированных данных, а также продуктов тематической обработки.

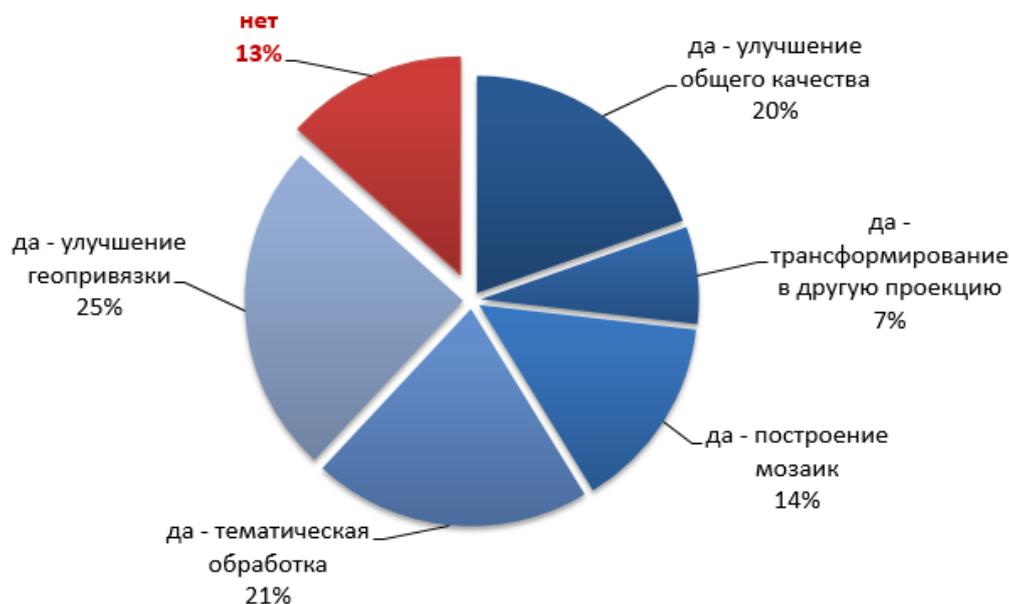


Рисунок 8 – Диаграмма ответов на вопрос о необходимости дополнительной обработки данных ДЗЗ из космоса

9. Данные какой российской аппаратуры Вам наиболее интересны?

Для решения задач на региональном и тем более муниципальном уровне органам исполнительной власти необходимы в первую очередь данные высокого разрешения. Такая тенденция отразилась на представленной диаграмме (Рисунок 9). Примечательным является относительно высокий спрос на данные гиперспектральной аппаратуры (ГСА). Это частично объясняется ответами интервьюирования – некоторые пользователи заказывают съемку вообще любой аппаратурой, чтобы получить хоть какие то «наглядные» данные за интересующий период. Опыт работы с гиперспектральными данными имеется в основном у научных учреждений. Остальные организации заказывают гиперспектральные данные или для накопления или в обзорных целях. Многие респонденты выразили за-

интересованность в обучении работе с данными ГСА.

10. С какой частотой необходимо проводить космическую съемку территории интереса?

На приведенной диаграмме (Рисунок 10) сразу выделяются максимумы – варианты частоты съемок «2-10 суток» и «до месяца». При этом для аппаратуры «Геотон» пользователи готовы немного уступить по частоте съемок. От группировки КА типа «Канопус-В» ожидают высокой оперативности съемки. Необходимо отметить также повышенные требования к частоте съемки среднего и низкого разрешения – значимым становится вариант «несколько раз за сутки». Пользователи ожидают большей производительности и оперативности в данном сегменте, особенно от метеорологических аппаратов типа «Метеор-М».

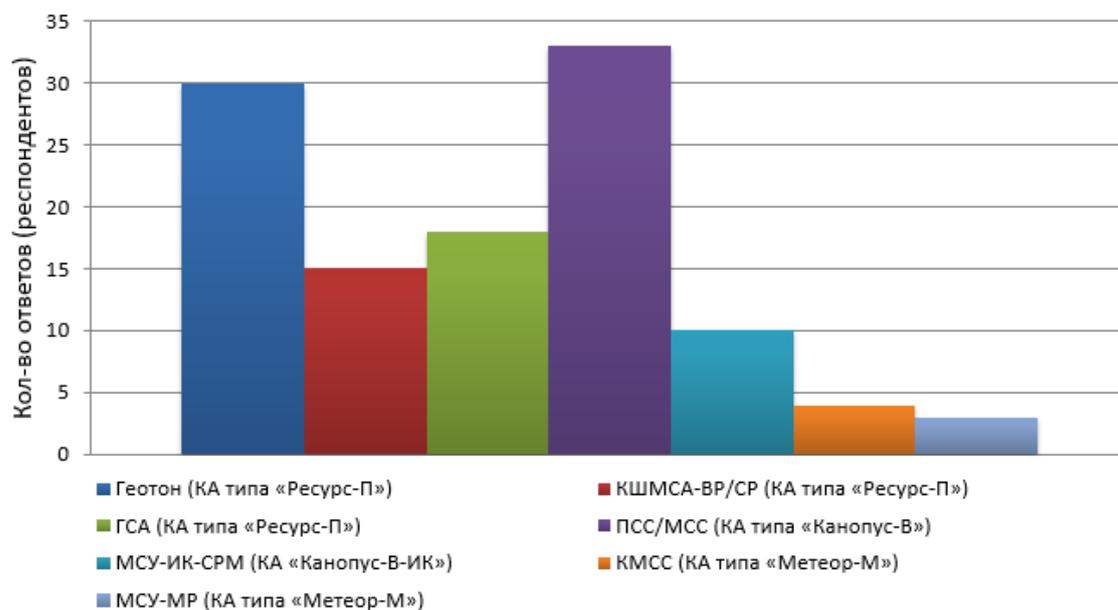


Рисунок 9 – Востребованность данных ДЗЗ, получаемых из различной целевой аппаратуры, установленной на российских КА ДЗЗ

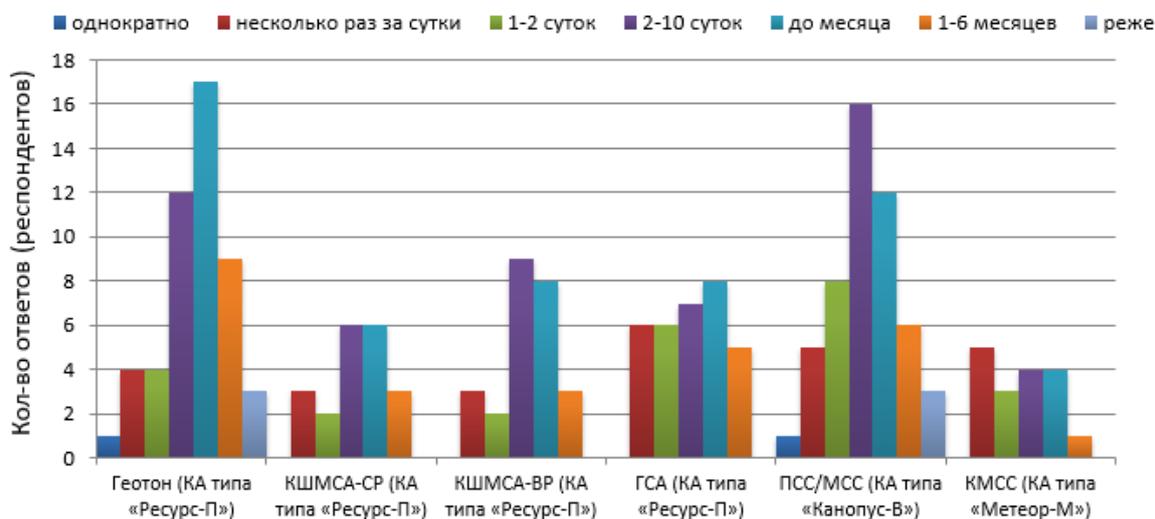


Рисунок 10 – Диаграмма распределения требуемой периодичности космической съемки территории интереса потребителей

11. Какой требуется срок предоставления обработанных данных ДЗЗ из космоса после проведения съемки?

На Рисунке 11 представлена сводная диаграмма ответов на данный вопрос. Согласно ответам респондентов, в среднем требования к оперативности предоставления данных после проведения съемки достаточно умеренные. Показатель «2-10 суток» при отсутствии сбоев приема и передачи данных и очереди на обработку данных не является недостижимым, и на текущий момент данные действительно могут предоставляться в такие сроки.

Показатель «1-2 суток» является более строгим, однако его реализация также возможна, хотя бы для низких уровней обработки данных. Уже упомянутая программа «Landsat» предоставляет данные в открытом доступе в течение суток. Для аппаратов типа «Метеор-М» требования оперативности также выше, как и к требованиям к частоте съемки. Данные должны предоставляться в течение суток. Согласно интервьюированию такие требования в первую очередь необходимы для решения задач метеорологии, океанологии и МЧС.

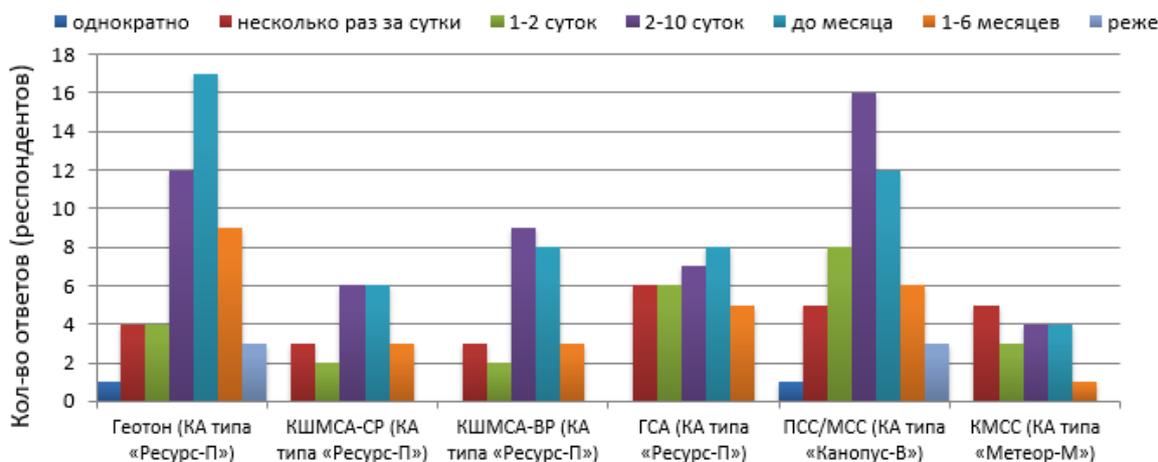


Рисунок 11 – Требуемые сроки представления данных ДЗЗ из космоса

12. Какие из перечисленных характеристик требуют улучшения в первую очередь?

Ответы респондентов на данный вопрос представлены на Рисунке 12. Их рассмотрение позволяет сделать вывод, что наиболее проблемными аспектами работы являются:

- периодичность съемки;
- оперативность получения данных;
- процент покрытия районов заявок;
- общее качество данных (геопривязка, геометрическое и радиометрическое разрешение).

Из общих качеств данных выделяются оперативность и реализуемость заявок. Данные показатели зависят от слаженности работы всех элементов Оператора, отвечающих как за организацию эксплуатации,

так и за саму эксплуатацию. Это указывает на проблему организации работы Оператора как целостной системы. Для улучшения характеристик процента покрытия заявок, оперативности съемки и предоставления данных необходим комплексный подход к оптимизации работы всех элементов Оператора.

13. Какие из перечисленных возможностей вам наиболее интересны?

Респондентам было предложено выбрать несколько наиболее интересных возможностей, реализуемых в перспективных проектах Оператора ДЗЗ из космоса. Распределение ответов приведено на Рисунке 13.

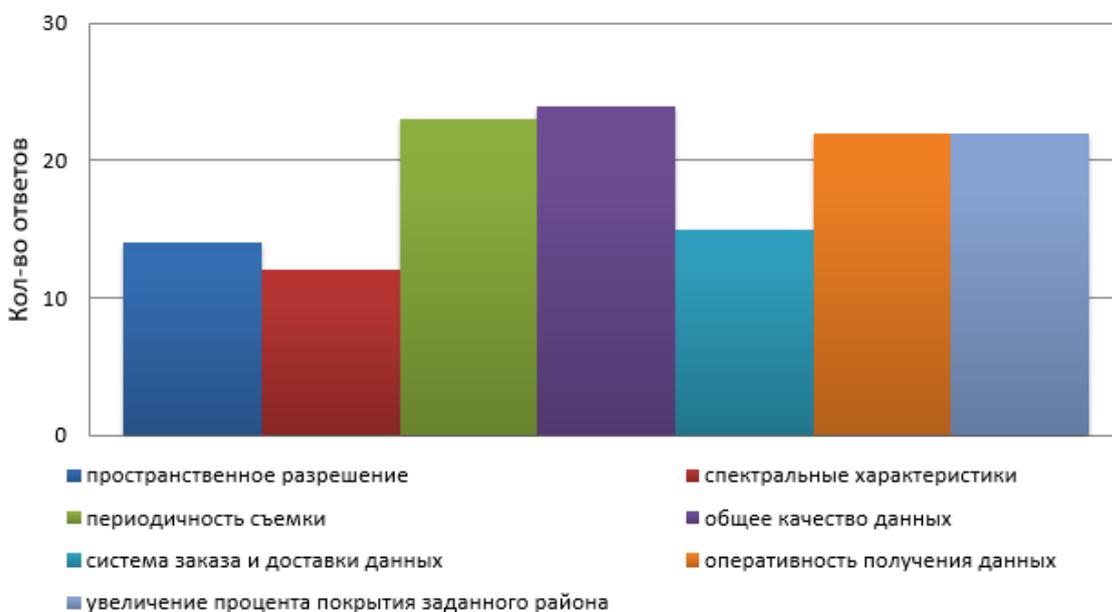


Рисунок 12 – Диаграмма приоритета характеристик данных ДЗЗ



Рисунок 13 – Диаграмма востребованности перспективных возможностей

Отдельные пожелания респондентов:

- необходима информация о процедурах формирования изображений и доступ к материалам предполетных испытаний для оценки точности решения планируемых задач;
- необходимо API для автоматизированных запросов (к базе метаданных и самим данным);
- доступ к исходным необработанным данным.

Респонденты оказались одинаково заинтересованы почти во всех представленных возможностях. Исключением является мобильное приложение. Интервьюирование показало, что идея создания мобильного приложения для заказа данных ДЗЗ вызывает у пользователя только непонимание. Разъяснение целей и возможных вариантов использования также не вызвало интереса к данному варианту.

В интервьюировании большинство респондентов акцентировало внимание на возможности свободного доступа к архиву данных для пользователей на различном уровне.

14. Существует ли у Вас или Ваших коллег потребность в повышении квалификации специалистов в области работы с российскими данными ДЗЗ?

Построенная по полученным ответам диаграмма (Рисунок 14) достаточно однозначно отражает заинтересованность потребителей.

Согласно детализированным ответам пользователей, заинтересованных в повышении квалификации, наиболее интересны:

- предварительная обработка данных – 33%;
- тематическая обработка данных – 27%;
- работа со спектральными характеристиками – 22%;
- основы ДЗЗ и общие сведения о данных и их обработке – 16%.

Также по результатам проведенного интервьюирования многими была высказана необходимость именно в материалах и мероприятиях, посвященных основам ДЗЗ. В организациях, занимающихся прикладными задачами (министерства природы,

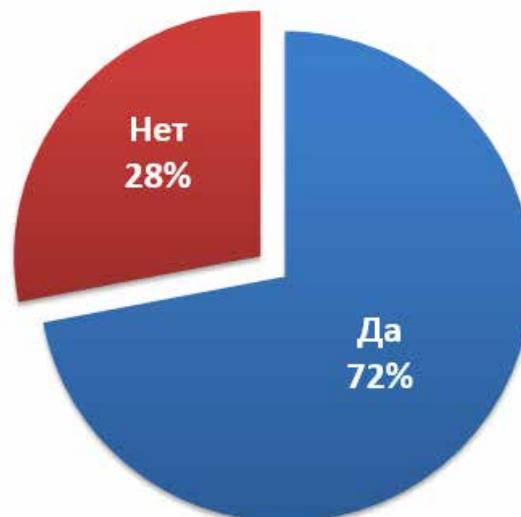


Рисунок 14 – Востребованность повышения квалификации в области работы с российскими данными ДЗЗ

департаменты информатизации и т.д.), не хватает сотрудников, квалифицированных в области работы с ГИС и данными ДЗЗ. Высказана проблема неправильного понимания принципов и возможностей космического ДЗЗ органами управления.

15. Заключительные вопросы предлагают оценить по 10-балльной шкале удовлетворенность данными ДЗЗ из космоса и сервисами предоставления этих данных. Результаты представлены на гистограммах ниже (Рисунки 15 и 16).

Средняя оценка удовлетворенности данными нейтральная – 5.1, сервисами заказа и доставки данных – 6.1 (при десятибалльной оценке). Распределение ответов об удовлетворенности данными в целом имеет смещение в негативную сторону и визуально близко к нормальному. Распределение ответов об удовлетворенности сервисами заказа и доставки имеет неоднородный характер, общий тренд ответов – положительный. В интервьюировании некоторые респонденты отметили, что выставляли оценку удовлетворенности с учетом знания специфики работы некоммерческих организаций. Многие пользователи не имеют завышенных ожиданий от качества российских данных, предоставляемых на безвозмездной основе.

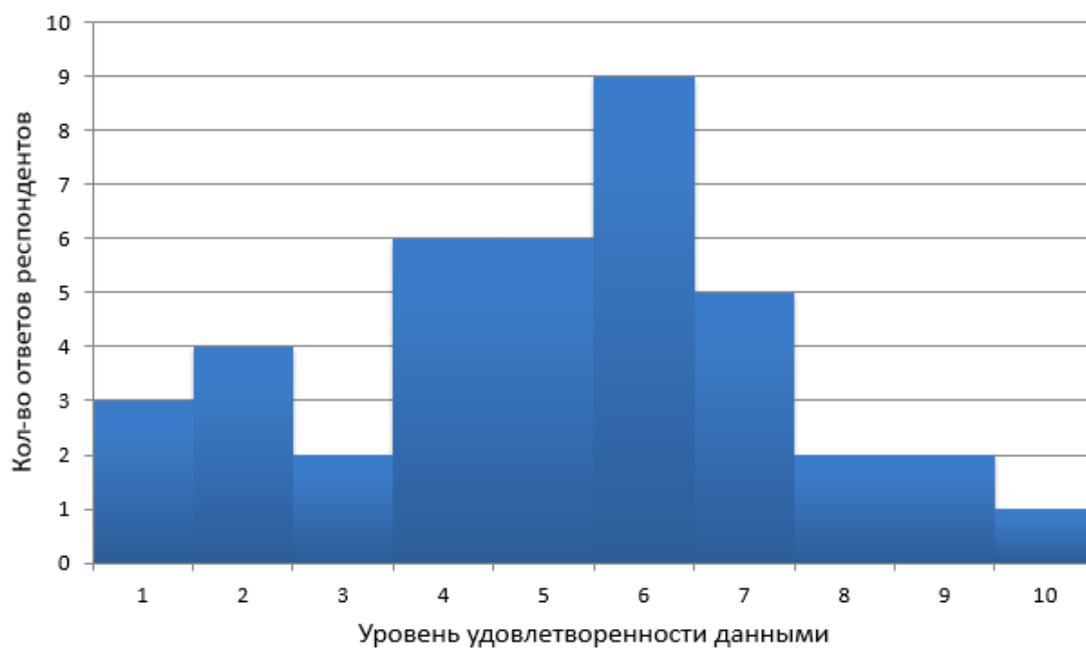


Рисунок 15 – Удовлетворенность пользователей российскими данными ДЗЗ

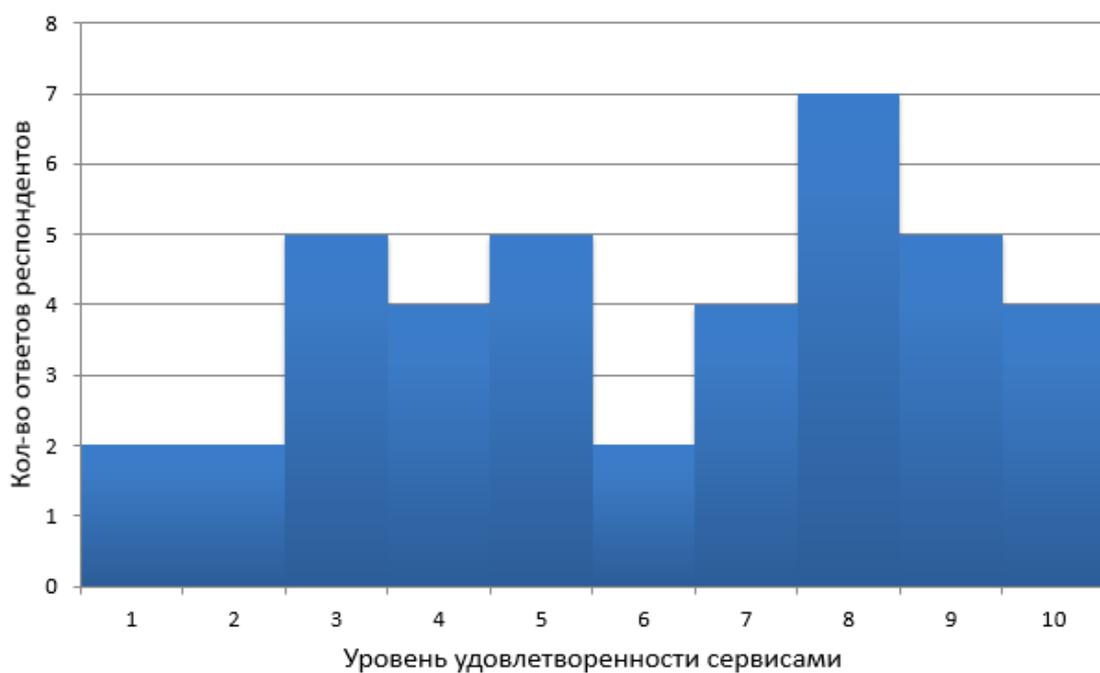


Рисунок 16 – Удовлетворенность пользователей сервисами

Результаты интервьюирования и обобщенный анализ ответов

В проведенном интервьюировании респонденты часто отмечали необходимость уточнения геопривязки. Это особенно важно для РОИВ в сфере надзора, которым нужна высокая точность определения координат объекта правонарушений (несогласованное строительство, вырубки, карьеры и т.д.), и которые не обладают необходимыми компетенциями в области обработки данных ДЗЗ для уточнения геопривязки.

Требование по повышению процента покрытия заявок весьма обоснованно. Согласно анализу выполнения заявок в 2020 году, заявки на данные КА типа «Ресурс-П» выполняются в среднем на 12%, заявки на съемку КА «Канопус-В» – на 80%. Пользователи наиболее заинтересованы в данных аппаратуры «Геотон» КА типа «Ресурс-П». Заявки на данный тип аппаратуры полностью практически не выполняются. Это в первую очередь обусловлено ограниченным ресурсом КА. Данная проблема решается увеличением состава орбитальной группировки спутников данного типа. Кроме того, ситуацию может улучшить оценка реализуемости заявок на этапе их заведения. Возможность предвосхитить результаты съемки поможет пользователю формировать требования к данным более рационально и, таким образом, уменьшить нагрузку на ресурс КА.

В интервью многие респонденты высказали недовольство сложностью процесса заказа данных и заведения заявки на съемку, а также бюрократизацией процесса. У представителей многих РОИВ вызывает недоумение необходимость писать официальный запрос на предоставление данных через посредника – головное ведомство, при возможности формирования такого запроса в электронном виде через Геопортал Роскосмоса. Кроме того, головное ведомство, осуществляющее взаимодействие с Оператором, часто ограничивает подведомственные организации в сроках формирования запроса. Таким образом, необходимо пересмотреть процедуру заведения заявок региональных подведомственных организаций совместно с упрощением алгорит-

ма формирования официального запроса на предоставление данных ДЗЗ, а также возможность повышения степени свободы пользования средствами электронного заказа данных.

Большая часть респондентов отозвалась положительно о возможности создания облачных сервисов обработки и хранения данных. Однако, при создании таких сервисов необходимо учитывать проблему бюрократизации заказа данных, описанную выше.

Респонденты заинтересованы в получении данных более высоких уровней обработки, базовых и тематических продуктов. Согласно развернутым ответам, полученным в интервью, пользователи заинтересованы в создании облачного сервиса предоставления данных и продуктов, однако немногие готовы платить за его использование, как и за сами данные. Необходимо отметить также существование непривлекательных пользователей, довольных текущим качеством данных и сервисами их предоставления. Создание таких сервисов может быть обоснованно при наличии развитой инфраструктуры хранения и распространения данных, а также при наличии штатных средств формирования продуктов высоких уровней обработки, базовых и тематических продуктов.

Проведенное исследование также выявило проблему информационного взаимодействия пользователя с Оператором КС ДЗЗ из космоса. Многие респонденты отмечали недостаточное информирование о статусе выполнения заявки и отсутствие прогноза её выполнения. Интервьюирование выявило низкую осведомленность о перспективных проектах и мероприятиях, проводимых Оператором. Большинство респондентов практически не имело представления о проекте «Цифровая Земля».

Результаты проведенного опроса также свидетельствуют о необходимости распространения обучающих материалов, касающихся как основ ДЗЗ, так и сложных процедур обработки российских данных космического ДЗЗ.

Кроме уточнений по ответам анкетирования, проведенное интервьюирование позволило выявить уровень компетенций

заинтересованных пользователей и также получить углубленное представление о задачах, решаемых различными типами организаций.

Научные организации, как и следовало ожидать, в большей степени решают научные задачи. Эти задачи также можно разделить на следующие: задачи, связанные с ГИС; на разработку новых методик ДЗЗ; применение данных ДЗЗ для решения тематических задач (география, геология, биология). Как правило, сотрудники таких организаций достаточно квалифицированы в области работы с геоданными и данными ДЗЗ.

Организации, деятельность которых связана с областью информационных технологий, преимущественно решают задачи создания региональных ГИС, хранения и накопления геоданных и данных ДЗЗ. При этом использование данных ДЗЗ для решения прикладных тематических задач минимально. Сотрудники таких организаций квалифицированы в областях информационных технологий, работы с данными, ГИС, но не все понимают специфику работы с данными ДЗЗ.

Ещё одну категорию организаций представляют органы надзора в сфере природопользования, недропользования, водных ресурсов и т.д. Такие организации используют данные ДЗЗ для решения прикладных задач – в основном для фиксации нарушений. При этом данные ДЗЗ служат не только для подтверждения уже установленных нарушений, но и для обнаружения новых. Например, опыт Министерства природных ресурсов, экологии и охраны окружающей среды Республики Марий Эл иллюстрирует возможности использования данных ДЗЗ для мониторинга нарушений недропользования. Практика Министерства имеет многолетний опыт работы с данными ДЗЗ для обнаружения незаконных карьеров и нарушений на существующих. По результатам такого мониторинга часто заводятся судебные дела. Также положительный опыт использования российских данных ДЗЗ в судебных делах, заведенных по нарушениям законодательства в сфере использования природных ресурсов, имеет Министерство природных ресурсов Краснодарского края

и Смоленский «Центр информационных технологий».

Основные результаты исследования

Согласно приведенному выше анализу, можно выделить основные требования пользователей к данным и сервисам:

- необходимо улучшение точности геопривязки;
- необходимо повышение полноты выполнения заявок (покрытия каждого района заявки пригодными данными);
- необходимо упрощение процедуры заказа и доступа к данным, в первую очередь, касательно архивных данных.

С точки зрения перспективных возможностей и проектов пользователям наиболее интересны:

- предоставление данных более высоких уровней обработки и качества;
- предоставления базовых и тематических продуктов;
- создание и открытое распространение информационных и обучающих материалов;
- проведение регулярных обучающих мероприятий, конференций и встреч с заинтересованными потребителями всех уровней.

В целом, результаты исследований потребностей, проведенных в 2018–2020 годах, сходятся в неудовлетворенности качеством данных и полнотой выполнения заявок. Наиболее востребованными у пользователей являются данные высокого пространственного разрешения аппаратуры «Геотон» КА типа «Ресурс-П» и данные целевой аппаратуры КА типа «Канопус-В». Росту процента покрытия заявок данными КА типа «Канопус В» за последний год противопоставляется снижение реализуемости заявок на данные КА типа «Ресурс-П». С точки зрения качества данных пользователей в первую очередь не устраивает качество геопривязки.

Согласно данным проведенных опросов, спрос на архивные данные составляет 50% от общего спроса на российские данные ДЗЗ. Кроме того пользователей не устра-

ивают существующий алгоритм заказа данных. Бюрократизация процесса сильно тормозит выполнение прикладных задач, требующих определенного уровня оперативности. Если пользователь готов смириться с тем, что получение оперативных данных (по заявкам на съемку) может занимать до нескольких суток с момента съемки, то задержки в выдаче архивных данных вызывают у него непонимание.

Респонденты положительно отзываются на возможность упрощения доступа к архивным данным ДЗЗ, в том числе с помощью создание облачных сервисов доступа к данным.

По результатам опросов возможность создания перспективных сервисов доступа, заказа, хранения и обработки данных ДЗЗ вызвала у респондентов положительную реакцию. Менее всего пользователей интересует возможность создания мобильного приложения для заказа данных. Большая часть респондентов оказалась заинтересована в создании данных более высоких уровней обработки и тематических продуктов. Однако необходимо учесть, что все опрошенные респонденты получают данные на безвозмездной основе, и большинство из них не готово предоставлять плату даже за более качественные данные или продукты.

Необходимо отметить, что в настоящем исследовании респонденты отмечали недостаточное информирование о проектах Оператора. Значительная часть респондентов не знает ничего конкретного о проекте «Цифровая Земля». Существует необходимость в распространении информационно-аналитических материалов о текущей работе Оператора, перспективных разработках, мероприятиях и новостей из российской отрасли ДЗЗ.

Выводы и заключение

Для удовлетворения основных требований пользователей к существующим и перспективным российским данным и сервисам ДЗЗ сформулированы следующие выводы:

1) необходимо повышение точности ге-

опривязки данных аппаратуры КА типа «Ресурс-П» и «Канопус-В» до значений, приближенных к пространственному разрешению (1-15 м). Для повышения точности геопривязки данных существующих аппаратов необходимо покрытие опорными геодезическими данными в виде каталога опорных точек соответствующей точности;

2) повышение процента покрытия заявок достигается увеличением состава орбитальной группировки и оптимизацией работы систем планирования целевого применения КС ДЗЗ. Текущую ситуацию может улучшить внедрение алгоритмов оценки реализуемости заявок на этапе их заведения. Возможность предвосхитить результаты съемки поможет пользователю формировать требования к данным более рационально и, таким образом, уменьшит нагрузку на ресурс КА;

3) необходимо упростить процедуру заведения заявок региональных подведомственных организаций и алгоритм формирования официального запроса на предоставление данных ДЗЗ. Также необходимо доработать систему заказа данных с помощью Геопортала Роскосмоса с целью повышения степени свободы пользования средствами электронного заказа данных;

4) работу с потребителем по заведению заявок также требуется упростить реализацией перспективных облачных сервисов обработки и хранения данных. Однако при создании таких сервисов необходимо учитывать проблему бюрократизации заказа данных;

5) предоставление данных более высоких уровней обработки (2В, 2В1) для государственных органов на безвозмездной основе;

6) реализация потребности в перспективных сервисах обработки, хранения и распространения данных и продуктов ДЗЗ может быть обоснована при наличии развитой инфраструктуры хранения и распространения данных, а также при наличии развитых штатных средств формирования продуктов высоких уровней обработки, базовых и тематических продуктов;

7) требует решения проблема недостаточного информирования пользователей о статусе выполнения заявок и о работе

Оператора. Для этого необходимо доработать и автоматизировать средства работы с пользователями КВП. Кроме того, необходимо предоставление в свободном доступе информации о работе центра средствами сайта НЦ ОМЗ или Геопортала Роскосмоса. Информацию о перспективных проектах, встречах и изменениях работы рекомендуется распространять автоматической рассылкой для всех пользователей;

8) результаты проведенного опроса также свидетельствуют о необходимости расширения обучающих материалов и

проведения обучающих мероприятий, касающихся как основ ДЗЗ, так и сложных процедур обработки российских данных космического ДЗЗ. Проведение таких мероприятий возможно как в очном формате, так и в формате вебинаров, что наиболее востребовано у пользователей удаленных от столицы регионов. Кроме того, пользователей интересуют мероприятия способствующие обмену опытом – встречи и конференции, посвященные лучшим практикам и положительному опыту использования данных ДЗЗ в России и за рубежом.



Список используемых источников

1. <https://www.nesdis.noaa.gov/content/customer-satisfaction-survey>
2. <https://www.intelligence-airbusds.com/en/8378-customer-satisfaction-survey>
3. <https://earthdata.nasa.gov/eosdis/system-performance/acsi-reports>

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ПО ДАННЫМ КА «РЕСУРС-П»

А.Э. Зубарев
АО «РАКУРС»

Введение

Среди задач, решаемых с использованием данных с космического аппарата (КА) «Ресурс-П», особое место занимает построение цифровой модели поверхности (ЦМП) на территориях поселений (городских агломераций). В работе описана методика автоматической стереообработки данных ДЗЗ с использованием опорных точек, полученных в результате обработки аэрофотосъемки (АФС) камерой VisionMap А3, оценены характерные погрешности (ошибки) при реализации методики. Выполнено сравнение ЦМП, полученной по космическим изображениям КА «Ресурс-П» (размер пикселя на местности лучше 1.0 м в надире) с опорной (эталонной) ЦМП высокого разрешения (размер пикселя на местности 6 см).

Космический аппарат (КА) «Ресурс-П» позволяет производить съемку со значительными углами конвергенции. В некоторых случаях эти углы достигают 90.5 градусов. Возможность автоматической стереообработки данных ДЗЗ, полученных в разные моменты съемки, значительно повышает конкурентное преимущество данных, полученных с КА «Ресурс-П» при выборе исходной информации для построения ЦМП.

Описание экспериментальных исследований

Для оценки качества автоматической стереообработки блока снимков КА «Ресурс-П» Госкорпорация «Роскосмос» пре-

доставил две стереопары, полученные с разницей в 17 дней, 21.08.2017 и 06.09.2017, с углами конвергенции 58 и 65 градусов соответственно. Здесь уместно сделать два замечания: съемка для обеих стереопар проводилась при схожей высоте солнца, а именно с 10:48 - 10:53, интервал между съемками обеспечил сохранение стабильной ситуационной обстановки на местности (не должны были происходить значительные изменения местности, способные повлиять на точность ЦМП).

При исследовании помимо основных пар снимков, были составлены межвитковые пары с углами конвергенции 11, 12, 61 и 63 градуса. Таким образом в обработке участвовали 6 стереопар, составленные из 4 снимков. Средний размер пикселя на местности составил 73 см. Для уравнивания блока снимков были использованы 4 опорные точки, полученные по эталонной ЦМП с размером пикселя на местности 6 см в результате обработки аэрофотосъемки (АФС) камерой VisionMap А3 со средним размером пикселя на местности 5.9 см. Точки выбраны на характерных контурах (крышах зданий или хорошо различимых объектах (Рисунок 1).

Далее в тексте под эталонной ЦМП будем понимать ЦМП, построенную в результате обработки АФС камерой VisionMap А3. Элементы внешнего ориентирования (ЭВО) снимков VisionMap А3 были представлены точные и не требовали дополнительного уравнивания. Поэтому в цифровой фотограмметрической системе (ЦФС) PHOTOMOD был выполнен только импорт точных ЭВО и выполнено прямое геопози-



Рисунок 1 – Расположение опорных точек на блоке снимков КА «Ресурс-П»

ционирование, что позволило сформировать стереопары снимков для дальнейшей обработки. Далее по всем стереопарам снимков было выполнено построение эталонной ЦМП с размером пикселя на местности 6 см.

В результате полуавтоматической обработки (измерение опорных точек произведено оператором) на ЦФС PHOTOMOD блока изображений КА «Ресурс-П» были получены расхождения на опорных и связующих точках (Рисунок 2).

Ошибки		Ошибки	
СКО	Ср. модуль	СКО	Ср. модуль
Eх(пикс.), Eу(пикс.), Eху(пикс.), Eху(м) Опорные точки 0.414, 0.395, 0.572, 0.418 Контрольные точки 0.000, 0.000, 0.000, 0.000 Связующие точки 0.449, 0.384, 0.591, 0.434 Точки сгущения 0.000, 0.000, 0.000, 0.000		Eх(пикс.), Eу(пикс.), Eху(пикс.), Eху(м) Опорные точки 0.751, 0.812, 0.812, 0.562 Контрольные точки 0.000, 0.000, 0.000, 0.000 Связующие точки 1.108, 0.936, 1.130, 0.836 Точки сгущения 0.000, 0.000, 0.000, 0.000	
----- EХ(м), EУ(м), EZ(м), EХУ(м) Опорные точки 0.156, 0.152, 0.295, 0.218 Контрольные точки 0, 0, 0, 0 Связующие точки между стереопарами 0.489, 0.503, 0.861, 0.683 от уравниваемого положения 0.26, 0.264, 0.457, 0.354 Точки сгущения между стереопарами 0, 0, 0, 0 от уравниваемого положения 0, 0, 0, 0		----- EХ(м), EУ(м), EZ(м), EХУ(м) Опорные точки 0.28, 0.239, 0.472, 0.329 Контрольные точки 0, 0, 0, 0 Связующие точки между стереопарами 0.983, 1.14, 1.77, 1.18 от уравниваемого положения 0.493, 0.595, 0.912, 0.605 Точки сгущения между стереопарами 0, 0, 0, 0 от уравниваемого положения 0, 0, 0, 0	

Рисунок 2 – Оценка точности в результате уравнивания блока снимков «Ресурс-П» (приведены краткие отчеты об ошибках блока после уравнивания: слева средние квадратические ошибки, справа максимальные)

На основе отчета по обработке блока изображений можно сделать вывод, что остаточные расхождения на опорных и связующих точках не превосходят допустимых: допустимая ошибка определения координат связующих точек на снимках не должна превышать 1.5 пикселя (в данном случае максимальная ошибка 1.13 пикселя), отклонение исходных координат опорных точек от уравненного положения не должно превышать 1.0 пикселя на местности (в нашем случае 1 пиксель составляет 73 см, а максимальная ошибка составляет 33 см в плане и 47 см по высоте).

Расхождения уравненных значений координат связующих точек при решении засечек между стереопарами позволяют ожидать точности окончательной ЦМП со средней квадратической ошибкой (СКО) не хуже 2-3 метрового диапазона. Для этого рассмотрим составляющие результирующей ошибки по высоте ЦМП и получим предельную ошибку измерения по высоте отдельного пикселя:

$$\sigma_{рез}^2 = \sigma_{уравнивания}^2 + \sigma_{измерения}^2$$

$$\sigma_{измерения}^2 = \frac{\sigma_{ху}^2}{\left(2 \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^2}$$

$$\sigma_{рез1}^2 = 0.86_M^2 + \frac{0.73_M^2}{\left(2 \cdot \tan(30^\circ)\right)^2} = 1.13_M^2$$

$$\sigma_{рез2}^2 = 0.86_M^2 + \frac{0.73_M^2}{\left(2 \cdot \tan(5^\circ)\right)^2} = 4.26_M^2$$

$$f_{пред1} = 2.5 \cdot \sigma_{рез} = 2.5 \cdot 1.13_M = 2.8_M$$

$$f_{пред2} = 2.5 \cdot \sigma_{рез} = 2.5 \cdot 4.26_M = 11.0_M$$

где $\sigma_{рез}$ – суммарная СКО по высоте, $\sigma_{уравнивания}$ – СКО по высоте, характеризующая точность ориентирования стереомоделей, оцененную в результате уравнивания на основе расхождений измеренных связующих и опорных точек, $\sigma_{измерения}$ – СКО по высоте единичного измерения в стереопаре, соответствующее ошибке в 1 пиксель на снимке, $f_{пред}$ – суммарная предельная (максимальная) ошибка по высоте, α – средний для стереопары угол засечки (конвергенции).

Для получения максимальной точности окончательной ЦМП в обработке участвовали все стереопары одновременно. Все 6 стереопар имели общее перекрытие, что позволило выполнить статистическую отбраковку грубых ошибок.

Оценка качества полученной ЦМП произведена в разделе «Анализ результатов экспериментальных исследований» визуально (пункты 1-4) и по разностной матрице (матрица отклонений от эталона, пункты 5-6) (Рисунок 3).

Визуальная оценка, проведенная на основе Рисунка 3.в позволяет выявить характерные рассогласования результатов обработки стереопар КА «Ресурс-П» и эталона. Обратим внимание на область 1 на рисунке 3в, в которой выделяется фигура правильной формы, так же заметны множественные области подчеркивающие границы строений и «пятна», которые можно классифицировать как отдельные деревья или их группы.

Анализ результатов экспериментальных исследований

Рассмотрим основные характерные рассогласования:

- 1) имеются пустоты в той части города, где преобладает высотное строительство, что вызвано геометрией съемки (при значительных углах отклонения от надира высотные здания закрывают значительную область снимка и образуют невидимые зоны, именно эти зоны составляют пустоты);
- 2) пустоты в северо-западной части ЦМП связаны с облачностью на одной из стереопар;
- 3) низкоэтажные объекты (до 5 метров по высоте) «сливаются» с соседними зданиями, что в большей степени объясняется разрешающей способностью данных;
- 4) улицы и мелкие дороги шириной порядка 3-4 метров в плотно застроенной территории не различимы в основном из-за геометрии съемки (при углах отклонения от надира порядка 30 градусов все линейные объекты (узкие улицы) закрываются соседними зданиями).

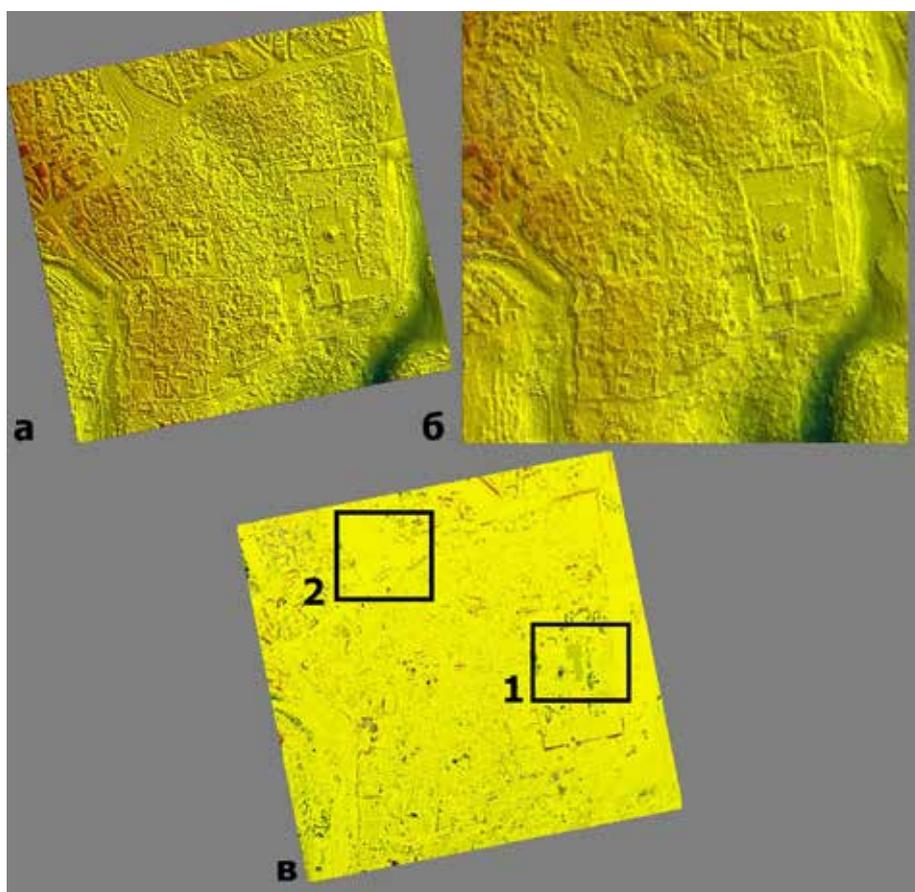


Рисунок 3 – Результат обработки стереопар Ресурс-П и матрица разностей высот.
 а) ЦМП, полученная в результате обработки 6 стереопар Ресурс-П
 б) опорная ЦМП, в) матрица отклонений от эталона (б)-(а)



Рисунок 4 – Наличие облачности на снимках.

Это хорошо видно на Рисунке 5: фактически поверхность земли вдоль улицы различима на одном снимке, а на втором видны только стены домов.

5) на разностной матрице (Рисунок 3.в. область 1) характерное заметное пятно правильной формы в восточной части объясняется новым строением, возведенным в промежутке времени, прошедшем после АФС и до начала съемки «Ресурс-П».

б) так же можно обратить внимание на отдельные группы регулярных структур окрашенных в зеленый цвет (Рисунок 3.в. область 2). Это посадки деревьев, которые в результате генерализации не имеют четких очертаний в ЦМП (по данным КА «Ресурс-П»).

На Рисунке 6 можно заметить, что распределение гистограммы носит в основном случайный характер, и не содержит систематических ошибок, вызванных горизон-

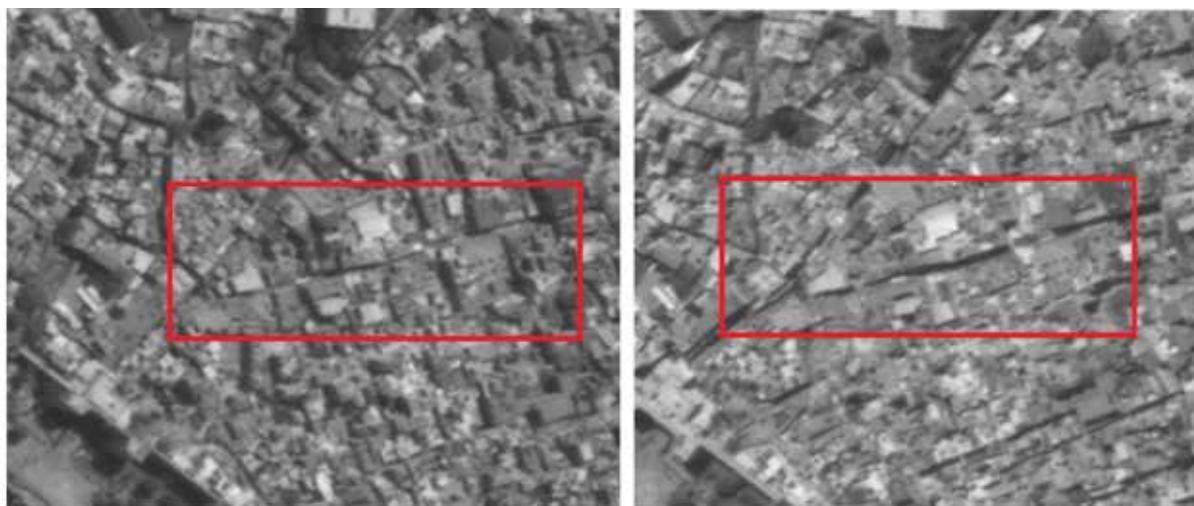


Рисунок 6 – Пример изображения улицы на разных снимках стереопары

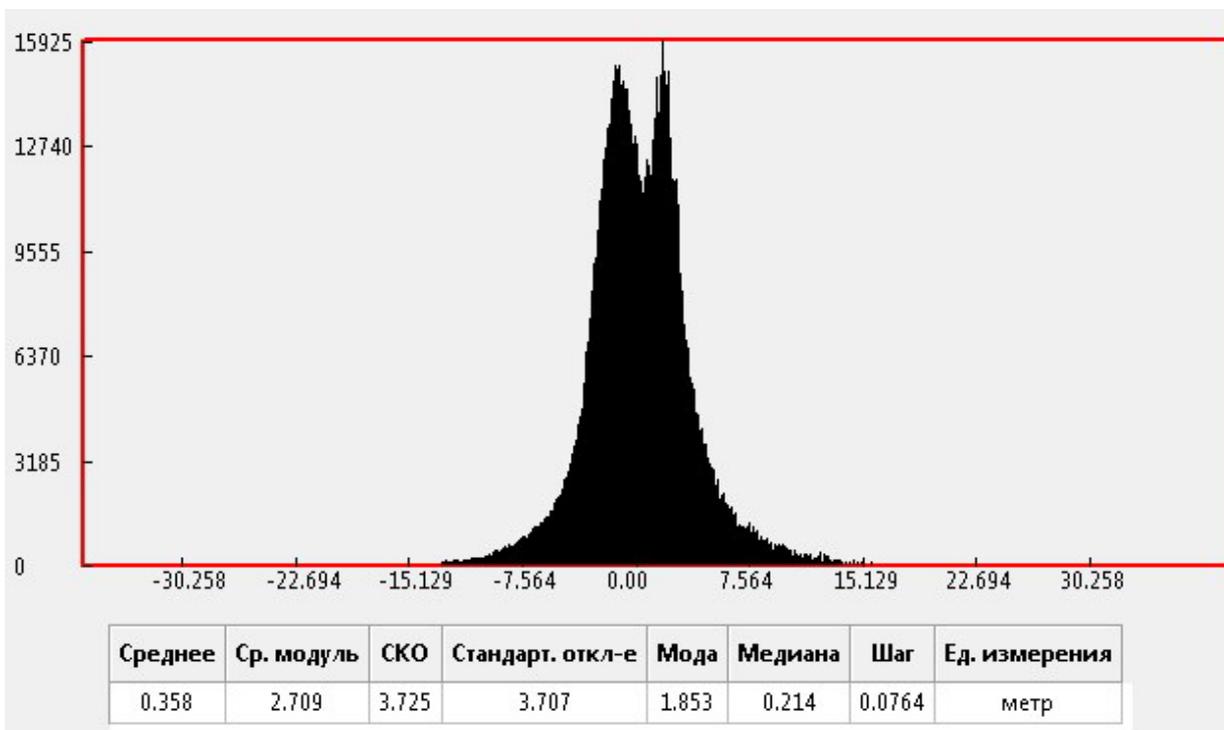


Рисунок 6 – Пример изображения улицы на разных снимках стереопары

тальным или вертикальным смещением построенной ЦМП от опорной. Плановые систематические ошибки (смещения) были компенсированы за счет уравнивания с учетом опорных точек. Среднее значение разности составляет всего 0.3 метра, что также подтверждает отсутствие систематического смещения по высоте для всей модели в це-

лом. Наличие двух пиков в области +2.5 м и -2.5 м, можно интерпретировать как области около небольших зданий (до 5 метров) и узких улиц шириной до 3-5 метров.

На Рисунке 7 представлен профиль отклонений высот ЦМП (Ресурс-П) от опорной ЦМП вдоль линии длиной порядка 600 м. Вдоль всего профиля можно заме-

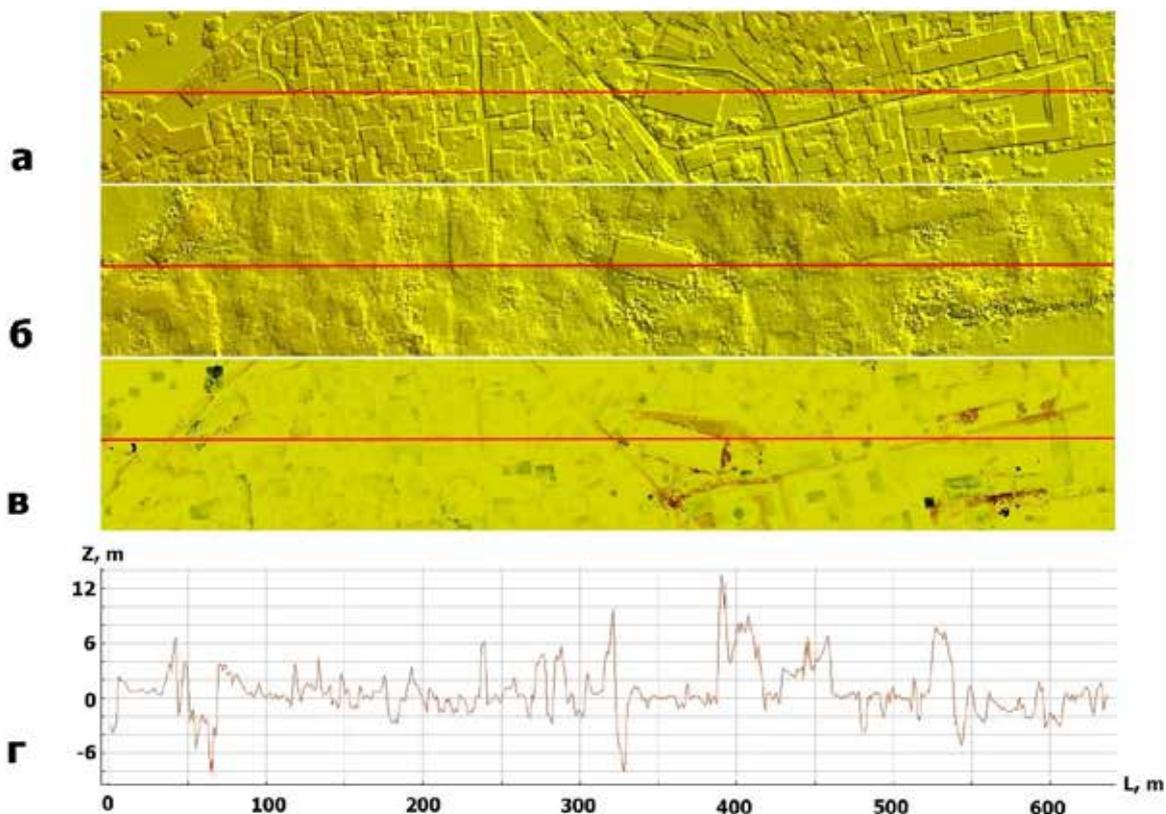


Рисунок 7 – Сравнение ЦМП
 а) эталонная ЦМП; б) ЦМП (Ресурс-П); в) разница (б)-(а);
 г) вертикальный профиль вдоль линии, построенный на основе (в)

тить следующую тенденцию: если мы видим широкий объект, например, дом или открытая местность, то отклонения близки к 0 ближе к центру объекта и нарастают к краю. Однако, если встречаются дороги или границы перехода между крышей и землей, то мы видим значительные отклонения порядка 3-5 метров (что соответствует высоте характерного объекта). При этом все контуры объектов различимы, однако, из-за естественной генерализации более чем в 12 раз (6 см против 74 см) границы объектов расширяются и, соответственно, точность снижается.

Выводы

В работе проведен анализ возможности стереообработки данных КА «Ресурс-П» в области плотной городской застройки. В результате обработки получена ЦМП с разрешением 0.75 м и СКО по высоте 3.7 м. Сравнительный анализ полученной ЦМП с эталонной ЦМП показывает хорошую согласованность данных (с СКО на уровне 3-4 метров), что может говорить о хорошей внутренней геометрии сенсора и высокой точности внешней привязки по опорным данным. ЦМП с аналогичными характе-

ристикami могут быть использованы для получения топографических планов вплоть до масштаба 1:10000, в также с целью получения рельефа местности в труднодоступных и горных районах с сечением рельефа порядка 10-15 м.

В дальнейшем планируется провести исследование точности ЦМП, построенной по данным КА «Ресурс-П» в области от-

крытой местности, для практически полного исключения антропогенных объектов и высокой растительности из результатов обработки. При таких условиях можно ожидать получения высокоточных моделей с СКО по высоте порядка 1.5 м и меньше, что позволит расширить область применения данных КА «Ресурс-П» в хозяйственной деятельности. ■

» ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- широтный пояс: 80° ю.ш. – 80° с.ш.;
- орбита: круговая солнечно-синхронная, высота – 475 км, наклонение – 97,3°;
- периодичность съемки: не более трех суток;
- срок активного существования: не менее 5 лет

ДАТА ЗАПУСКА

- «Ресурс-П» № 1 – 25 июня 2013 года;
- «Ресурс-П» № 2 – 26 декабря 2014 года (выведен из эксплуатации);
- «Ресурс-П» № 3 – 16 марта 2016 года

РЕЖИМЫ СЪЕМКИ

- Объектовая
- Маршрутная
- Стереосъемка
- Площадная

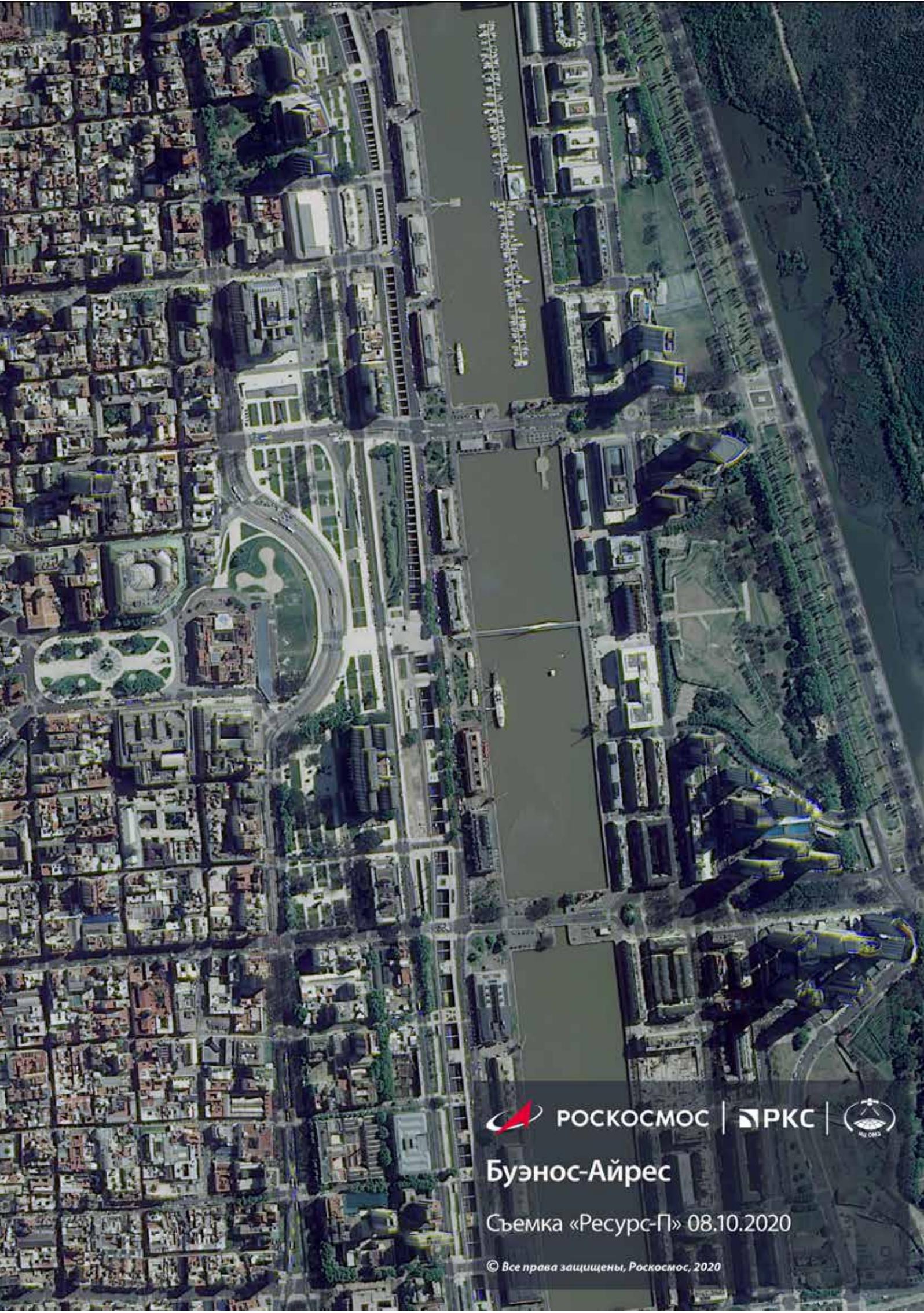
НАЗНАЧЕНИЕ

Получение высокодетальных данных ДЗЗ в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра в режиме реального времени для осуществления экологического мониторинга, инвентаризации природных ресурсов, поиска полезных ископаемых, крупномасштабного картографирования

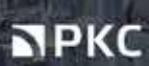
*Данные принимаются и обрабатываются
Оператором российских космических средств ДЗЗ –
ИЦ ОМЗ АО «Российские космические системы»*

7-19 октября - Международный фестиваль гитары в Аргентине





РОСКОСМОС



Буэнос-Айрес

Съемка «Ресурс-П» 08.10.2020

© Все права защищены, Роскосмос, 2020

ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ БАНКА БАЗОВЫХ ПРОДУКТОВ ДЗЗ ДЛЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РФ

А.Н. Марков, А.И. Васильев,
Н.А. Ольшевский, А.В. Крылов,
Б.Б. Салимонов, П.А. Синяев,
Р.А. Михаленков, Е.В. Волкова
АО «Российские космические системы»

Введение

Утвержденная Правительством РФ национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», направленная на реализацию государственной стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг., должна способствовать созданию благоприятных условий для повышения благосостояния и качества жизни граждан РФ, в том числе за счет улучшения доступности и качества товаров и услуг, произведенных с использованием современных цифровых технологий. И необходимость существования таких условий была отмечена и учтена ранее ГК Роскосмос при утверждении Федеральной космической программы (ФКП) на периоды 2006-2015 и 2016-2025 годов с акцентами на работе с информационными ресурсами на основе данных ДЗЗ в интересах различных потребителей. Таким образом, создана основа для последующего развития имеющихся результатов разработок в рамках ФКП уже на уровне национальной программы во исполнение государственной стратегии.

Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» включает проект федерального уровня «Ин-

формационная инфраструктура», в рамках которого Госкорпорация «Роскосмос» реализует отраслевой проект «Цифровая Земля» (Заичко В.А. и др., 2019). Этот проект направлен на создание информационной системы (цифровой платформы) «Цифровая Земля» для обеспечения доступа потребителей к единому сплошному многослойному динамическому покрытию (ЕСМДП).

Под ЕСМДП (Марков и др., 2019) понимается многоуровневая совокупность наборов растровых данных ДЗЗ, включающая:

1. опорное покрытие, обеспечивающее верификацию геодезической привязки отдельных маршрутов (сцен) мультимасштабного динамического покрытия;
2. мультимасштабное динамическое покрытие, представляющее собой совокупность наборов маршрутов (сцен) съемки земной поверхности, в рамках которой каждый набор обеспечивает многократное сплошное покрытие территории РФ для заданного пространственного разрешения;
3. мультимасштабное мозаичное покрытие – совокупность бесшовных сплошных покрытий (БСП) территории РФ, сформированных на основе данных мультимасштабного динамического покрытия за различные временные интервалы и обновляемые за регламентированные промежутки времени.

На рисунке 1 приведена структура ЕСМДП, а также возможности группировки российских КС ДЗЗ по формированию и обновлению бесшовных сплошных покрытий из состава ЕСМДП (см. Таблицу 1). Приведенные оценки получены на основе анализа архивов НКПОР-О при опытном формировании БСП с минимальным уровнем облачности для различных регионов РФ и за различные временные периоды.

Разработка цифровой платформы, обеспечивающей формирование и обновление ЕСМДП, поддерживающей создание и предоставление различных производных информационных продуктов ДЗЗ на основе ЕСМДП, а также их анализ и обработку с использованием специализированных тематических веб-сервисов, является целевой задачей проекта «Цифровая Земля». Такой широкий функционал разрабатывае-



Рисунок 1 – Компонентная структура ЕСМДП

Таблица 1 – Характеристики бесшовных сплошных покрытий из состава ЕСМДП

Слой	Размер пикселя	Аппаратура, тип КА	Размер покрытия	Обновление
БСП-V1	1м	Геотон-Л1, «Ресурс-П»	Региональный	3...5 лет
БСП-V2	3м	МСС/ПСС, «Канопус-В»		1...3 года
БСП-C1	15м	ШМСА-ВР, «Ресурс-П»	Федеральный	3...12 мес.
БСП-C2	60м	КМСС, «Метеор-М»		0.5...1 мес.
БСП-N1	1000м	МСУ-МР, «Метеор-М»	Глобальный	1...3 дня

мой в настоящее время (2020 г.) вычислительной среды соответствует современным тенденциям в части применения облачных технологий для обработки и предоставления космической информации ДЗЗ. Например, веб-сервисы государственных зарубежных операторов NASA (<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>),

USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), ESA (<https://www.sentinel-hub.com/>) обеспечивают онлайн доступ к данным и информационным продуктам ДЗЗ среднего и низкого разрешения. Для данных высокого и сверхвысокого разрешения коммерческие операторы космических систем предоставляют потребителям доступ к бесшовным сплош-

ным покрытиям (<https://www.planet.com/>), а также к вычислительным и программным средствам для их обработки (<https://www.digitalglobe.com/products/gbdx>). Среди отечественных решений следует отметить информационную систему ВЕГА (<http://sci-vega.ru/>), обеспечивающую доступ к многолетним архивам данных ДЗЗ (преимущественно зарубежных КС ДЗЗ), а также широкий инструментарий их тематической онлайн-обработки. Кроме того, следует отметить «Геопортал Роскосмоса» (<http://gptl.ru/>), обеспечивающий предоставление продуктов стандартной обработки данных российских КС ДЗЗ, а также геоинформационный сервис «Банк базовых продуктов» (<https://bbp.ntsomz.ru/>), предназначенный для формирования высокоуровневых (Лупян, Саворский, 2011; Стремов и др., 2019) информационных продуктов на основе отечественных данных ДЗЗ.

Учитывая направленность разрабатываемой цифровой платформы на формирование ЕСМДП, преимущественно по данным отечественной орбитальной группировки КС ДЗЗ, более подробно рассмотрим технологические решения по формированию и предоставлению входящих в его состав бесшовных сплошных покрытий, реализованные в геоинформационном сервисе «Банк базовых продуктов» (ББП) (Селин и др., 2019).

Развитие технологий ББП обеспечение формирования и предоставления бесшовных сплошных покрытий

Обобщенная структурно-технологическая схема ББП приведена на рисунке 2. На схеме выделены основные компоненты ББП в виде функциональных блоков, а также стрелками определен ход движения данных и управляющих команд между блоками. Более подробно архитектура геоинформационного сервиса представлена в статье (Марков и др., 2016).

Центральным элементом ББП является блок оперативного и долговременного хранения продуктов ДЗЗ. В обеспечение ведения архива различных видов продуктов, разработана специализированная объектная модель каталога данных в виде расширения международного стандарта ISO 19115. Ключевыми элементами предлагаемой объектной модели являются типизация и иерархичность хранимых сущностей, а также фрагментарность информационных продуктов. Объектная модель предусматривает хранение трех основных видов продуктов: стандартный базовый продукт, тематический базовый продукт и мозаичное покрытие (или бесшовное сплошное покрытие), формируемое как на основе стандартных, так и тематических базовых продуктов.

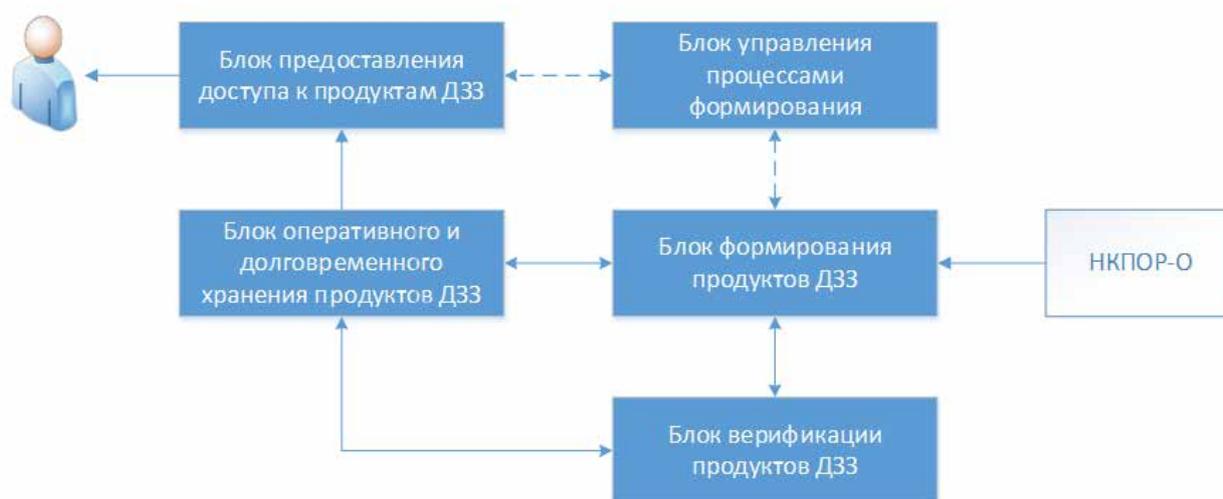


Рисунок 2 – Структурно-технологическая схема ББП (сплошные стрелки – данные и продукты ДЗЗ, пунктирные стрелки – управляющие команды)

На рисунке 3 приведена структурная uml-диаграмма сущностей объектной модели, демонстрирующая иерархию типов. При этом серым цветом отмечены логические сущности, обеспечивающие группировку нижестоящих (в рамках каталога), зеленым цветом обозначены типы данных, для которых доступны полноразмерные растровые данные информационных продуктов в долговременном и/или оперативном архиве. Синим цветом обозначены связи типа «наследование» («дочерний» расширяет атрибутику «родителя»), зеленым – ассоциативные связи, красным – агрегирующие связи.

Функциональный блок управления процессами формирования продуктов ДЗЗ предназначен для диспетчеризации технологических процессов, декомпозиции процессов на элементарные задачи, а также администрирования выполнения этих задач. Программная модель этого блока рассматривается в рамках (Марков и др., 2018а) и представляет собой трехуровневый программный каркас, в рамках которого взаимодействие между модулями реализуется по протоколу TCP/IP, а бизнес-логика диспетчеризации и декомпозиции технологических процессов вынесена

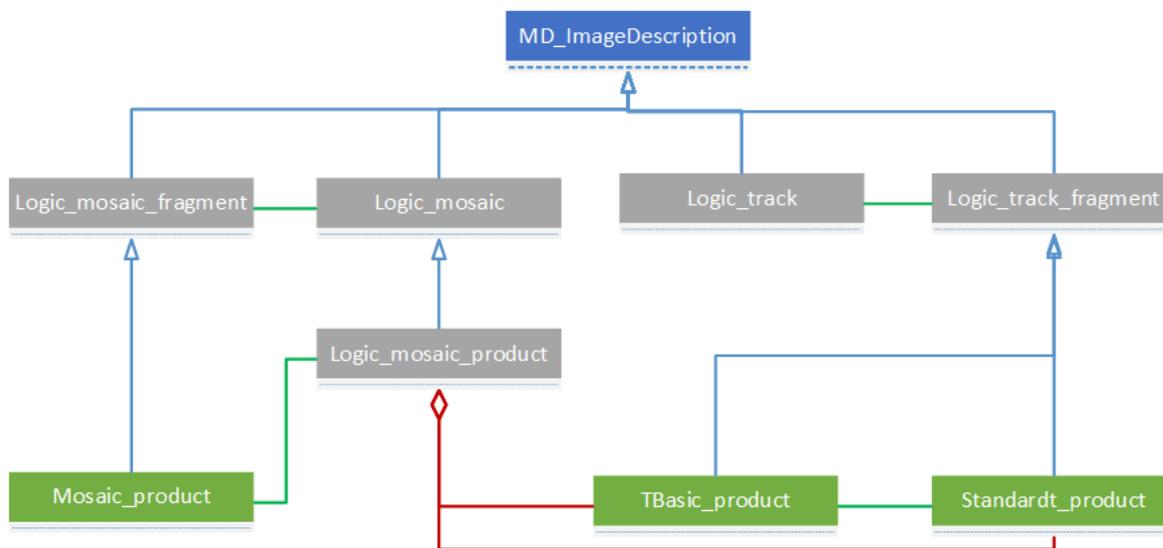


Рисунок 3 – Структурная uml-диаграмма сущностей объектной модели каталога базовых продуктов ДЗЗ

на уровень БД. Развитие программного каркаса позволило объединить верхний и средний уровень в виде веб-сервиса (при этом на логическом уровне средний уровень также обеспечивает объединения модулей-worker по целевым технологическим процессам). На рисунке 4 приведена обобщённая схема блока управления, в рамках которой каждый модуль-worker должен быть развернут на вычислительных узлах (в виде программы-демона), а сами вычислительные узлы, включая пути к исполняемым файлам, должны быть зарегистрированы в БД. При этом web-api обеспечивает

взаимодействие между модулями по шине команд (HTTP- протокол). Обмен данными реализуется по шине данных на основе обменных буферов (SMB/FTP-протоколы). На рисунке 5 приведена временная диаграмма технологического процесса выполнения заявки, в рамках которого задачи независимы и выполняются параллельно. При этом программным каркасом поддерживаются технологические процессы, в которых задачи зависимы между собой и не могут выполняться параллельно. Более подробно реализованные технологические модели рассмотрены в (Марков и др., 2018).

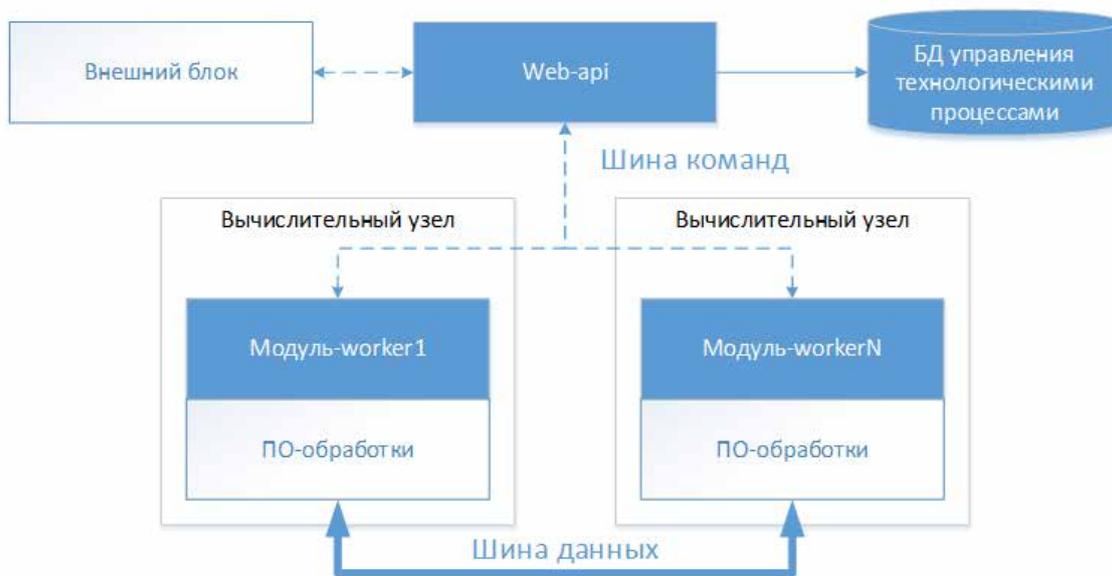


Рисунок 4 – Обобщенная схема блока управления процессами формирования продуктов ДЗЗ

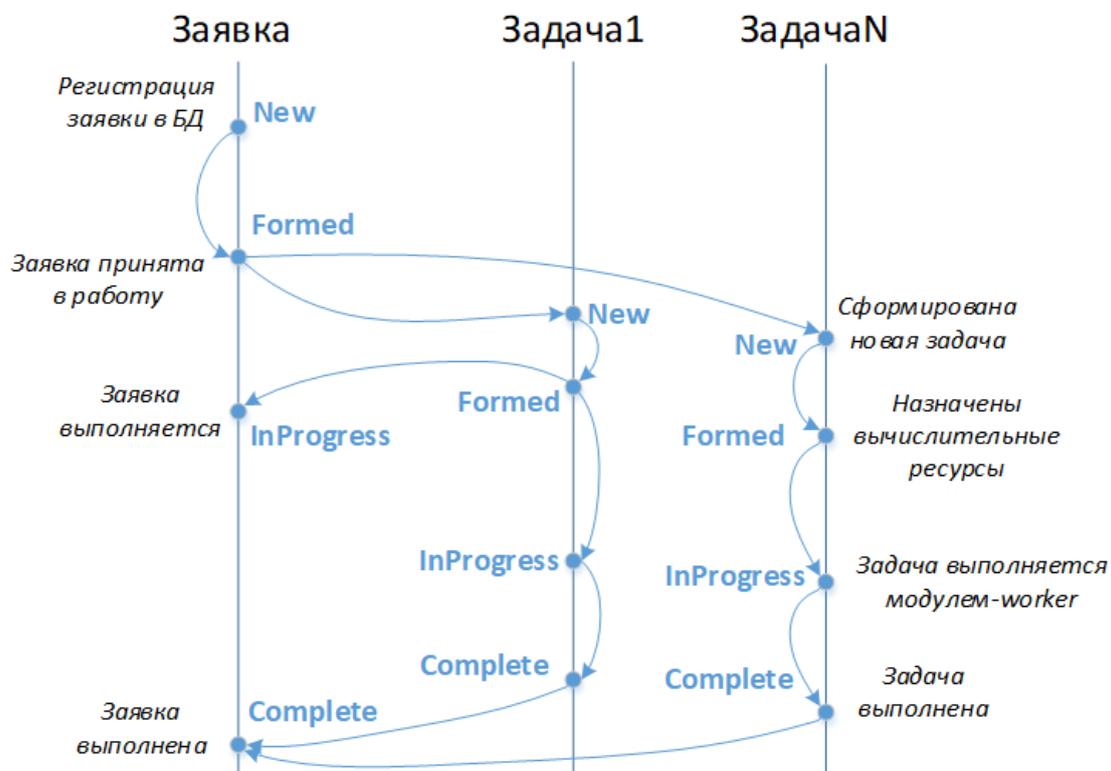


Рисунок 5 – Темпоральная статусная диаграмма выполнения заявки

Кроме того, следует отметить распределение вычислительных ресурсов между задачами на основе приоритетов, определяемых важностью заявки и/или этапом в технологическом процессе.

Для функционального блока формирования продуктов ДЗЗ в (Марков и др., 2018а) приведены технологические модели обработки данных ДЗЗ и формирования базовых продуктов ДЗЗ. При этом развитие этого блока заключается в создании новой

технологической цепочки – формирование БСП. Данный технологический процесс приведен на рисунке 6 в виде общей функциональной схемы, в соответствии с которой исходными данными для формирования БСП являются продукты стандартной обработки и/или тематической базовой обработки. При этом в ходе построения БСП допустима верификация продукта, в том числе в автоматизированном режиме. Алгоритмические и технологические особен-



Рисунок 6 – Технологический процесс формирования БСП

ности формирования БСП по данным группировки российских КС ДЗЗ рассмотрены в работах (Марков и др., 2018; Васильев, Крылов, Панкин, 2019; Крылов, Васильев, 2019; Марков и др., 2020).

Особенности доступа к ресурсам БСП приведены в работе (Марков и др., 2019), при этом в обеспечение предоставления БСП потребителям разработан специализированный программный веб-интерфейс, обеспечивающий доступ к полноразмерным растровым данным БСП на основе асинхронной модели, подобно реализованному для формирования и предоставлению тематических базовых продуктов. Для оперативного доступа к покрытиям разработан веб-сервис тайлового предоставления данных по XYZ-протоколу на основе генерации тайл-кэш. На рисунке 7 приведена схема предоставления БСП, как физическим лицам, так и информационным системам.

Примеры бесшовных сплошных покрытий

На основе приведенных технологических решений по данным КС ДЗЗ «Ресурс-П», «Канопус-В», «Метеор-М» сформирован ряд бесшовных сплошных покрытий различных регионов РФ. При этом следует отметить основную проблему регламентированного формирования БСП – это недостаточность данных ДЗЗ, пригодных по условиям съемки (углам визирования) и уровню облачности. В рамках экспериментальной опытной отработки технологий, отсутствующие данные закрывались облачными снимками. На рисунках 8-10 приведены БСП, сформированные для различных регионов РФ по данным российских КС ДЗЗ.

Использование данных зарубежных КС ДЗЗ среднего и низкого пространственного



Рисунок 7 – Варианты предоставления бесшовных сплошных покрытий

разрешения (Landsat, Sentinel, Terra/Aqua) в совокупности с данными российской группировки обеспечит возможность формирования и обновления БСП в соответствии с требованиями (см. табл.1). Однако для данных высокого разрешения (Геотон-Л1 КА Ресурс-П, ПСС/МСС КА «Канопус-В») формирование и ежегодное обновление БСП будет определяться исключительно наличием данных в архивах НКПОР-О.

Заключение

Рассмотрена задача формирования и обновления ЕСМДП проекта «Цифровая Земля», реализуемого в рамках национальной программы Цифровая экономика Российской Федерации.

Применительно к этой задаче представлен функционал геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов», включая его развитие в интересах регламентированного формирования и распространения бесшовных сплошных покрытий из состава ЕСМДП. Показаны БСП регионов РФ, сформированные с использованием технологий ББП.

Технологии ББП для задач формирования и обновления различных информационных продуктов ДЗЗ демонстрируют соответствие ряду целевых и функциональных характеристик создаваемой информационной системы (цифровой платформы) «Цифровая Земля»:

1. Технологическая модель ББП предусматривает замкнутый цикл (в единой информационно-технологической среде) многоуровневой обработки данных российских КС ДЗЗ в обеспечение формирования ЕСМДП и широкой номенклатуры производных информационных продуктов ДЗЗ на его основе, что соответствует определению инфраструктурной цифровой платформы (https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf)
2. Двухуровневая модель доступа (онлайн и асинхронная модели) к ресурсам ББП обеспечивает эффективную балансировку и использование вычислительной инфраструктуры по формированию и предоставлению ЕСМДП, в том числе, для тематических веб-сервисов и прикладных цифровых платформ.
3. Программная модель управления процессами распределённой обработки и формирования информационных продук-

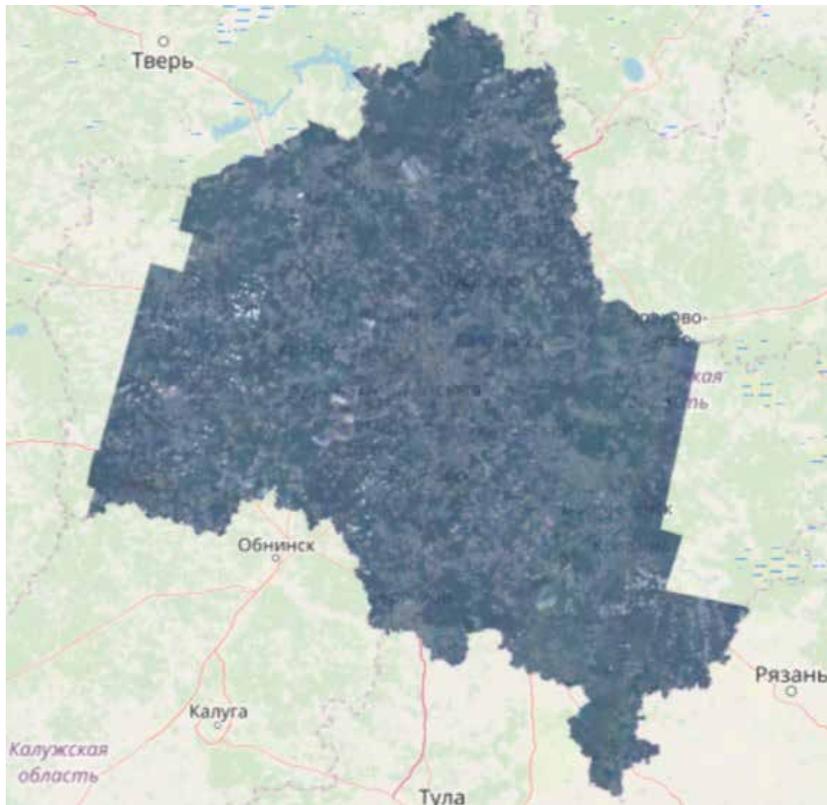


Рисунок 8 – БСП по данным Геотон-Л1 КА «Ресурс-П» на территорию Московской обл. за период 2013-2018 гг.



Рисунок 9 – БСП по данным КА «Канопус-В» на территорию Москвы за летний период 2018 г.

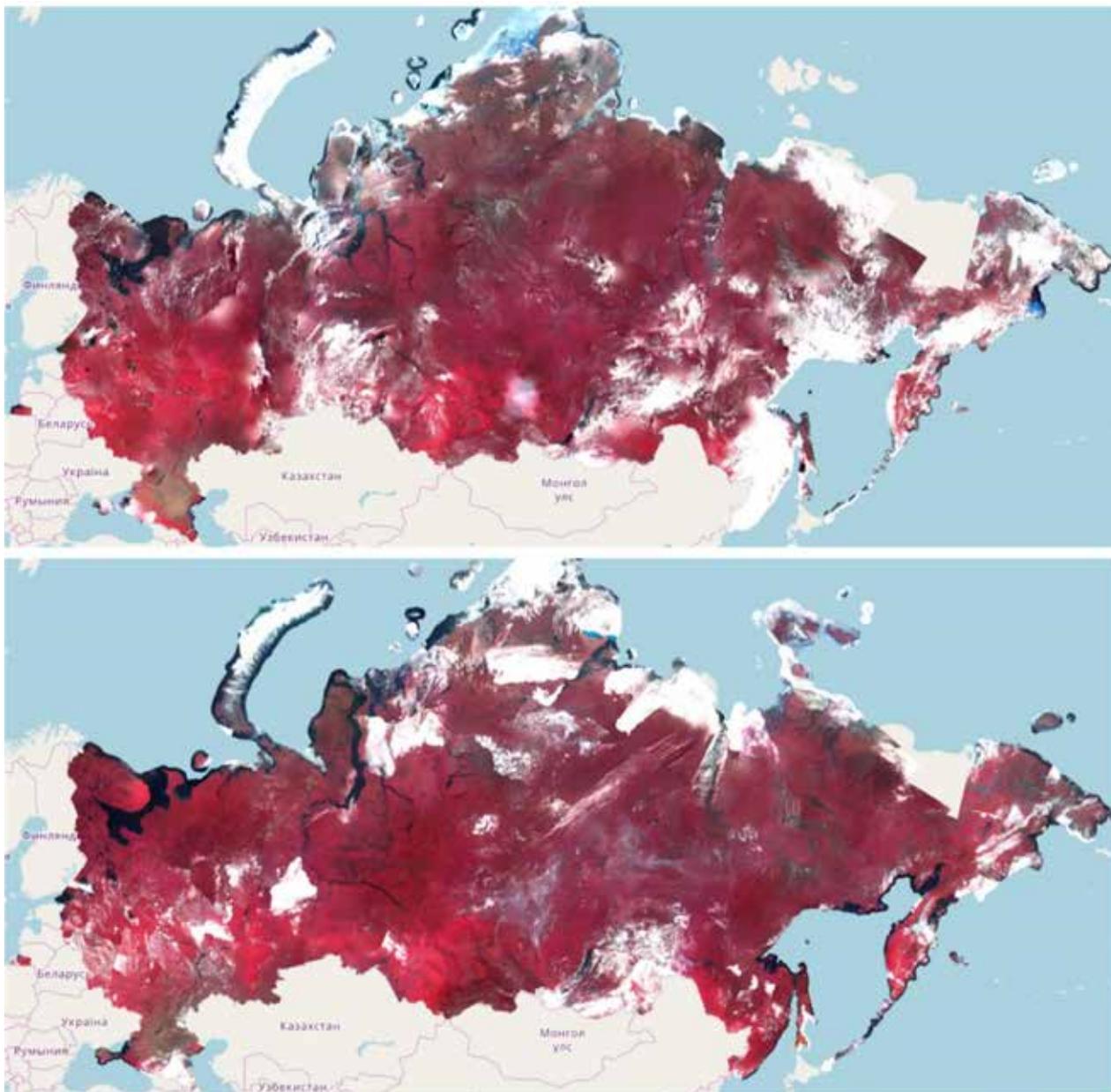


Рисунок 10 – БСП по данным КМСС КА «Метеор-М» на территорию РФ за летний период (с 16 по 30 июня и с 1 по 15 июля) 2018 г.

тов ДЗЗ из состава ЕСМДП поддерживает возможности построения специализированных технологических процессов, включая интеграцию инструментальных цифровых платформ.

Таким образом, применение предлагаемых в статье технологических решений и подходов позволяет интегрировать разрабатываемую информационную систему (цифровую платформу) «Цифровая Земля» в единое цифровое информационное пространство, создаваемое в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», что способствует:

- повышению осведомленности о применимости отечественных данных ДЗЗ для решения различных прикладных задач;
- увеличению спроса на отечественные данные ДЗЗ и производные продукты;
- развитию ОГ КА ДЗЗ;
- созданию важного инфраструктурного элемента общей благоприятной среды для развития цифровой экономики. ■

Список используемых источников

1. Васильев А.И., Крылов А.В., Панкин А.В. Стандартная обработка данных КШМСА КА «Ресурс-П» в обеспечение автоматического формирования бесшовного сплошного покрытия. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 2. С. 18-28.
2. Заичко В.А., Шведов Д.О., Сизов О.С. Особенности реализации проекта «Цифровая Земля» в Российской Федерации. // ДЗЗ в России. 2019. Вып. №2. С. 6-13.
3. Крылов А.В., Васильев А.И. Построение бесшовного сплошного покрытия по данным группировки КА Канопус-В. // Доклад на XVII Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 11-15 ноября 2019г. <http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7473>
4. Лупян Е.А., Саворский В.П. Базовые продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли. // Современные проблемы ДЗЗ из космоса. 2012.Т.9. №2.С.87-96.
5. Марков А.Н., Васильев А.И., Ольшевский Н.А., Коршунов А.П., Михаленков Р.А., Салимонов Б.Б., Стрёмов А.С. Архитектура геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 5. С. 39–51.
6. Марков А.Н., Васильев А.И., Степанова Д.В., Евлашкин М.А., Крылов А.В., Салимонов Б.Б. Технологические и программные модели формирования базовых продуктов ДЗЗ. // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы, 2018, Т. 5, Вып. 3, С. 29–38.
7. Марков А.Н., Васильев А.И., Крылов А.В., Евлашкин М.Е., Михеев А.А., Волкова Е.В. Эксперимент по формированию сплошного бесшовного покрытия на территорию Российской Федерации по данным КМСС КА «Метеор-М». // Доклад на XVI Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 12-16 ноября 2018г. http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=153&thesis=6692
8. Марков А.Н., Васильев А.И., Ольшевский Н.А., Михаленков Р.А., Салимонов Б.Б., Синяев П.А., Евлашкин М.А. Особенности доступа к ресурсам геоинформационного сервиса «Банк базовых продуктов». // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 228–237.
9. Марков А.Н., Васильев А.И., Крылов А.В., Ольшевский Н.А., Михаленков Р.А., Синяев П.А., Евлашкин М.А., Михеев А.А., Алексеевский А.С. Формирование и предоставление бесшовных сплошных покрытий в интересах цифровой экономики РФ // Доклад на XVII Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 11-15 ноября 2019 г. <http://conf.rse.geosmis.ru/files/books/2019/7474.htm>
10. Марков А.Н., Васильев А.И., Крылов А.В., Евлашкин М.А., Пестряков А.А., Михеев А.А., Алексеевский А.С. Формирование бесшовных сплошных покрытий регионов РФ по данным сверхвысокого разрешения КА серии «Ресурс-П». // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2020. Т. 7. Вып. 1, С.72-83.
11. Селин В.А., Марков А.Н., Васильев А.И., Коршунов А.П. Геоинформационный сервис «Банк базовых продуктов». // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2019. Т. 6. Вып. 1. С. 40–48.
12. Стрёмов А.С., Васильев А.И., Марков А.Н. Унифицированная классификация уровней обработки данных российских космических систем ДЗЗ // Доклад на XVII Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 11-15 ноября 2019г. <http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7985>

По материалам статьи:

Марков А.Н., Васильев А.И. и др. Технологии ведения банка базовых продуктов ДЗЗ для задач цифровой экономики РФ. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 3.

Мониторинг экологической обстановки прибрежных районов Ка



Камчатского полуострова

Халактырский пляж

Бабья бухта

Малая Лагерная бухта

Большая Лагерная бухта



РОСКОСМОС | РКС



Авачинская губа, Камчатский полуостров

Съемка «Ресурс-П», аппаратура КШМСА-ВР 24.09.2020 02:55

© Все права защищены, Роскосмос, 2020

УЧАСТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС» В РАБОТЕ ХАРТИИ ПО КОСМОСУ И КРУПНЫМ КАТАСТРОФАМ ВО ВТОРОМ ПОЛУГОДИИ 2020 ГОДА

К числу важнейших событий в жизни Хартии по космосу и крупным катастрофам во втором полугодии 2020 года можно отметить 44-е заседание ее руководства, которая проходила в период с 9 по 11 ноября 2020 года в формате телеконференции.

Среди обсуждаемых на заседании основных вопросов был вопрос приема в Хартию новых участников – Национальной академии наук Республики Беларусь (НАН РБ) и казахстанской компании «КГС» («Казахстан Гарыш Сапары»). Вступление НАН РБ окончательно одобрено Правлением: в настоящее время агентства ESA и CSA совместно с Оператором КА ДЗЗ Госкорпорации «Роскосмос» начали подготовку онлайн-тренинга для дальнейшей интеграции НАН РБ. По вступлению казахстанской компании «КГС» окончательное решение пока не принято, поскольку мнения членов Правления разделились. Рассмотрен запрос организации UNITAR/UNOSAT на предоставление возможности

активировать Хартию от лица стран, не являющихся пользователями Хартии. Принято решение продолжить рабочее взаимодействие с организацией и организовать в будущем рабочую встречу для обсуждения данного вопроса.

Были также обсуждены вопросы о Статусе программы Всеобщего доступа к ресурсам Хартии (Universal Access), взаимодействия со сторонними организациями, обновления рабочей документации и операционной системы COS-2 и др. Обсуждены и приняты отчеты о деятельности Хартии в предшествующий полугодовой период и об активациях Хартии, а также план работы на предстоящий полугодовой период;

Подробная информация об активациях Международной Хартии по космосу и крупным катастрофам в период с 01.07.2020 по 21.12.2020 представлена в Таблице 1. Примеры данных результатов некоторых из них представлены на Рисунках 1 – 3. ■

Таблица 1 – Активации Международной Хартии по космосу и крупным катастрофам в период с 01.07.2020 г. по 21.12.2020 г.

№ п.п	Дата активации	Тип и район ЧС	Передано (кол-во маршрутов и объем данных)
1*	06.07.2020	Наводнение и оползень в Японии	2 маршрута общей площадью 10 798 кв. км.
2	08.07.2020	Наводнение и оползень в Непале	
3	13.07.2020	Наводнение в Бангладеш	2 маршрута общей площадью 91 878 кв. км.
4	13.07.2020	Наводнение в Колумбии	Съемка выполнена, пригодных данных нет

5	15.07.2020	Наводнение в Индии	<i>Съемка выполнена, пригодных данных нет</i>
6	16.07.2020	Наводнение в Индонезии	3 маршрута общей площадью 15 521 кв. км.
7	22.07.2020	Наводнение в Индии	14 маршрутов общей площадью 33 401 кв. км.
8	05.08.2020	Техногенная ЧС в Ливане	13 маршрутов общей площадью 30 790 кв. км.
9	08.08.2020	Наводнение и оползень в Индии	27 маршрутов общей площадью 221 324 кв. км.
10	08.08.2020	Разлив нефти в Республике Маврикий (две активации, совмещены в одну)	
11	13.08.2020	Наводнение в Судане	48 маршрутов общей площадью 141 413 кв. км.
12	14.08.2020	Наводнение и оползень в Южной Корее	
13	18.08.2020	Землетрясение на Филиппинах	19 маршрутов общей площадью 49 689 кв. км.
14	19.08.2020	Наводнение в России	85 маршрутов общей площадью 306 798 кв.км.
15	24.08.2020	Наводнение в Камеруне	8 маршрутов общей площадью 23 160 кв. км.
16	25.08.2020	Шторм и ураган в Южной Корее (две активации, совмещены в одну)	12 маршрутов общей площадью 87 758 кв. км.
17	04.09.2020	Шторм и ураган в Японии	9 маршрутов общей площадью 55 921 кв. км
18	07.09.2020	Наводнение в Судане	10 маршрутов общей площадью 43 756 кв. км.
19	15.09.2020	Пожар в Бразилии	11 маршрутов общей площадью 18 149 728 кв. км.
20	21.09.2020	Наводнение в Нигере	61 маршрут общей площадью 162 683 кв. км.
21	28.09.2020	Пожар в Аргентине	31 маршрут общей площадью 431 892 кв. км.
22	12.10.2020	Наводнение в Того	37 маршрутов общей площадью 322 579 кв. км.
23	16.10.2020	Наводнение во Вьетнаме	9 маршрутов общей площадью 42 869 кв. км.
24	28.10.2020	Тайфун во Вьетнаме	22 маршрута общей площадью 174 672 кв. км.
25	02.11.2020	Тайфун на Филиппинах	30 маршрутов общей площадью 110 895 кв. км.
26	06.11.2020	Наводнение в Мексике	33 маршрута общей площадью 125 505 кв. км.
27	09.11.2020	Наводнение в Панаме	21 маршрут общей площадью 14 741 506 кв. км.

28	10.11.2020	Извержение вулкана в Индонезии	
29	16.11.2020	Наводнение на Филиппинах	25 маршрутов общей площадью 131 890 кв. км.
30	17.11.2020	Ураган в Колумбии	14 маршрутов общей площадью 40 755 кв. км.
31	24.11.2020	Циклон в Индии	28 маршрутов общей площадью 171 692 кв. км.
32	01.12.2020	Оползень в Мексике	24 маршрута общей площадью 77 643 кв. км.
33	02.12.2020	Циклон в Шри-Ланке	46 маршрутов общей площадью 374 783 кв. км.
34	15.12.2020	Циклон на островах Фиджи	13 маршрутов общей площадью 52 175 кв. км.

* голубым цветом обозначены активации Хартии, в которых Госкорпорация «Роскосмос» приняла участие

Таким образом, всего в указанном периоде участникам Хартии переданы данные ДЗЗ в количестве 657 маршрутов, общей площадью 36 223 474 кв. км (без учета об-

лачных маршрутов, а также маршрутов, проходящих по нескольким районам интереса одновременно).

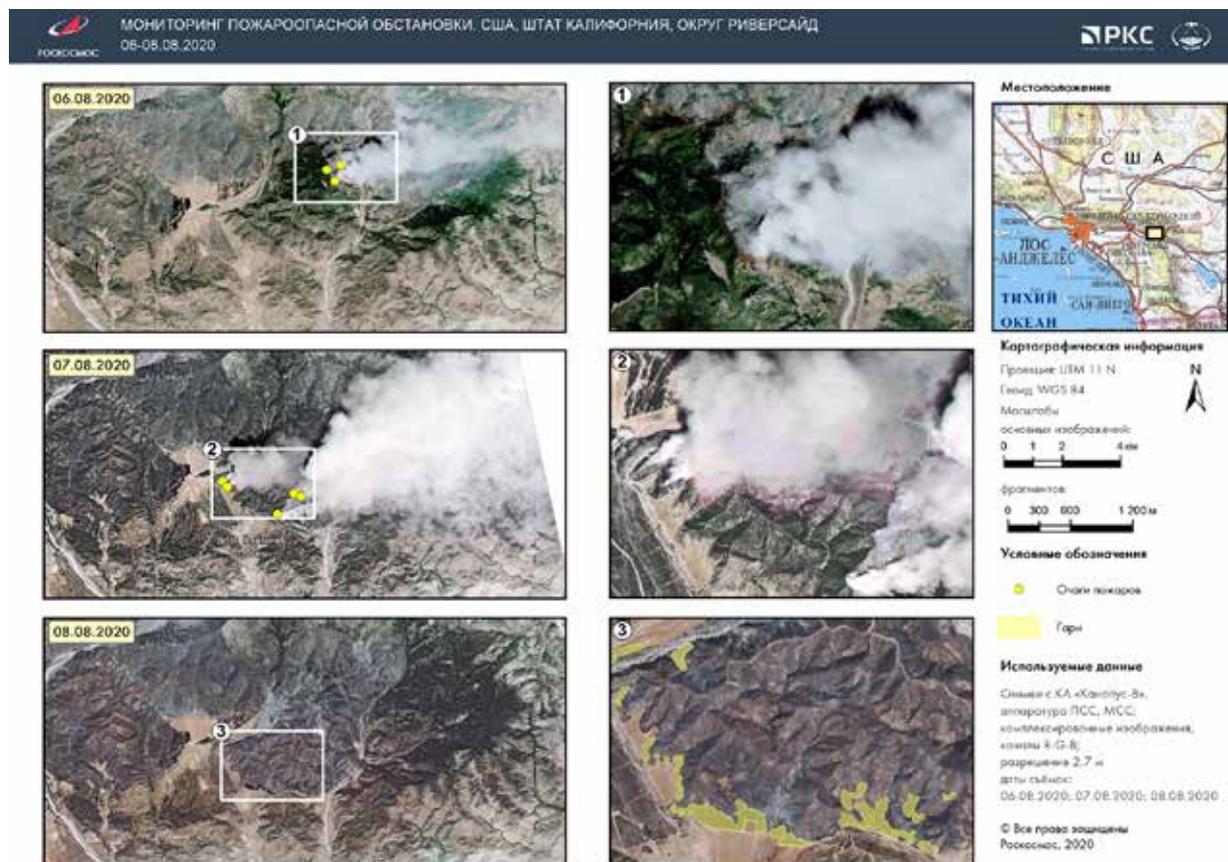


Рисунок 1 – Пожары в США, штат Калифорния 06.08.2020

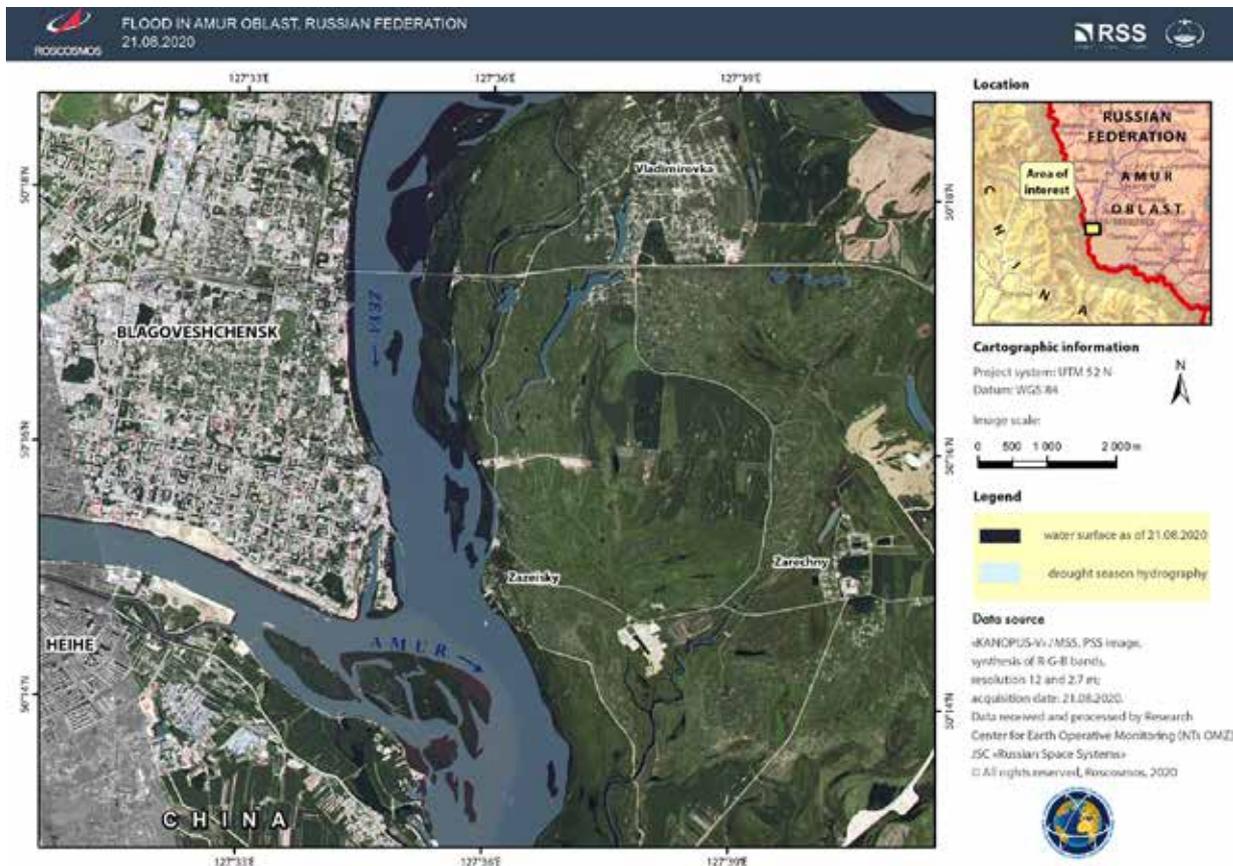


Рисунок 2 – Наводнение в Амурской Области 21.08.2020

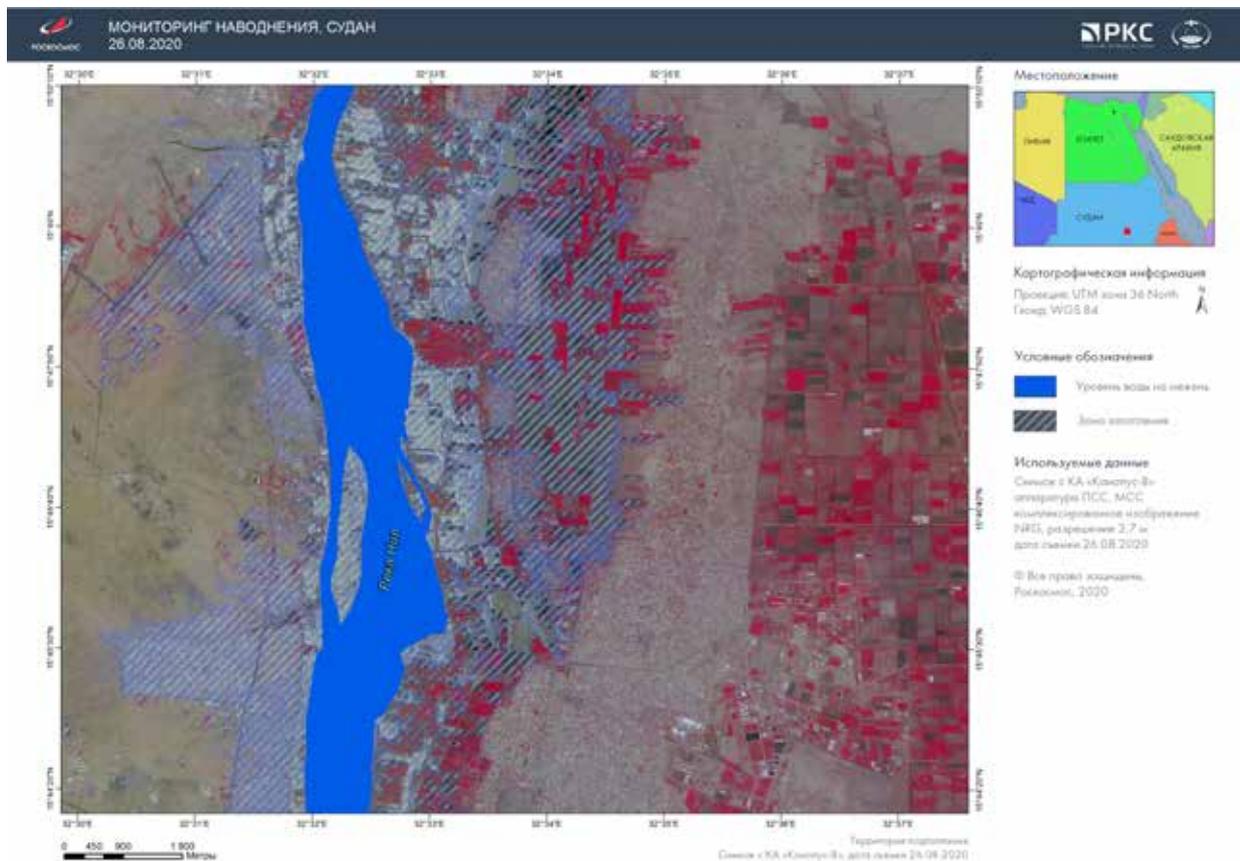


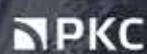
Рисунок 2 – Наводнение в Судане 26.08.2020

Подготовка к запуску ракеты-носителя «Союз-2.16»
с 36 спутниками связи британской компании OneWeb





РОСКОСМОС



Космодром Восточный,
Амурская область

Съемка «Ресурс-П» 15.12.2020

© Все права защищены, Роскосмос, 2020

НОРМАТИВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА КАК ОСНОВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Букась А.В.

ФБУ «Российский центр защиты леса»

Кушнырь О.В., Рыбкин А.С.

АО «Российские космические системы»

Сидоренков В.М.

ФБУ ВНИИЛМ

Бобрецов А.А.

Минприроды России

Сегодня уже нет сомнений в том, что успех использования методов и средств ДЗЗ из космоса для решения задач социально-экономического развития нашей страны во многом зависит от степени интеграции ресурсов и возможностей пользователей данными ДЗЗ и ракетно-космической отрасли. Это касается не только технических и технологических аспектов, но и организационных и нормативно-правовых вопросов. В настоящее время уверенные шаги в этом направлении предпринимаются в лесном хозяйстве страны для достижения надежного и достоверного информационного обеспечения отрасли.

Ключевыми документами государственной политики в области лесного хозяйства предусматривается широкое использование дистанционных методов, в том числе методов дистанционного зондирования Земли из космоса (далее – ДЗЗ). Стратегическое развитие лесохозяйственного сектора экономики Российской Федерации определено распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.09.2013 № 1724-р «Об утверждении Основ государственной политики в области использования, охраны,

защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года» и распоряжением Правительства Российской Федерации от 20.09.2018 № 1989-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года», в которых уделяется большое значение использованию дистанционных технологий и развитию таких технологий на базе информационных систем.

Основами государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года, при решении задач повышения эффективности охраны лесов от пожаров, защиты лесов от вредителей, болезней и других неблагоприятных факторов, а также от незаконных рубок предусматривается:

- развитие системы наземного, авиационного и космического мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров посредством использования новых дистанционных средств и инновационных информационных технологий;
- совершенствование системы планирования и осуществления мероприятий

по лесопатологическому мониторингу, лесопатологическим обследованиям, санитарно-оздоровительным мероприятиям и мероприятиям по ликвидации очагов вредных организмов на основе лесозащитного районирования, а также интегрированной системы защиты леса с применением дистанционных методов и современных информационных технологий [1].

Развитие информатизации лесного хозяйства как сферы деятельности, где осуществляется взаимодействие конкретных субъектов, отвечает требованиям к реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р [2].

Информатизация в лесном хозяйстве предусматривает совершенствование следующих существующих систем:

- федеральная государственная информационная система «Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства»;
- единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней;

и создание следующих новых систем:

- ведомственный фонд пространственных данных;
- автоматизированная система «Контроль за достоверностью актов лесопатологических обследований»;
- ситуационный центр Федерального агентства лесного хозяйства;
- единая автоматизированная информационная система [2].

Основным направлением развития информатизации в лесном хозяйстве должно стать создание единой автоматизированной информационной системы как единой платформы для обеспечения информационно-аналитической поддержки деятельности должностных лиц в области лесных отношений [2]. При этом технической основой и первичным источников оперативной информации для такой системы, на наш взгляд, могут быть только материалы ДЗЗ. Такая позиция обусловлена огромной площадью лесов страны, непрерывностью происходящих в них изменений и значительно

меньшими расходами при получении оперативной информации по сравнению с наземными методами.

Несмотря на то, что лесным законодательством предусмотрено использование как космических снимков, так и аэрофотосъемки, учитывая масштабы страны и требуемую оперативность получения тематической информации, ключевую роль в обеспечении информационных систем материалами ДЗЗ будут играть материалы ДЗЗ из космоса.

С целью гарантированного обеспечения материалами ДЗЗ различных задач лесного хозяйства, в частности с космических аппаратов российской орбитальной группировки, возникает необходимость потенциальной оценки объемов ДЗЗ и периодичности дистанционных наблюдений. Особенно это касается материалов высокодетальной космической съемки.

В настоящее время в лесном хозяйстве использование данных ДЗЗ уже являются неотъемлемой частью деятельности в области эксплуатации лесных ресурсов, охраны, защиты, воспроизводства лесов, осуществления мониторинга лесов, контрольно-надзорных функций и лесоучетных работ.

Использование данных ДЗЗ можно условно разделить на два направления:

- техническая основа лесохозяйственной деятельности;
- источник вспомогательной информации.

К сферам деятельности, где материалы дистанционного зондирования Земли являются технической основой, без которой невозможно выполнение работ, можно отнести: мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров, государственную инвентаризацию лесов, государственный лесопатологический мониторинг, государственный мониторинг воспроизводства лесов, лесоустройство.

Мониторинг пожарной опасности

Мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров, обнаружение лесных пожаров и наблюдение за их развитием с использованием космических средств

(специализированной автоматизированной информационной системы дистанционного зондирования Земли «ИСДМ-Рослесхоз») осуществляется Федеральным агентством лесного хозяйства через подведомственную организацию ФБУ «Авиалесоохрана», в лесах, расположенных на землях лесного фонда [9].

По материалам ФБУ «Авиалесоохрана», размещенным на официальном сайте учреждения (Рисунок 1), основные данные ДЗЗ для обнаружения лесных пожаров и наблюдения за их развитием имеют пространственное разрешение от 250 метров до 1000 метров (данные с космических аппаратов «Terра», «Аqua», «Noaa», «Suomi NPP», «Метеор М»).



Рисунок 1 – Сведения об использовании материалов ДЗЗ из космоса в информационной системе дистанционного мониторинга Рослесхоза (ИСДМ-Рослесхоз)

Для уточнения «пройденных» огнем площадей в автоматическом режиме используются материалы ДЗЗ с пространственным разрешением 250 метров (данные с космических аппаратов «Terра» и «Аqua»); с участием оператора, по материалам ДЗЗ и с пространственным разрешением 10-30 метров и лучше (данные с космических аппаратов «Landsat-7», «Landsat-8», «Sentinel-2», «Канопус-В», «Ресурс-П»).

Таким образом, дистанционным наблюдением охватывается весь лесной фонд, площадь которого по состоянию на

01.01.2020 составляет 1145,2 млн. га. При этом, съемкой высокого пространственного разрешения должна быть охвачена вся территория, «пройденная» пожаром.

Государственная инвентаризация лесов

Государственная инвентаризация лесов осуществляется подведомственным Федеральному агентству лесного хозяйства учреждением ФГБУ «Рослесинфорг». С ис-

пользованием данных ДЗЗ осуществляются два мероприятия:

- определение количественных и качественных характеристик лесов;
- дистанционный мониторинг использования лесов.

Потребность в обеспечении данными ДЗЗ государственной инвентаризации лесов в зависимости от мероприятий различная.

В части определения количественных и качественных характеристик лесов работы первого этапа практически завершены. На втором этапе, учитывая цикличность определения количественных и качественных характеристик лесов, потребуется ежегодно обеспечивать объекты работ мультиспектральной съемкой высокодетального и высокого пространственного разрешения на уровне 115 млн. га при 10-летнем цикле, или порядка 77 млн. га при 15-летнем цикле работ. При этом должны использоваться данные ДЗЗ вегетационного периода, с давностью съемки не более 3-х лет, с пространственным разрешением не ниже 15 м и облачностью не более 5% на объект работ» [3].

По данным Рослесхоза (2017-2019 годы) дистанционный мониторинг использования лесов проводился на площади от 98,6 до 139,7 млн. га в зоне интенсивного лесопользования. Данными ДЗЗ, как архивными, так и текущими (года мониторинга) должна быть обеспечена вся территория работ. При этом в части непрерывного дистанционного мониторинга должно быть обеспечено многократное покрытие объектов работ материалами комической съемки высокодетального и высокого пространственного разрешения [3].

При проведении непрерывного мониторинга используются данные ДЗЗ, поступающие с максимально возможной оперативной частотой в течение года, при этом съемка может выполняться в различные сезоны [3]. Лимитирующими факторами оперативной частоты могут быть только период обращения космического аппарата и отсутствие возможности получения данных ДЗЗ из-за облачности, задымленности, дымки.

Государственный лесопатологический мониторинг

Государственный лесопатологический мониторинг, включая дистанционные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов, а также государственный мониторинг воспроизводства лесов, включая дистанционные наблюдения с целью выявления (инвентаризации) земель, не занятых лесными насаждениями и требующих лесовосстановления, осуществляется подведомственным Рослесхозу учреждением ФБУ «Рослесозащита».

Дистанционные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов осуществляются ежегодно на площади в 150 млн. га, при этом некоторые территории наблюдаются несколько раз за год.

При осуществлении дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов с использованием данных ДЗЗ из космоса должны использоваться снимки с пространственным разрешением от 1 до 30 метров включительно [4].

Для дистанционных наблюдений автоматизированными методами дешифрирования данных ДЗЗ используется мультиспектральная съемка вегетационного периода с пространственным разрешением 10-30 метров. Для визуальных методов дешифрирования предпочтительней применение высокодетальных мультиспектральных снимков, а также панхроматической съемки.

В настоящее время дистанционные наблюдения за воспроизводством лесов осуществляются с целью выявления (инвентаризации) земель, не занятых лесными насаждениями и требующих лесовосстановления в рамках федерального проекта «Сохранение лесов».

Планом реализация федерального проекта «Сохранение лесов» предусмотрено завершение инвентаризации фонда лесовосстановления в 2024 году. Сведения о потребности в данных ДЗЗ по годам реализации федерального проекта представлены в Таблице 1.

Опыт выполнения работ показывает, что объекты работ должны быть обеспече-

Таблица 1 – Ориентировочная потребность в данных ДЗЗ из космоса по годам реализации федерального проекта «Сохранение лесов»

Результат федерального проекта «Сохранение лесов»	Годы реализации федерального проекта «Сохранение лесов»				
	2020	2021	2022	2023	2024
Выявление (инвентаризация) земель, не занятых лесными насаждениями и требующих лесовосстановления с использованием технологий ДЗЗ, млн. га	224,3	152,0	229,0	229,0	229,0

ны как минимум однократным покрытием мультиспектральными снимками (красный (R), зеленый (G), голубой (B) и ближний инфракрасный (NIR) спектральные каналы) высокодетального пространственного разрешения преимущественно вегетационного периода.

Объектами ежегодных работ при выявлении земель, не занятых лесными насаждениями и требующих восстановления леса, являются лесничества, расположенные во всех субъектах Российской Федерации, что требуется учитывать при планировании космической съемки.

Лесоустройство (таксация лесов)

В соответствии с Лесоустроительной инструкцией данные ДЗЗ из космоса используются при таксации (оценки состояния) лесов, а требования к ним зависят от способа таксации.

Таксация лесов обеспечивается органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных в соответствии со статьями 81 - 84 Лесного кодекса. Кроме того, таксация лесов может обеспечиваться гражданами и юридическими лицами, использующими леса, в отношении лесных участков, предоставленных им в аренду, постоянное (бессрочное) пользование или безвозмездное пользование [5].

Оценка потребности в данных ДЗЗ из космоса для выполнения лесоустроительных работ может носить только ориентировочный характер, поскольку наряду с ними, допускается использования материа-

лов аэрофотосъемки, а периодичность проведения таксации (ревизионный период) в большинстве случаев не выдерживается. По разным оценкам, примерно 85% материалов лесоустройства имеют давность более 10 лет, следовательно, потребность в проведении лесоустройства в таких лесах, уже наступила, либо наступит в ближайшие время. Таким образом, если исключить резервные леса, где потребность в таксации лесов минимальная, и 15% лесов с актуальными материалами лесоустройства, материалами космической съемки должно быть обеспечено около 750 млн. га лесов, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий.

Дешифровочные способы таксации лесов основаны на аналитико-измерительном дешифрировании качественных характеристик лесных насаждений по их изображению на аэроснимках или автоматизированной классификации изображений по космическим снимкам. Технической основой таксационных работ являются материалы аэросъемок или космических съемок давностью не более 2 лет [5].

В отличие от вышеуказанных направлений использования данных ДЗЗ, при таксации лесов предпочтение традиционно отдается материалам аэрофотосъемки, хотя современные материалы высокодетальной космической съемки составляют серьезную конкуренцию аэрофотоснимкам, особенно при выполнении работ на больших по площади объектах. Реальной альтернативой данные ДЗЗ могут стать при обеспеченности объектов работ по таксации лесов материалами высокодетальной (0,5 м и лучше) стереоскопической космической съемкой.

Источником дополнительной информации данные ДЗЗ служат при подготовке отчетов по использованию и воспроизводству лесов, проведению лесопатологических обследований, контролем за достоверностью сведений о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов и обоснованностью мероприятий, предусмотренных актами лесопатологических обследований. Эти задачи характеризуются такими общими особенностями, как фрагментарность объектов, относительно небольшая площадь, наличие альтернативных источников информации (фото и видео фиксации, наземных методов).

Отчет об использовании лесов

Отчет об использовании лесов представляется гражданами и юридическими лицами, осуществляющими использование лесов. В соответствии с Порядком представления отчета об использовании лесов, лесопользователям, предоставляется право выбора прилагаемых в обязательном порядке к отчету об использовании лесов данных ДЗЗ (в том числе аэрокосмической съемки, аэрофотосъемки), лесосеки (выдела), на которой производится заготовка древесины. Материалы прилагаются однократно к годовому отчету, при этом давность данных ДЗЗ должна составлять не более трех месяцев до момента представления отчета [6].

Материалы ДЗЗ должны прилагаться к отчету для определения местоположения и площади лесосеки. В качестве основы наглядного изображения должны применяться оптические и радарные космические снимки, аэрофотоснимки, аэроснимки с беспилотных летательных аппаратов, с пространственным разрешением не хуже 15 метров и представлять собой наглядные изображения лесосеки с отображением границ кварталов и фактических границ лесосеки, с указанием масштаба кратного 1:5000 в соответствии с картами-схемами проекта освоения лесов или договора купли-продажи лесных насаждений. Допускается использованием панхроматических снимков или цветосинтезированных снимков из 3 спектральных каналов (RGB)

с радиометрической и геометрической коррекцией, трансформированных в картографическую проекцию по данным бортовой автоматической системы навигации на среднюю высоту с плановой точностью (СКО) не хуже 50 м в системе географических координат WGS84, формат изображения GeoTIFF, IMG [6].

Особенностями обеспечения данными ДЗЗ из космоса потребностей в части формирования отчетов об использовании лесов, является относительно небольшая площадь участков заготовки древесины по сравнению с минимальной площадью космической съемки и их территориальная разобщенность.

По данным отчетности государственной власти субъектов Российской Федерации заготовка древесины на 01.01.2019 различными формами рубок проводилась на площади более 3 млн. га (Таблица 2).

Заготовка древесины осуществляется различными группами лесопользователей, с различной потребностью в обеспечении материалами ДЗЗ. Соответственно площадь лесных участков, где осуществлялась заготовка древесины, может составлять от нескольких соток до десятков гектаров.

Отчет о воспроизводстве лесов и лесоразведении. В соответствии с Порядком представления отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении гражданам, юридическим лицам, осуществляющим лесовосстановление, в целях подтверждения требований, предусмотренных частью 3 статьи 66 Лесного кодекса, предоставляется право выбора прилагаемых в обязательном порядке к отчету о воспроизводстве лесов и лесоразведении материалов дистанционного зондирования, фото- и видеофиксации лесного участка, на котором выполнены мероприятия по лесовосстановлению:

- материалов ДЗЗ - к годовому отчету;
- материалов фото- и видеофиксации участка - к квартальному отчету за 2 и 4 кварталы [7].

В Таблице 3 представлены сведения о площади лесовосстановления и лесоразведения на землях лесного фонда по данным отраслевого оперативного наблюдения на 01.01.2019 года. Она, по сути, характеризует среднюю потенциальную потребность от-

Таблица 2 – Сведения о площади, на которой осуществлялась заготовка древесины на 01.01.2019

Вид договора	Площадь, тыс. га
Договор купли-продажи лесных насаждений (п. 2 статьи 29.1 Лесного кодекса)	48,8
Договор купли-продажи лесных насаждений для собственных нужд (статья 30 Лесного кодекса)	279,3
Договор купли-продажи, заключенный при осуществлении мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов государственными учреждениями, указанными в части 2 статьи 19 Лесного кодекса	237,2
Заготовка древесины на основании контрактов на выполнение работ по охране, защите, воспроизводству лесов (часть 5 статьи 19 Лесного кодекса)	11,3
Заготовка древесины юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями на основании договоров купли-продажи лесных насаждений - всего	161,2
Рубки лесных насаждений, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов (ст. 13, 14, 21 Лесного Кодекса)	2,3
Рубка лесных насаждений на арендуемых лесных участках по всем формам рубок	1 737,6
Заготовка на лесных участках, предоставленных в постоянное (бессрочное) пользование	16,7
Всего	3 082,0

Таблица 3 – Сведения о площади лесовосстановления и лесоразведения на землях лесного фонда по данным отраслевого оперативного наблюдения (форма опер ЛВ) на 01.01.2019

Лесовосстановительные работы	Площадь, тыс. га
Лесовосстановление на землях лесного фонда	279,3
в том числе за счет лесопользователей	237,2
Искусственное лесовосстановление	11,3
в том числе за счет лесопользователей	161,2
Комбинированное лесовосстановление	2,3
в том числе за счет лесопользователей	1 737,6
Естественное лесовосстановление вследствие природных процессов	16,7
Лесоразведение на землях лесного фонда	3 082,0

расли в данных ДЗЗ из космоса для решения указанных задач.

По данным статистической отчетности на 01.01.2019 г. лесовосстановления и лесоразведения на землях лесного фонда осуществлялось на площади порядка 0.9 млн. га, что характеризует среднюю потенциальную потребность в данных ДЗЗ.

В соответствие с требованиями Минприроды России (приказ Минприроды России от 21.08.2017 N 452 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет о воспроизводстве лесов и лесоразведении, формы и порядка представления отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении, а также требований к формату отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении в электронной форме»), материалы ДЗЗ должны прилагаться к отчету о воспроизводстве лесов и лесоразведении для определения местоположения и площади участка. В качестве основы наглядного изображения должны применяться оптические и радарные космические снимки, аэрофотоснимки, аэроснимки с беспилотных летательных аппаратов, с пространственным разрешением

не хуже 15 метров и представлять собой наглядные изображения участка с отображением границ кварталов и фактических границ участка, с указанием масштаба 1:5000 м в соответствии с картами-схемами проекта освоения лесов. [7].

Аналогично использованию лесов, лесовосстановление и лесоразведение осуществляется на фрагментированной территории. В связи с этим существуют особенности к производству космической съемки в целях подтверждения соблюдения Правил лесовосстановления. Материалы космической съемки должны быть привязаны к вегетационному периоду, на момент завершения работ по лесовосстановлению, что необходимо учитывать при планировании космической съемки. Начало и окончание вегетационного периода устанавливается органом государственной власти субъекта Российской Федерации, уполномоченного в области лесных отношений. В среднем по стране вегетационный период длится с мая по сентябрь.

На Рисунке 2 представлен анализ потребности в данных ДЗЗ (в млн. км²) подве-

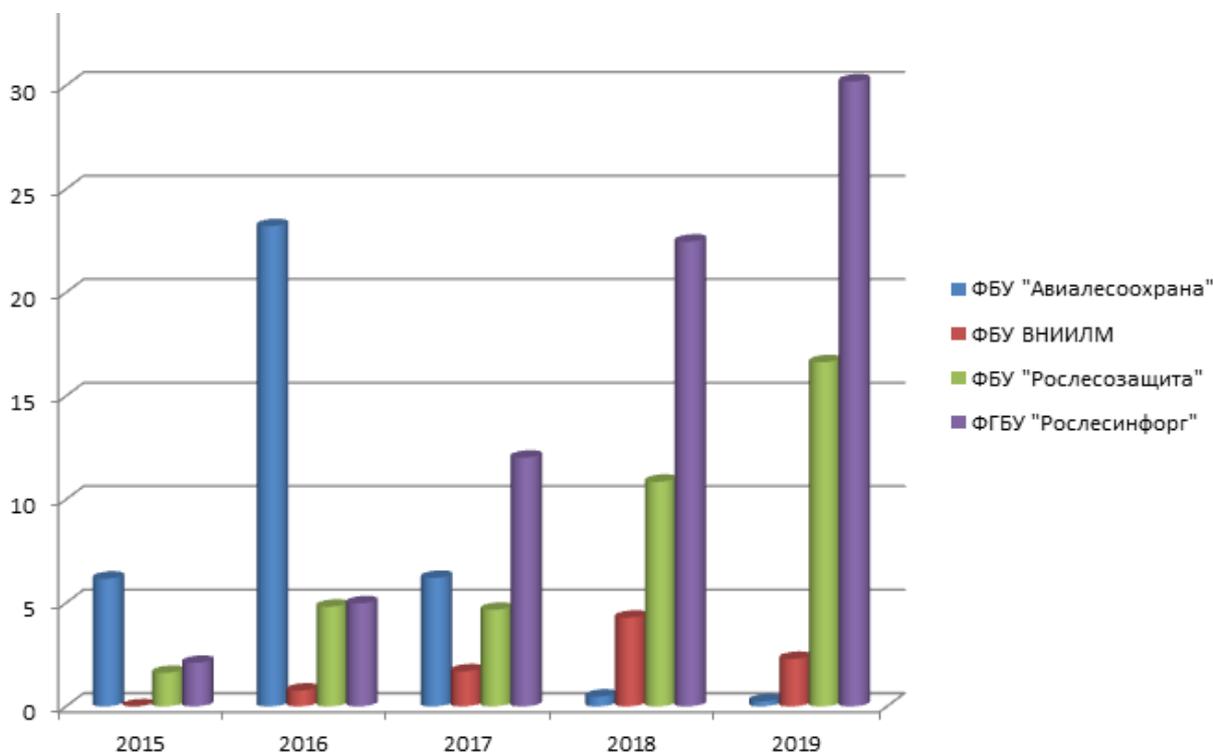


Рисунок 2 – Анализ потребности в данных ДЗЗ подведомственным организация Рослесхоза за период 2015-2019 гг.

домственными организациями Рослесхоза за период 2015-2019 гг.

Кроме того, как показывает опыт, с целью эффективного контроля материалы ДЗЗ должны иметь сверхвысокое пространственное разрешение. Для определения количественных и качественных характеристик и оценки выполненных работ необходима, как минимум, ортотрансформированная мультиспектральная съемка (RGB+NIR), с разрешением 0,5 м и лучше, а также возможностью синтеза каналов в различном сочетании.

Лесопатологические обследования. Проведение лесопатологических обследований обеспечивается органами государственной власти или органами местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных статьями 81-84 Лесного кодекса Российской Федерации, либо гражданами, в том числе индивидуальными предпринимателями, и юридическими лицами, осуществляющими использование лесов [8].

Требования к выбору дистанционных методов и требования к материалам дистанционного зондирования Земли при проведении лесопатологических обследований нормативно-правовыми актами не установлены. В связи с этим, точное определение потребности в материалах ДЗЗ для дистанционного лесопатологического обследования не представляется возможным. Однако, такую потребность можно оценить исходя из задач дистанционного лесопатологического обследования и площади погибших и поврежденных лесных насаждений.

По данным статистической отчетности по состоянию на 01.01.2019 на землях лесного фонда имеется более 25 млн. га лесных насаждений, пройденных пожарами, а также поврежденных и погибших лесных насаждений от иных негативных факторов. Такие насаждения могут быть потенциальными объектами дистанционных лесопатологических обследований с использованием материалов ДЗЗ.

Следует отметить, что проведение дистанционных лесопатологических обследований с использованием материалов ДЗЗ из космоса является наиболее экономически выгодным способом. Однако существенным недостатком таких обследований яв-

ляется отсутствие правовой возможности назначения санитарно-оздоровительных мероприятий, а также, в ряде случаев, низкая информативность даже высокдетальной съемки для определения ранней стадии повреждения или гибели лесных насаждений. Кроме того, при планировании космической съемки следует учитывать фрагментарность объектов лесопатологических обследований и вегетационный период для осуществления съемки.

Контроль достоверности сведений и обоснованности мероприятий о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов и обоснованности мероприятий, предусмотренных актами лесопатологических обследований, утвержденными уполномоченными органами государственной власти субъектов российской федерации, осуществляющими переданные им полномочия Российской Федерации в области лесных отношений, осуществляют территориальные органы Федерального агентства лесного хозяйства. Специальные требования к материалам дистанционного зондирования Земли для осуществления такого контроля не установлены. Однако, материалы дистанционного зондирования Земли должны обеспечивать оценку обоснованности мероприятий в части:

- достоверность сведений о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов;
- соответствие мероприятий санитарному и лесопатологическому состоянию лесов [8].

По данным Рослесхоза в среднем за год по актам лесопатологического обследования назначаются санитарно-оздоровительные мероприятия на площади около 350 тыс. га, при этом составляется более 40 тыс. актов лесопатологического обследования, что характеризует потенциальные объемы использования материалов ДЗЗ в этом направлении.

Выводы

Проведенный анализ показывает огромную потребность в данных ДЗЗ, отсутствие четких требований к данным ДЗЗ, методам их обработки, с целью выявления

целевых объектов и процессов, происходящих в лесах.

Расширение возможностей применения методов ДЗЗ из космоса связано, в первую очередь, с разработкой унифицированных методик выявления целевых объектов и, во вторую очередь, в создании автоматизированных сервисов по оперативному получению материалов ДЗЗ, их тематической обработке и формированию отчетно-аналитической информации.

Унифицированные методики должны обеспечивать выявление, а базовые продукты результатов тематического дешифрирования должны содержать:

- сведения о всех категориях лесных земель (покрытых и непокрытых лесной растительностью землях) лесного фонда и земель иных категорий на которых расположены леса;
- сведения о нелесных землях в пределах земель лесного фонда и земель иных категорий, на которых расположены леса;
- сведения о количественных и качественных характеристиках лесных насаждений;
- сведения об изменениях, происходящих в лесах (включая лесные пожары).

Такая информация будет востребована во всех направлениях, где лесным законодательством предусмотрено использование дистанционных методов.

Единая основа первичной информации (базовые продукты результатов тематического дешифрирования) позволит избежать расхождений в оценке состояния лесов, их количественных и качественных характеристик, а также оптимизировать издержки на получение одной и той же информации различными ведомствами.

При этом необходимо учитывать, что речь идет о больших территориях и оперативном режиме выявления целевых объектов, соответственно об операциях с большим объемом данных. Оперативная обработка и синхронизация информации на основе актуальных данных ДЗЗ невозможна на персональных компьютерах пользователей. Это задача уровня государственной информационной системы, имеющей соответствующую инфраструктуру, круг пользователей (производителей и потребителей информации), включающий органы государственной власти различного уровня, органы местного самоуправления, частный бизнес, использующий леса. Целесообразность создания такой системы видится при условии, что она станет единым источником информации о лесах и лесных ресурсах основанной на принципах актуальности, оперативности и достоверности информации. ■

Список используемых источников

1. Распоряжение Правительства РФ от 26.09.2013 N 1724-р «Об утверждении Основ государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года».
2. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2018 N 1989-р (ред. от 28.02.2019) «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года».
3. Приказ Минприроды России от 14.11.2016 N 592 «Об утверждении Порядка проведения государственной инвентаризации лесов» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 N 45233).
4. Приказ Минприроды России от 05.04.2017 N 156 «Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.06.2017 N 47257).
5. Приказ Минприроды России от 29.03.2018 N 122 «Об утверждении Лесостроительной инструкции» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.04.2018 N 50859).

6. Приказ Минприроды России от 21.08.2017 N 451 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет об использовании лесов, формы и порядка представления отчета об использовании лесов, а также требований к формату отчета об использовании лесов в электронной форме» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2017 N 49380).
7. Приказ Минприроды России от 21.08.2017 N 452 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет о воспроизводстве лесов и лесоразведении, формы и порядка представления отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении, а также требований к формату отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении в электронной форме» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2017 N 49427).
8. Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 N 1158 «Об утверждении Положения об осуществлении контроля за достоверностью сведений о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов и обоснованностью мероприятий, предусмотренных актами лесопатологических обследований, утвержденными уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими переданные им полномочия Российской Федерации в области лесных отношений».
9. Приказ Минприроды России от 23.06.2014 N 276 (ред. от 01.06.2016) «Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.07.2014 N 33144).

ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДЗЗ И НАЗЕМНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЯ («СЕРВИС ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ» ДЛЯ ЕЖЕДНЕВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ)

Новиков А.А

ООО «Космические коммуникации»

Предпосылки развития цифровых платформ мониторинга с использованием многофакторных систем наблюдения

В настоящее время уровень развития технологий наблюдения, таких как, космическая оптическая и радарная съемка, авиационная съемка с беспилотных и малых летательных аппаратов, в сочетании с использованием навигационных систем позиционирования и других средств, позволяют выстроить сложные многоуровневые модели мониторинга технологических циклов в различных отраслях экономики. На их основе разрабатываются эффективные системы контроля в сфере управления, проводится обследование состояния инфраструктуры, осуществляется оценка воздействия на экологию, а также влияния чрезвычайных ситуаций на социальные и производственные объекты.

Надо также отметить, что в последнее десятилетие проникновение различных систем наблюдения в повседневную жизнь общества стало реальностью. Максимально упростилась процедура выбора технологий и параметров наблюдения, оперативного заказа съемки и получения обработанных данных дистанционного зондирования Земли, а также упростилось использование универсального программного обеспечения для самостоятельной работы с данными. И развитие этих процессов будет постоянно совершенствоваться и оптимизироваться

системными интеграторами данных и разработчиками прикладных решений.

Например, на сегодняшний день Открытые данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и открытый доступ к ним поддерживают космические агентства и организации основных стран-лидеров в мировой индустрии ДЗЗ – США, государства Европейского Союза, Китай, Россия, Индия, Бразилия, Япония и др. В портале открытых данных ДЗЗ Госкорпорации «Роскосмос» (<https://pod.gptl.ru/>) к открытым данным отнесены мультиспектральные данные двух оптоэлектронных систем: комплекса многозональной спутниковой съемки КМСС КА «Метеор-М» и широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры среднего разрешения (ШМСА-СР), установленной на КА серии «Ресурс-П» [1].

Постоянно обновляемые данные космической съемки в открытом доступе позволяют использовать их для создания мониторинговых систем наблюдения и онлайн сервисов на их основе.

Известно, что современные системы наблюдения уже довольно часто используется в сельском хозяйстве, мониторинге леса и строительстве. В тоже время существует необходимость доступной возможности для комплексной оценки различных рисков, которые оказывают влияние на тот или иной объект, или территорию с целью предотвращения или минимизации потерь от стихийных бедствий или техногенных катастроф, расчета нанесенного ущерба и

планирования проведения ремонтно-восстановительных работ.

Такая возможность потребителям представлена в разработанной ООО «Космические коммуникации» совместно с АО «Российские космические системы» технологической платформе. Авторы свою разработку назвали «Сервис опасных природных явлений» для ежедневного пользования, что полностью оправдано (далее – Сервис). Сервис соединил информационные потоки и данные различных систем наблюдения для аккумуляции рисков относительно всех объектов недвижимости на всей территории России [2]. Актуальность этой работы обусловлена глобальными изменениями климата, которые привели к увеличению частоты и силы природных явлений, наблюдаемых в последние годы, и связанных, в первую очередь, с потеплением и активизацией циклонических явлений. Это стало причиной большого количества аномальных наводнений, отличных от устоявшихся моделей, а также значительного увеличения количества возгораний и пожаров на обширных территориях.

Для мониторинга любого объекта, находящегося на поверхности Земли, важно знать, как характеристики самого объекта, так и их изменение, в сочетании с внешними воздействиями на объект в течении определенного времени, а также контроль изменения параметров окружающей среды. Этот принцип был заложен в формировании информационных потоков Сервиса, которые имеют разную природу и физические свойства, но, в итоге проходя через математический аппарат обработки поступающих исторических и обновляемых данных наблюдений предоставляют возможность их комплексной оценки и представления целостной картины природных явлений.

Структура и основные разделы Сервиса

В целях аккумуляции максимально количества информационных потоков и концентрированного предоставления оперативной информации были разработаны следующие разделы: «Оперативная инфор-

мация», «Объекты», «Пожары», «История наводнений», «Землетрясения», «Гидропосты», «Зоны затопления», «Бассейны рек», «Зоны затопления» и «Статистика затоплений». Ниже приводим краткое описание этих разделов.

Раздел оперативной информации

На вкладке «Главная» представлен раздел, содержащий оперативную информацию в разрезе регионов. После выбора любого из субъектов РФ и искомого периода отображения от 1 дня до 15 лет отображается информация о пожарах за выбранный период, подтвержденных МЧС, термоточках, снятых с космических аппаратов, превышениях уровня воды на гидропостах и наводнениях, информирует о прошедших землетрясениях (Рисунок 1). Информация обновляется ежедневно.

Здесь же можно посмотреть более детальную информацию по отдельным событиям или перейти в соответствующий раздел с более детальной информацией и параметрам опасных природных явлений (Рисунок 2).

Для тех пользователей, которые осуществляют оперативное наблюдение чрезвычайных ситуаций (ЧС), этот раздел позволяет получить не только оперативную информацию, но, в случае необходимости, здесь же оперативно развернуть детальную информацию о площади возгорания, планировании мероприятий по тушению (Рисунок 3).

В тоже время пользователи, которым необходимо больше данных для анализа и принятия управленческих решений о строительстве, инвестициях или планировании природоохранных мероприятий, могут перейти в тематические разделы и воспользоваться всем спектром предоставляемых сервисом исторических и оперативных данных.

Раздел «Объекты»

Данный раздел предоставляет значительное расширение спектра информации о пространственных объектах, которое содержит потоки информации из различных сфер наблюдения, которые пересекаются только в данном Сервисе и, в сочетании, дают синергетический эффект для макси-

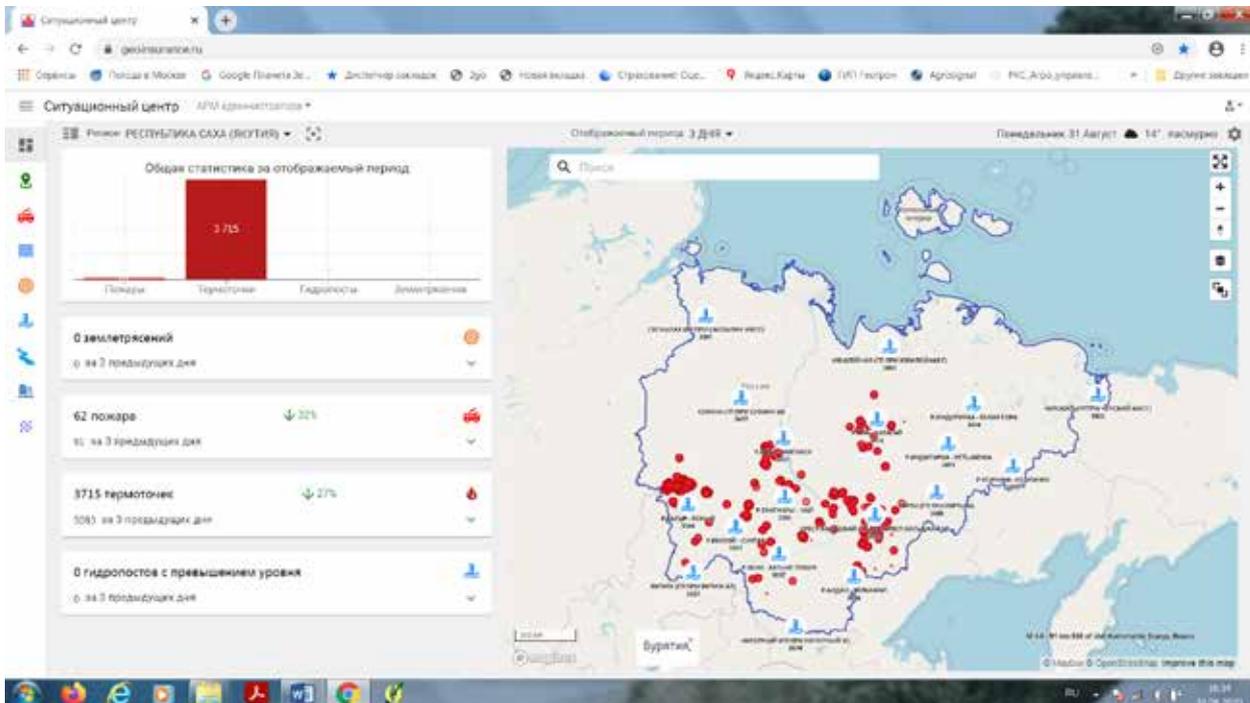


Рисунок 1 – Раздел оперативной информации по субъектам России

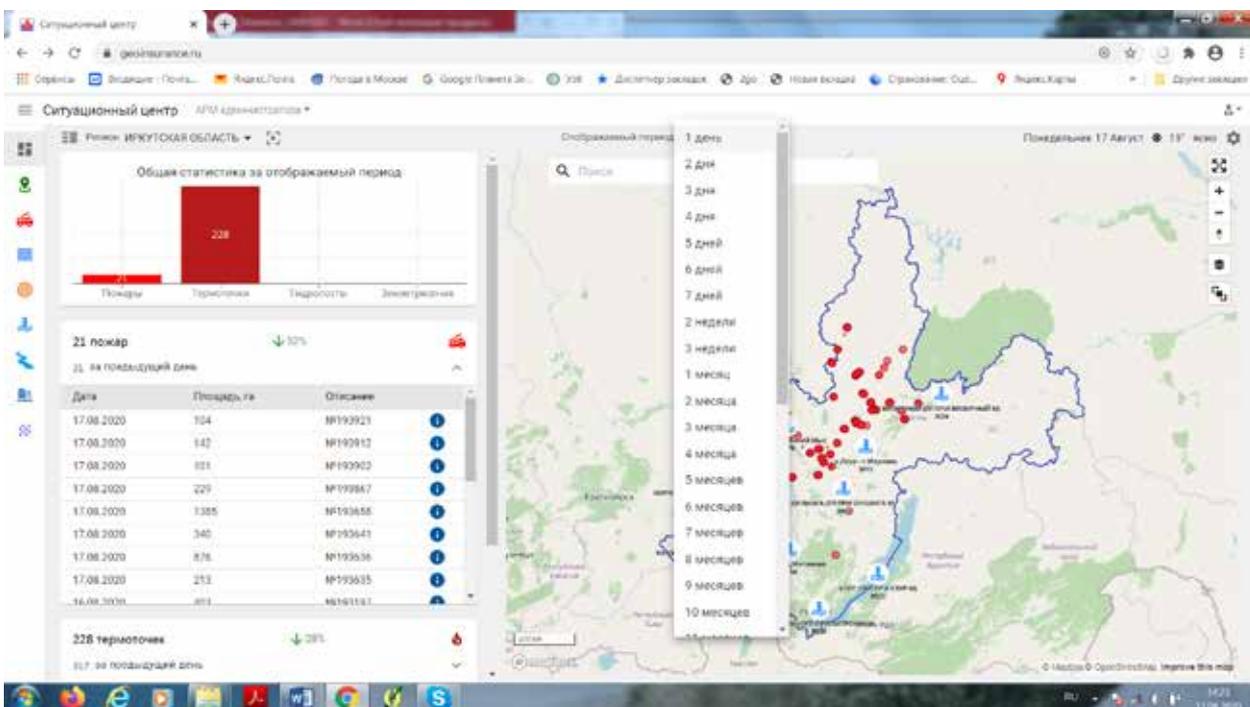


Рисунок 2 – Детальная информация о пожарах за выбранный период

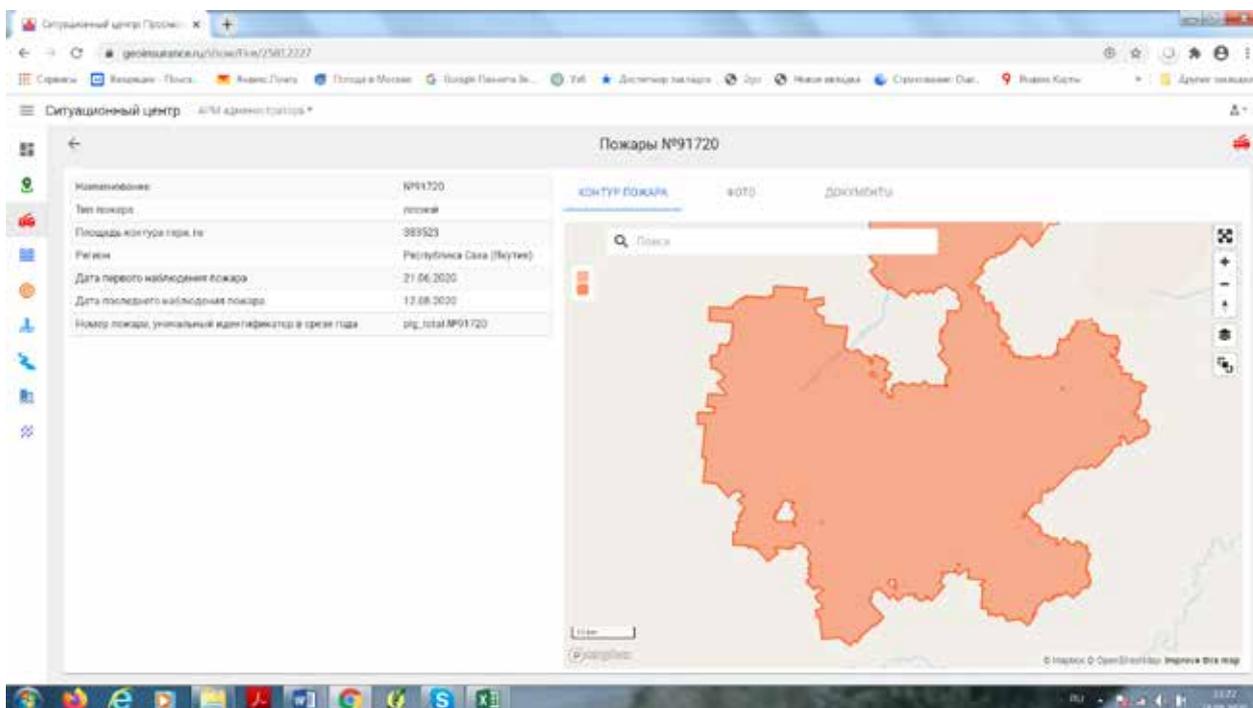


Рисунок 3 – Детализированная информация о пожаре.

мально достоверного экспресс-анализа этого объекта. Например, для принятия решения о страховании объекта недвижимости от наводнений или выдачи разрешения на строительство, достаточно набрать адрес в строке поиска, ввести координаты или выбрать на карте, и Сервис покажет, где находится объект относительно зон затоплений и с какой вероятностью он будет затоплен. То же самое можно оценить и относительно пожаров или землетрясений. Соответственно, для страхования могут быть применены повышающие коэффициенты, или решен вопрос о выдаче разрешения на строительство для данных объектов или разрешение не будет выдаваться.

Непосредственно в Сервисе, каждый пользователь, имея логин и пароль, может создавать и вести базу данных собственных объектов, редактируя информацию о нём и меняя статус объекта. Это делает удобным работу в прикладном плане, так как нет необходимости оперировать различными данными в нескольких приложениях.

Можно посмотреть, как пересекаются несколько информационных потоков, которые интегрированы в Сервис (Рисунок 4).

Сервис в данном случае работает, как типичная ГИС, но, с большой скоростью

загрузки растровых и векторных данных. При необходимости, мы можем использовать в качестве подложки детальные данные ДЗЗ, переключать на карту или рельеф. Пользователь может подгружать данные публичной кадастровой карты и слой гидропостов с переходом и просмотром уровней воды. И самое главное – подключать рассчитанные по оригинальной методике зоны затопления.

По инициативе АО «Российская Национальная Перестраховочная Компания» в ноябре 2019 г. стартовал проект по созданию зон затопления на территорию всей России для организации оперативного страхования объектов недвижимости от чрезвычайных ситуаций. Специалисты ООО «Космические коммуникации» разработали методику, в которой для расчета зон затопления использовались данные ДЗЗ и их производные (цифровая модель рельефа, контуры наводнений, карты), а также данные гидропостов из сети наблюдения Росгидромета и расчетные гидрологические данные. На начало августа 2020 года зоны затопления рассчитаны на 46 регионов Сибири, Дальнего Востока и северо-западной части России. Таким образом страховщики получили совершенно новый инструмент для анализа

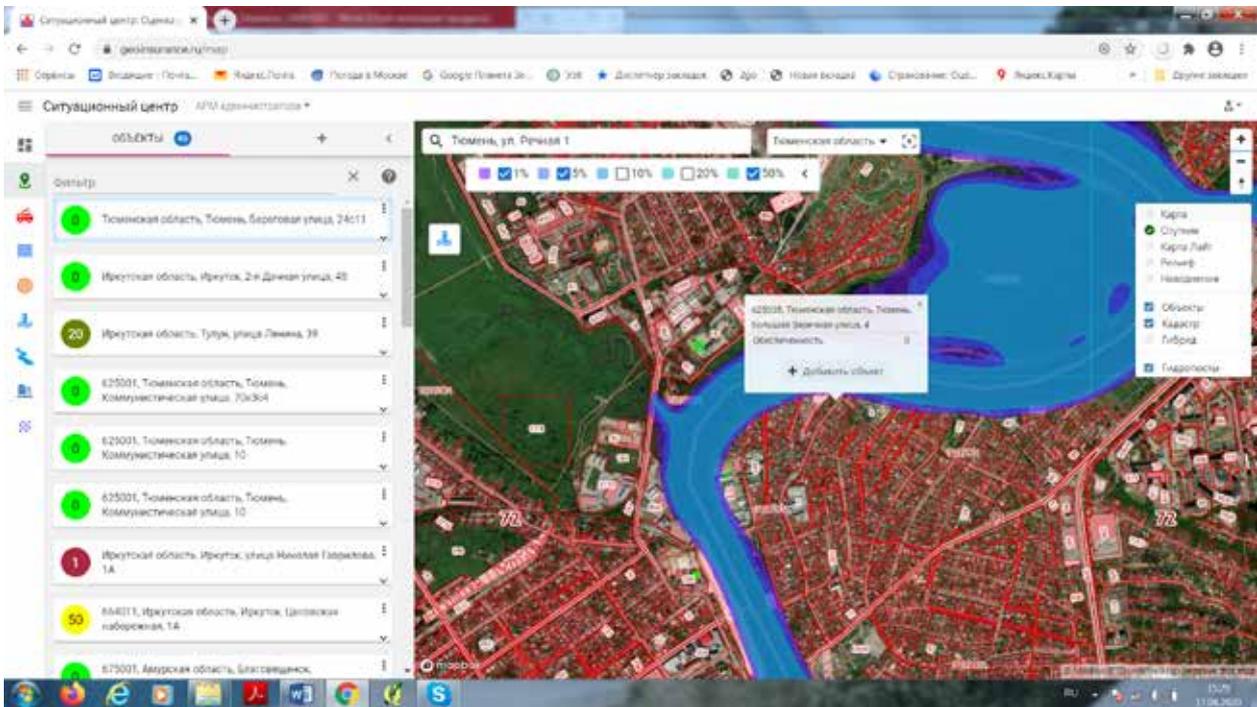


Рисунок 4 – Поиск объекта недвижимости относительно зон затопления.

моделей рисков и принятия объектов недвижимости на страхование. Уже сегодня страховые и перестраховочные компании могут значительно упростить процесс принятия на страхование домовладений и значительно повысить оперативность принятия решений и снизить издержки.

Этот проект позволил сделать возможным удаленную оценку рисков и осуществлять онлайн страхование от наводнений домовладений, расположенных на значительном удалении от офисов страховых компаний проводя экспресс-анализ в реальном времени за считанные минуты (Рисунок 5).

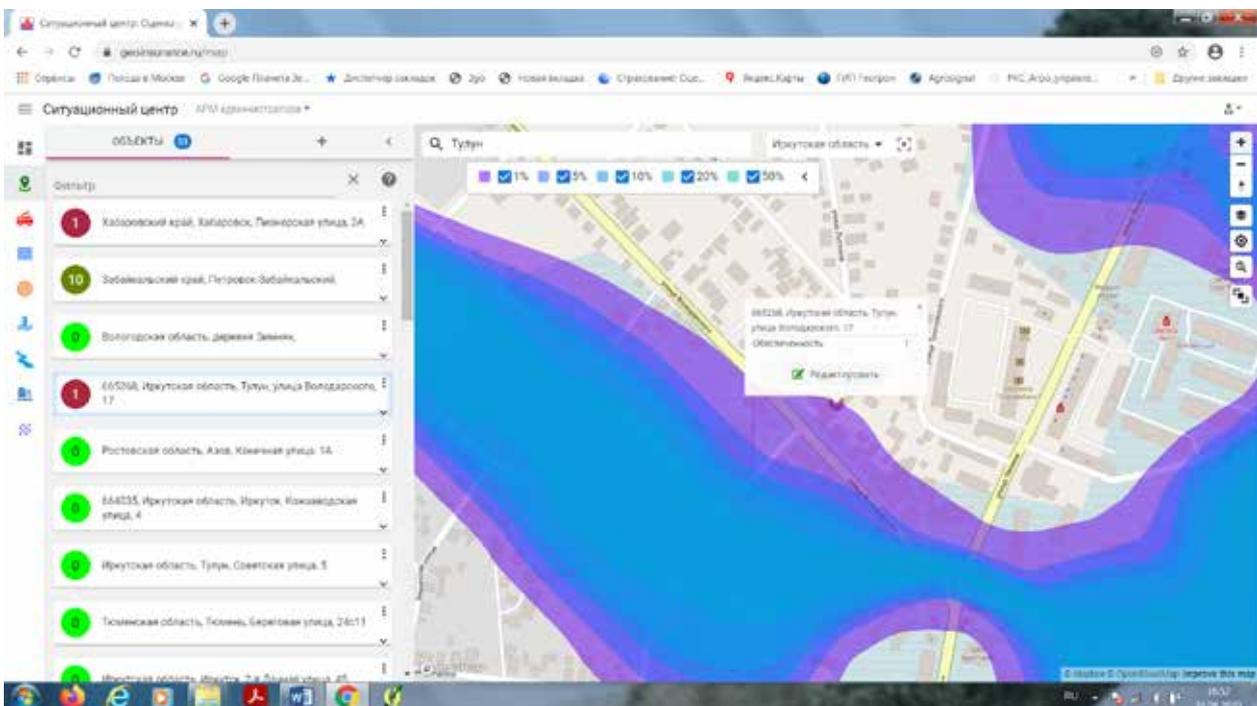


Рисунок 5 – Поиск домовладений по адресу относительно зон затоплений

Сервис в режиме онлайн через сеть Интернет позволяет выполнять поиск объектов недвижимости по адресу (дом, улица, муниципальное образование) или географическим координатам и определять местонахождение (положение) этих объектов относительно опасных природных явлений.

Сегодня сервис уже предоставляет сведения о таких природных явлениях, как наводнения, включая зоны затопления, пожары и землетрясения. В дальнейшем в сервис войдут и опасные метеорологические явления.

Надо отметить, что Правительство Российской Федерации заинтересовано в повышении роли цивилизованной системы страхования и внесло ряд изменений в законы (Федеральный закон N320-ФЗ от

03.08.2018), которые направлены на стимулирование страхования жилья от чрезвычайных ситуаций - пожаров, наводнений и других стихийных бедствий. Закон вступил в силу 4 августа 2019 года.

История наводнений

Одним из значимых разделов Сервиса является «История наводнений». Это большая работа сотрудников ООО «Космические коммуникации», перед которыми была поставлена задача – создать контуры двух наиболее крупных наводнений (Рисунок 6) в каждом субъекте РФ для подтверждения полученных расчетов и для получения полной картины развития опасных гидрологических явлений в каждом регионе России.

Дата начала	Дата окончания	Описание	Регион
23.05.2014	23.06.2014	Алтайский край, 2-й максимум	Алтайский край
05.04.2015	11.06.2015	Алтайский край, 2-й максимум	Алтайский край
29.04.2017	16.06.2017	Архангельская область, 1-й максимум	Архангельская область
11.04.2016	24.05.2016	Архангельская область, 2-й максимум	Архангельская область
15.02.2016	22.03.2016	Белгородская область, 2-й максимум	Белгородская область
08.04.2013	13.05.2013	Брянская область, 1-й максимум	Брянская область
02.03.2017	30.04.2017	Брянская область, 2-й максимум	Брянская область
15.04.2013	27.05.2013	Вологодская область, 1-й максимум	Вологодская область
09.04.2017	06.06.2017	Вологодская область, 2-й максимум	Вологодская область
16.03.2013	11.05.2013	Воронежская область, 1-й максимум	Воронежская область
25.02.2016	07.07.2016	Воронежская область, 2-й максимум	Воронежская область
01.09.2013	02.10.2013	Еврейская автономная область, 1-й максимум	Еврейская автономная область
18.08.2019	12.09.2019	Еврейская автономная область, 2-й максимум	Еврейская автономная область
30.07.2013	31.08.2013	Забайкальский край, 1-й максимум	Забайкальский край
08.07.2018	16.07.2018	Забайкальский край, 2-й максимум	Забайкальский край
01.08.2016	05.09.2016	Иркутская область, 1-й максимум	Иркутская область
24.04.2013	17.06.2013	Иркутская область, 2-й максимум	Иркутская область
06.10.2017	06.11.2017	Каленинградская область, 1-й максимум	Каленинградская область
10.04.2013	16.04.2013	Каленинградская область, 2-й максимум	Каленинградская область

Рисунок 6 – Раздел «История наводнений» с контурами наводнений по каждому субъекту РФ

Эта масштабная работа включает поиск периодов максимальных наводнений по данным гидропостов Росгидромета, которые предоставил ВНИИГМИ, подбор космических снимков на выбранные периоды наводнений и создание векторного слоя наводнений по бассейнам в пределах каждого субъекта Российской Федерации (Рисунок 7).

Надо отметить, что с учетом роста катастрофических наводнений, например, в Тулуне Иркутской области в 2019 году, которые обусловлены изменениями климата в результате глобального потепления, руководство проекта приняло решение в последующем осуществлять векторизацию всех катастрофических наводнений (Рисунок 8), начиная с 2019 года. А также получить ин-

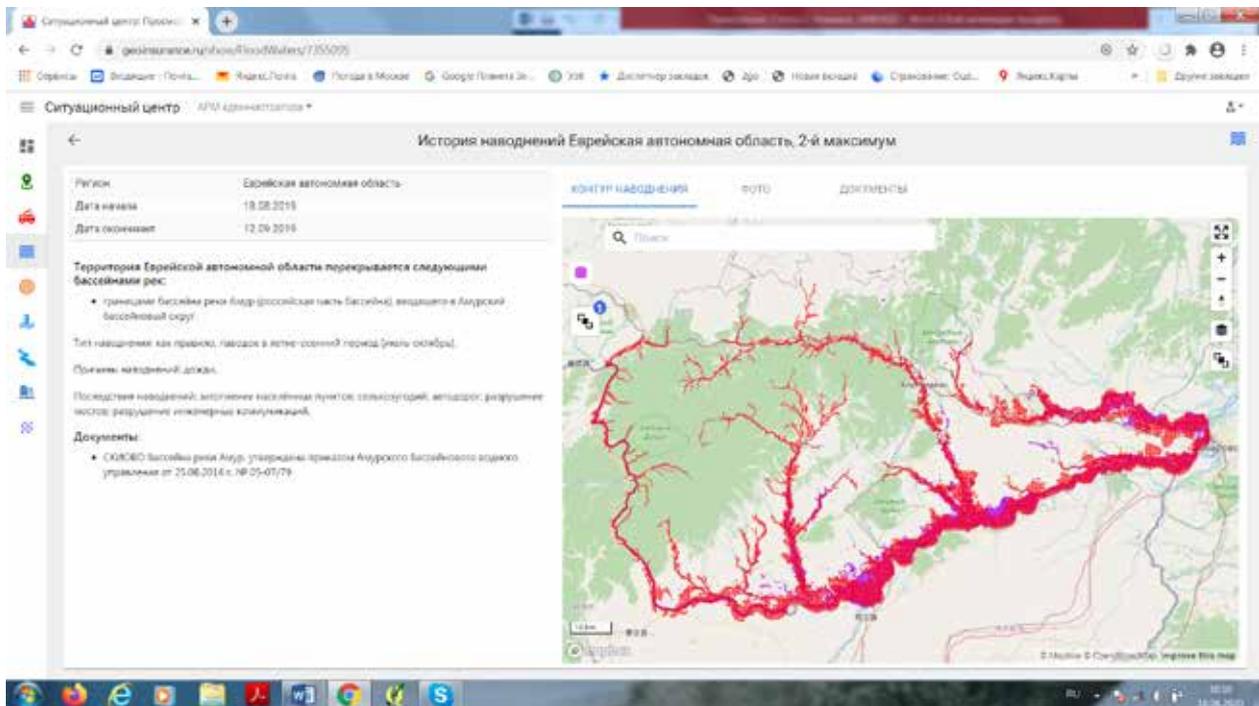


Рисунок 7 – История наводнений в Еврейской АО

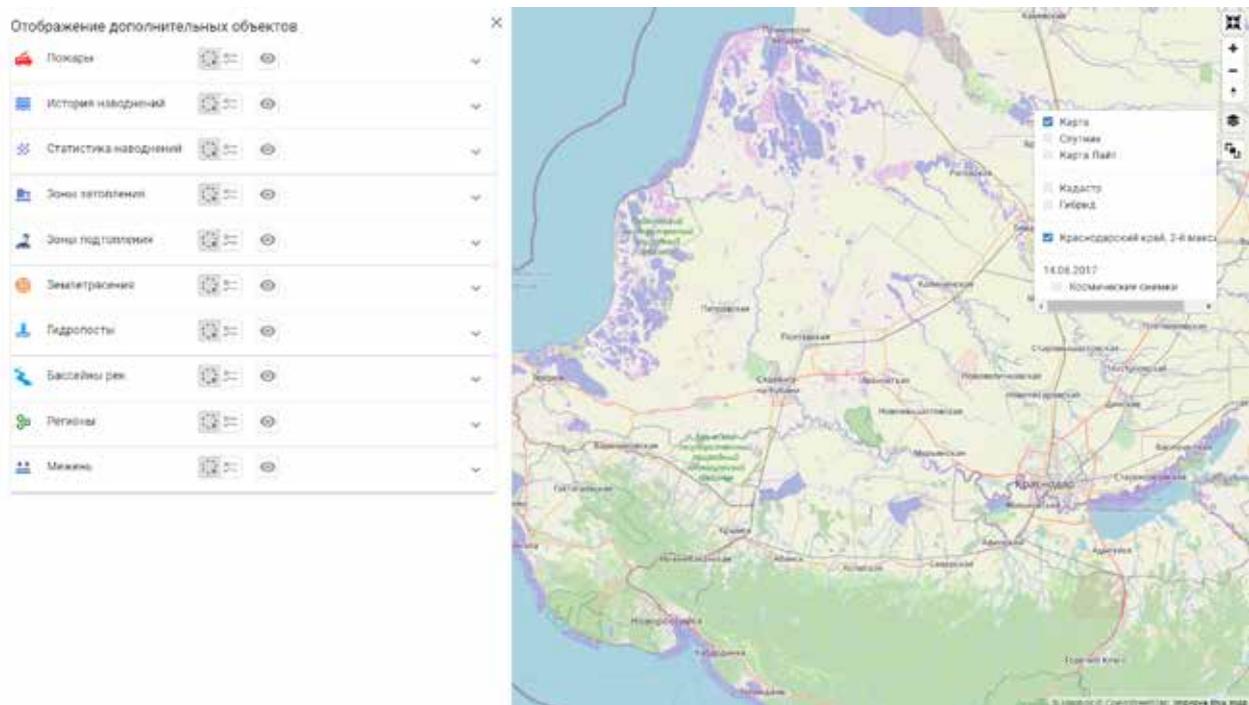


Рисунок 8 – Наводнение 2017 года в Краснодарском крае

струменты, позволяющие планировать организационные и восстановительные мероприятия.

Необходимо подчеркнуть, что в процессе создания Сервиса велась масштабная работа с субъектами Российской Федерации по использованию его для эффективной работы по чрезвычайным ситуациям, природопользованию, строительству и т.п. Многие регионы предоставили информацию о фактически затопленных объектах и в настоящее время осуществляют тестовую эксплуатацию.

Зоны затопления

В процессе работы над проектом специалистами ООО «Космические коммуникации» была разработана оригинальная методика расчета зон затоплений (Рисунок 9) на основе осуществления гидрологических расчетов уровней обеспеченности по данным наблюдений за уровнем воды гидрологических постов наблюдательной сети Росгидромета, данных космической съемки и их производных.

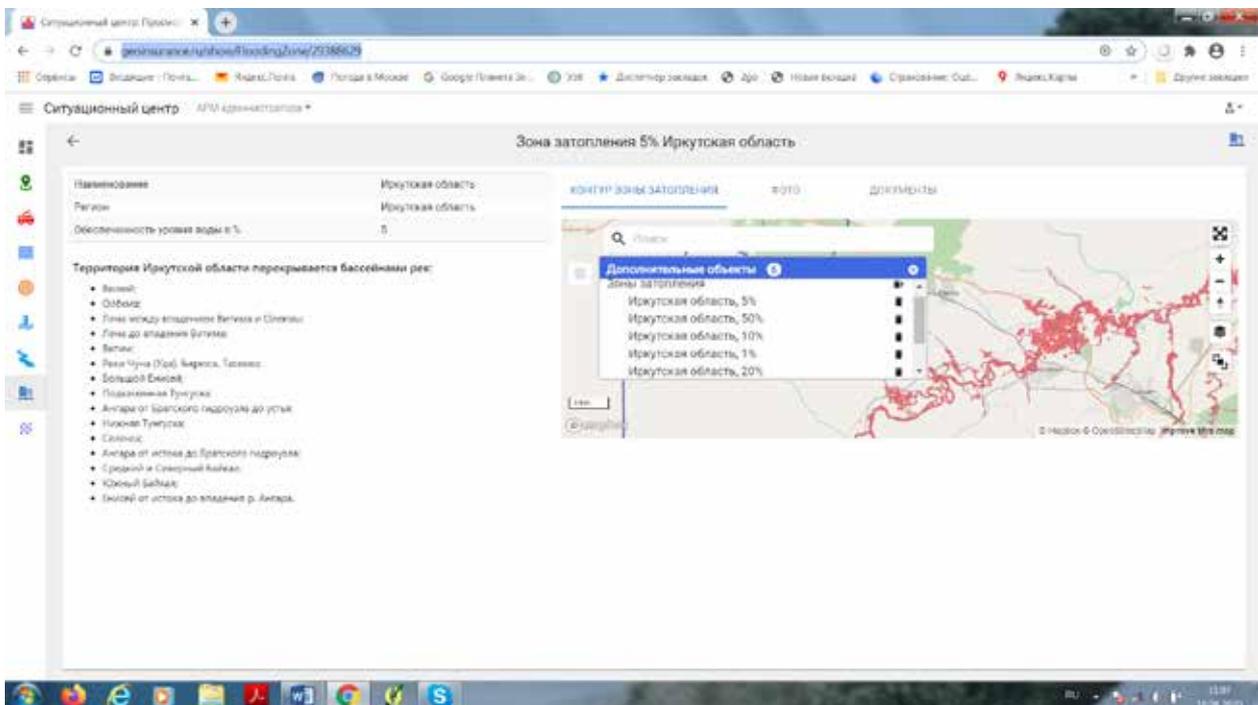


Рисунок 9 – Зоны затопления Иркутской области

Кроме того, разработаны алгоритмы параллельной обработки большого объема пространственных и гидрологических данных с использованием высокопроизводительных вычислительных комплексов. Вычисления выполнялись на серверах центра обработки данных АО «Российские космические системы».

Реализация параллельных алгоритмов обработки и многоядерная организация вычислений ускорили проведение расчетов в более чем сотни раз в сравнении с существующими алгоритмами, что позволило выполнять расчеты зон затоплений и

впервые представить в электронном виде все бассейны рек Российской Федерации (Рисунок 10).

Расчет зон затоплений проводится с использованием специально разработанных программ, которые автоматизируют обработку больших объемов данных. В расчетах используются вычислительные методы многоуровневой классификации – распознавание с обучением.

Конечные результаты вычислений зон затоплений размещаются в сервисе в виде контуров на всей территории бассейнов рек для уровней воды 1%, 5%, 10%, 20%, 50% обе-

спеченности, что соответствует повторяемости наступления наводнений один раз в 100, 20, 10, 5 лет и 2 года, соответственно.

Страховые компании провели успешные испытания полученных зон затоплений и высоко оценили результаты реализации проекта, как комплекса методов и алго-

ритмов, которые позволяют вести расчеты зон затоплений для любого субъекта Российской Федерации, включая территории малых населенных пунктов и межселенные территории, земли садовых участков, сельскохозяйственные угодья и т.п.

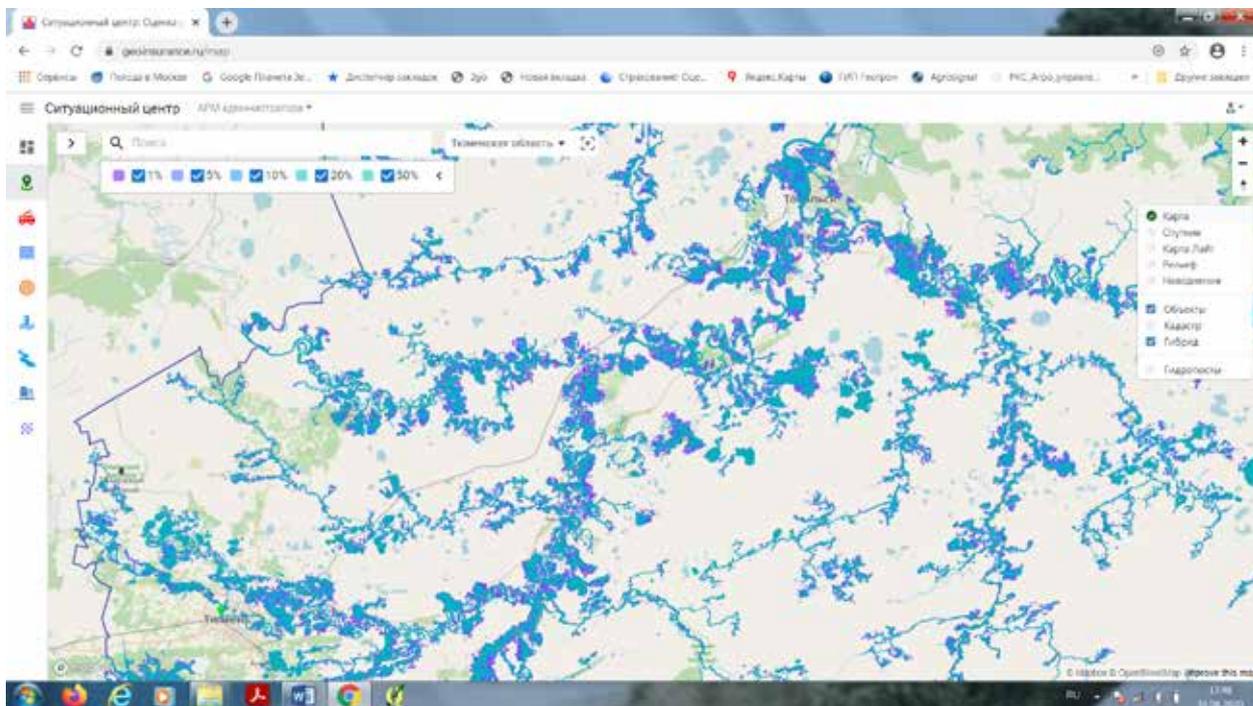


Рисунок 10 – Электронная карта зон затоплений по бассейнам речной сети Тюменской области

Раздел «Гидропосты»

Проектировщиками и разработчиками сервиса большое внимание уделялось интеграции с различными ведомственными информационными системами и вводу их данных в сервис с отображением текущей оперативной информации.

Раздел «Гидропосты» содержит информацию о гидропостах сети Росгидромета, результаты гидрологических расчетов уровней обеспеченности на всю территорию России, уровни выхода воды на пойму и другие данные (Рисунок 11). Слой гидропостов доступен по регионам с максимальным отображением текущей ежедневно обновляемой информации по уровню воды в виде графиков.

Раздел «Бассейны рек»

Благодаря высоким требованиям к созданию максимально возможного количе-

ства цифровых слоев и данных по которым можно вести расчеты, при реализации проекта впервые был создан электронный слой бассейнов рек на всю Россию (Рисунок 12).

Это позволяет вести более детальный анализ гидрологических процессов происходящих в бассейнах рек (Рисунок 13), изучать генезис наводнений и их влияние на социально-экономическую жизнь регионов.

Раздел «Статистика затоплений»

В разделе «Статистика затоплений» представлены сведения, получаемые по фактическим затоплениям в субъектах РФ (Рисунок 14). В сервисе представлена информация, которая получена из регионов или содержится в открытых источниках информации. Администрация сервиса заинтересована в полноценной работе с администрациями субъектов РФ, муниципальными образованияами для корректировки информации.

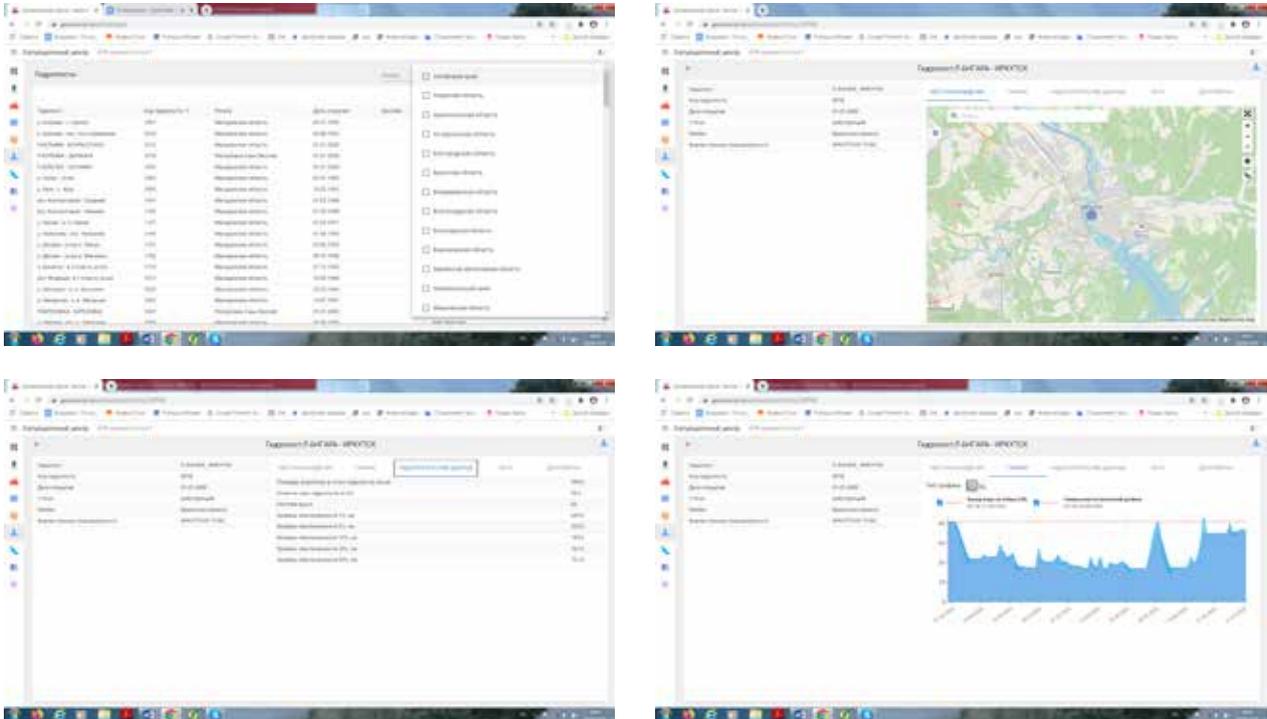


Рисунок 11 – Гидрологические посты, расположение, данные расчетов и ежедневные уровни воды

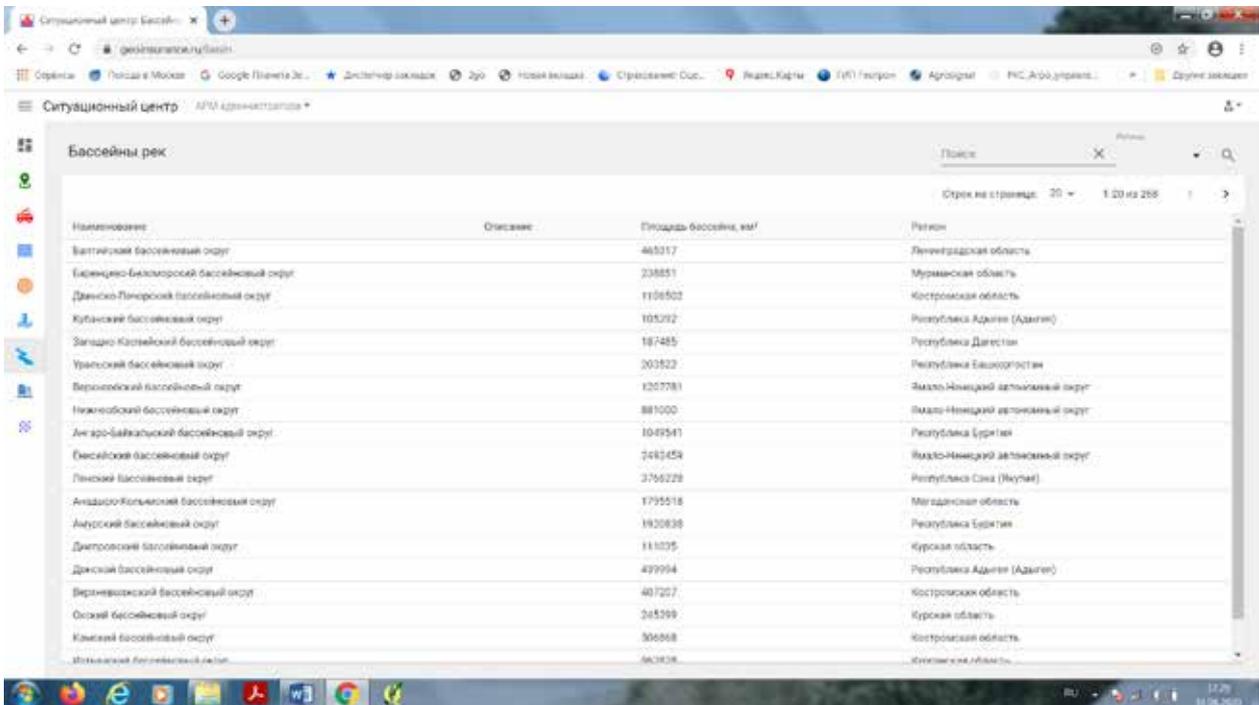


Рисунок 12 – Электронная карта речных бассейнов РФ

Перспективы использования цифровых сервисов

Перспективы использования цифровых сервисов

Сервис размещен в сети Интернет по адресу <https://geoinsurance.ru/> и предоставляет онлайн доступ всем заинтересованным организациям.

Сервис предоставляет пользователям следующие основные возможности:

- автоматический поиск на карте и определение объекта (здания, сооружения, домовладения) по адресу (дом, улица, муниципальное образование) или географическим координатам (долгота, широта);
- раздельное подключение зон затоплений для уровней 1 %, 5 %, 10 %, 20 %, 50 % обеспеченности и определение попадания объекта недвижимости в данные зоны;
- подключение контуров двух максимальных наводнений;
- подключение базового слоя мозаики из космических снимков высокого разрешения и осмотр объекта;
- ведение каждым пользователем сервиса собственной базы объектов и редактирование их параметров.

В сервисе предусмотрено несколько информационных контуров пространственных данных для комплексного управления рисками. Кроме зон затоплений в сервисе включены технологии, которые используя различные пространственные данные, предоставляют расширенную информацию о состоянии различных объектов и воздействия на него природных явлений.

Следует отметить, что в условиях сложной паводковой ситуации в 2019-м и 2020-м годах уже на этапе разработки и тестирования сервиса был получен положительный отклик потенциальных потребителей и со стороны федеральных, региональных и муниципальных органов управления.

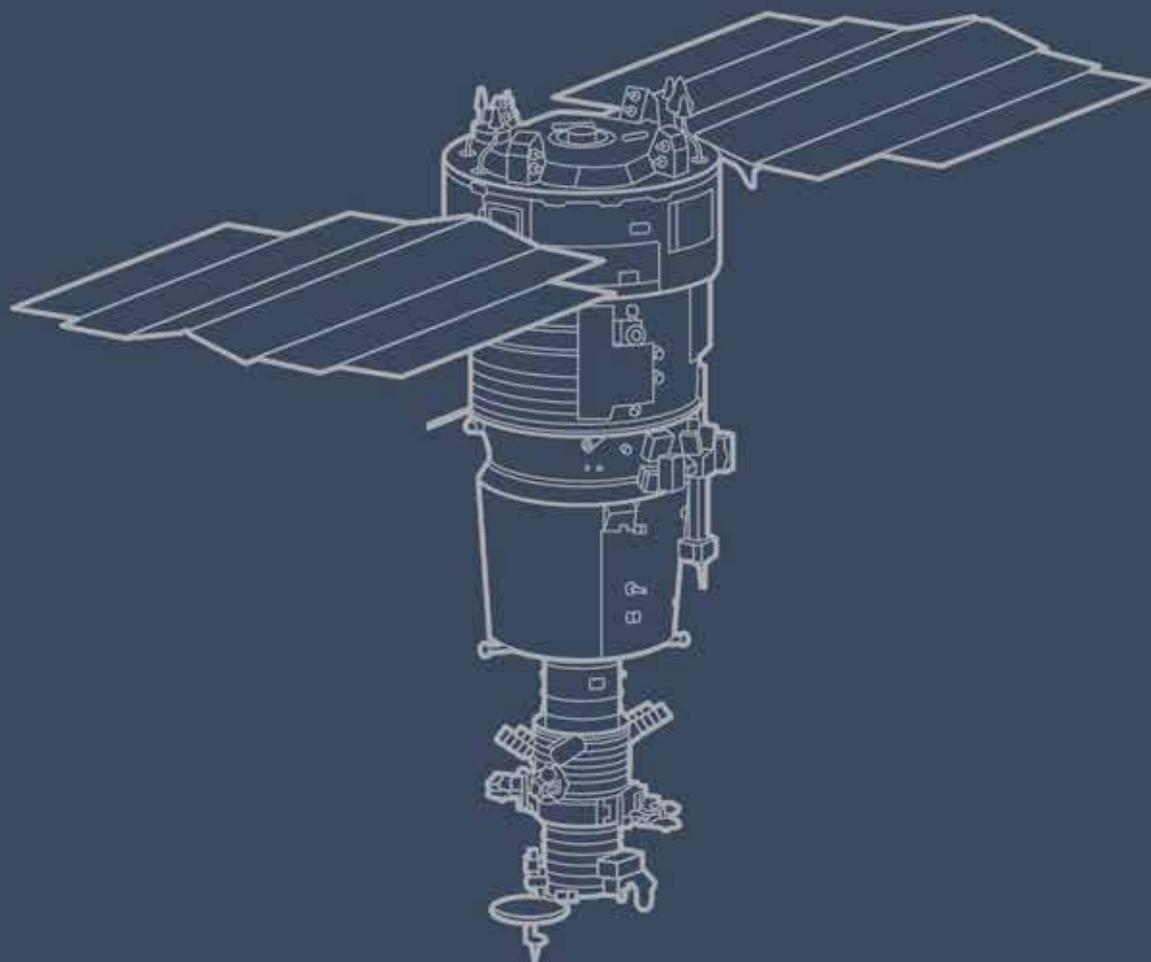
Помимо оценки вероятности попадания различных объектов в зоны затопления, с помощью сервиса может решаться широкий спектр задач, таких как, задачи прогнозирования ущерба от наводнений, проектирование мер защиты от наводнений и контроль их реализации, выдача разрешений на строительство и ограничение на строительство в определенных зонах.

Необходимо подчеркнуть, что разработанная методика и алгоритмы вычислений позволяют значительно снизить затраты и время на расчеты и выделение зон затоплений в регионах России.

Таким образом, путем грамотного сочетания оперативных данных, получаемых космическими средствами ДЗЗ и со стационарных пунктов наблюдения, на основе компьютерного моделирования природных процессов создан уникальный сервис. Сервис обладает огромным потенциалом по управлению рисками, повышению уровня жизни населения и для решения многих проблем в прогнозировании последствий опасных природных явлений, а цифровая трансформация отраслей, имеющих доступ к большим массивам упорядоченных пространственных данных, предоставит возможность радикально повысить качество принимаемых решений. В 2020-2021 году планируется дальнейшее развитие сервиса на всю территорию России. ■

Список используемых источников

1. Кучейко А.А. Мировой опыт обеспечения открытого доступа к данным ДЗЗ. Экономические и технологические аспекты. ДЗЗ из космоса в России. №2, 2020, с. 50 –65.
2. Новиков А.А., Керечко М.В. Использование данных ДЗЗ и гидрологических наблюдений в цифровой онлайн платформе «Сервис управления рисками опасных природных явлений». ДЗЗ из космоса в России. №1, 2020, с. 56 –61.



РЕСУРС-П

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО
КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «РОСКОСМОС»



РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОГРЕСС»



КРАСНОГОРСКИЙ ЗАВОД ИМ. С.А. ЗВЕРЕВА



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТОЧНЫХ ПРИБОРОВ



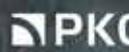
РОССИЙСКАЯ КОРПОРАЦИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Строительство телескопа «Extremely Large Telescope» (ELT)





РОСКОСМОС



Гора Армасонес, Антофагаста,
Чили

Съемка «Ресурс-П» 19.12.2020

© Все права защищены, Роскосмос, 2020

К 100-ЛЕТИЮ А.Е. БАШАРИНОВА

6 декабря 2020 года исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося советского ученого в области дистанционного зондирования окружающей среды, доктора технических наук, профессора Башаринова А.Е.



Анатолий Евгеньевич Башаринов – крупный ученый в области радиотехники и радиофизики, много сделавший для развития статистической радиотехники и радиолокации. Его с полным основанием можно считать одним из основателей нового направления в радиофизике – микроволнового дистанционного зондирования окружающей среды. Он один из первых понял перспективность использования миллиметровых, сантиметровых и дециметровых волн для определения на расстоянии электрофизических и геометрических характеристик природных объектов. Выполненные им пионерские работы по исследованию атмосферы, морской поверхности, земных покровов методами активного и пассивного зондирования в СВЧ-диапазоне намного опередили время.

А.Е. Башаринов родился в Москве 6 декабря 1920г. в семье служащего. Его отец был экономистом, а мать медицинским работником. В школе Башаринов был способным учеником, увлекался шахматами. Как член шахматного кружка Дворца пионеров он участвовал в сеансе одновременной игры с легендарным Капабланкой и был единственным, кто его победил. Но шахматы не стали его призванием.

После окончания школы в 1938 г. Анатолий Евгеньевич поступает на физический факультет Московского университета. Вместе с ним училась плеяда известных в будущем физиков: академики А.Д. Сахаров и А.С. Боровик-Романов, члены-корреспонденты П.Д. Бахрак и Л.А. Вайнштейн, профессор М.Л. Левин, А.М. Яглом, С.Т. Егоров и др. Впоследствии он с любовью вспоминал о своей студенческой жизни, о друзьях – сокурсниках.

Во время войны Анатолий Евгеньевич был призван в армию. В течение полутора десятков лет его жизнь была связана с армейской службой. Он учился в военной академии в Свердловске, работал в ряде научно-исследовательских организаций, а затем был направлен в Московский энергетический институт (МЭИ), где преподавал на военной кафедре и вел активную научную работу в области статистической радиолокации.

Большое влияние на общее развитие Радиотехнического факультета (РТФ) МЭИ в послевоенные годы оказывал академик Ю.Б. Кобзарев, он читал специальные лекции для преподавателей и аспирантов, руководил работой аспирантов.

В 1956 г. А.Е. Башаринов демобилизовался и перешел на работу в Институт

Радиотехники и Электроники (ИРЭ) АН СССР в лабораторию академика Юрия Борисовича Кобзарева. Решающую роль в этом переходе сыграл директор ИРЭ академик Владимир Александрович Котельников, который хорошо знал А.Е. Башаринова по работе в МЭИ и его совместным научным работам с Особым конструкторским бюро (ОКБ) МЭИ. Здесь следует отметить, то в настоящее время АО «ОКБ МЭИ» – Акционерное общество «Особое конструкторское бюро Московского энергетического института» (ОКБ МЭИ, входит в холдинг «Российские космические системы», входит в Госкорпорацию «Роскосмос») – ведущая компания в области разработки бортовых и специальных антенн, уникальных радиотелескопов, корреляционно-фазовых пеленгаторов, радиометрической аппаратуры космического базирования, радиотелеметрических и ретрансляционных систем, радиолокаторов и пр.

В ИРЭ АН СССР в лаборатории Ю.Б. Кобзарева для Анатолия Евгеньевича была создана научная группа, которая постепенно расширялась и укреплялась молодыми специалистами и аспирантами. У него установился хороший творческий контакт с другим руководителем группы этой лаборатории М.С. Александровым. В начальном периоде работы в ИРЭ научная деятельность А.Е. Башаринова была связана со статистической радиотехникой применительно к теоретическим вопросам радиолокации. Им совместно с Б.С. Флейшманом была написана и опубликована монография «Методы статистического последовательного анализа и их приложения». Академик Ю.Б. Кобзарев проявлял большой интерес к работам Анатолия Евгеньевича, всячески его поддерживал. В 1959г. А.Е. Башаринов защитил докторскую диссертацию. И вот тут, по-видимому, наметились перемены в его научных пристрастиях. Его заинтересовали вопросы СВЧ-излучений, особенно низкотемпературных плазменных образований, атмосферных газов, облаков, планеты Венера и т.д. В 1968 и 1974 гг. А.Е. Башариновым совместно с соавторами выпущены в издательстве «Сов. Радио» монографии «Измерение тепловых и плазменных излучений в СВЧ-диапазоне», «СВЧ

излучение низкотемпературной плазмы».

Одновременно с работой в ИРЭ АН СССР А.Е. Башаринов продолжал преподавать в МЭИ. Анатолий Евгеньевич включил в читаемый им на Радиофакультете в МЭИ курс «Основы радиолокации» раздел «Пассивное визирование» и, пожалуй, первым в СССР выпустил учебное пособие по этому вопросу. Один из первых А.Е. Башаринов начал разрабатывать и внедрять радиофизические методы и системы дистанционного зондирования объектов и сред. По инициативе А.Е. Башаринова в начале 60-х годов в ИРЭ АН СССР развернуты работы по изучению особенностей теплового излучения различных природных объектов и создавалась экспериментальная база. В СКБ ИРЭ работы по созданию СВЧ-радиометрической аппаратуры возглавил В.С. Аблязов – выпускник МЭИ и слушатель лекций А.Е. Башаринова. За короткое время была создана серия СВЧ-радиометров миллиметрового и сантиметрового диапазонов, имеющих рекордную для того времени чувствительность.

Анатолий Евгеньевич Башаринов был инициатором создания самолета – летающей радиофизической лаборатории на базе серийного самолета ИЛ-18. Вплоть до середины 90-х годов на этом самолете проходили испытания пассивных и активных радиосистем дистанционного зондирования, многие аналоги которых в последствии были реализованы в космическом исполнении и установлены на ИСЗ. Ключевым моментом этих работ явился запуск в сентябре 1968 г. спутника «Космос-243», который более чем на четыре года опередил запуск аналогичного американского спутника «Nimbus-5». Этот эксперимент был огромным достижением нашей науки и вызвал большой интерес специалистов во всем мире. Основные результаты этого эксперимента опубликованы в монографии А.Е. Башаринов, А.С. Гуревич, Т.С. Егоров «Радиоизлучение Земли, как планеты», изд. «Наука», 1974г, не потерявшей своей актуальности и по сей день.

А.Е. Башаринов принимал активное участие в международном сотрудничестве по линии Совета «Интеркосмос». Он являлся сопредседателем секции микроволно-

вых исследований советско-американской группы «Исследования Земли из космоса». Благодаря стараниям А.Е. Башаринова были налажены тесные связи с Годдардовским Центром космических полетов НАСА, Канзасским университетом, Массачусетским технологическим институтом и др. А.Е. Башаринов был талантливым ученым, широко известным в нашей стране и за рубежом, внесший крупный вклад в развитие статистической теории радиолокации и радиофизики. Анатолий Евгеньевич был доктором наук, профессором, лауреатом Государственной премии СССР (присуждена посмертно в 1983 г.), за выдающиеся заслуги в деле изучения космического пространства он был награжден орденом Ленина, орденом Красной Звезды и орденом Знак почета. А.Е. Башаринов – автор 150 научных работ и 6 монографий, множества учебных пособий для студентов.

Анатолий Евгеньевич обладал широким научным кругозором и старался привить его и своим ученикам, студентам и аспирантам. А.Е. Башаринов явился инициатором интересных научно-исследовательских работ на кафедре Радиотехнических приборов (РТП) МЭИ, где он работал в должности профессора. Под его руководством на кафедре РТП совместно с ОКБ МЭИ были созданы локационные радиосистемы дистанционного подповерхностного зондирования и исследования состояния поверхности морских акваторий с борта самолета, показавших уникальные технические характеристики.

Развитием научного направления, основанного А.Е. Башариновым на кафедре РТП МЭИ, явились работы к.т.н. доцента Лукашенко Ю.И. по созданию совместно с ОКБ МЭИ космического радиолокатора с синтезированной апертурой антенны и цифровой системой бортовой обработки «Траверс» для отечественной космической станции «Мир», и д.т.н. профессора А.И. Баскакова по разработке методов формирования трехмерных изображений морских и земных поверхностей для мониторинга окружающей среды с помощью

интерферометрических радиолокаторов синтезированной апертуры (ИРСА) с борта космических аппаратов. Выполненные теоретические исследования, а также наземные и самолетные измерения радиоизлучения атмосферы, морской поверхности и земных покровов явились основой для постановки спутникового эксперимента. Практической подготовкой эксперимента занялись коллективы, руководимые А.С. Гурвичем (ИФА) и А.Е. Башариновым. Особое внимание при подготовке экспериментов на спутнике «Космос-243» было обращено на следующие вопросы: определение содержания водяного пара в атмосфере, водозапаса облаков и выделение зон осадков; оценку температуры и состояния морской поверхности; определение ледовой обстановки в акваториях; определение влажности почвы. Был определен оптимальный для решения этих задач спектр длин волн: 0.8, 1.35, 3.4 и 8.5 см, на которых будут проводиться измерения теплового радиоизлучения системы атмосфера–подстилающая поверхность. Для будущего спутника «Космос-243» были разработаны и изготовлены четыре СВЧ-радиометра, чувствительность которых позволяла проводить измерения радиоизлучения Земли. Эти радиометры вместе с антеннами составили четырехканальный радиоспектрометр.

Как научный руководитель студентов и аспирантов, А.Е. Башаринов был исключительно ответственный, внимательный и корректный. Замечания и критика его всегда были по существу и очень полезны, что снискало ему безграничное уважение учеников, сохраняющих о нем светлую память и поныне. Профессору Башаринову А.Е. удалось в ИРЭ АН СССР создать свою научную школу, которая успешно продолжает его дело по сей день. У учеников А.Е. Башаринова, ставших докторами наук (Кутуза Б.Г., Шутко А.М. и др.), уже появились свои ученики, ныне кандидаты и доктора наук, успешно трудящихся в институтах РАН и организациях Госкорпорации «Роскосмос». ■

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ И ЦИФРОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ»

8-9 октября 2020 года в г. Сочи состоялась организованная АО «Роскартография» **II Международная научно-практическая конференция «Геодезия, картография и цифровая реальность»** и была посвящена актуальным вопросам цифровизации картографической отрасли, в том числе в рамках реализации национальных проектов Российской Федерации. Формат мероприятия претерпел небольшие изменения: теперь вместо пленарных заседаний состоялось две дискуссии. Участниками первой стали представители государственных органов, учебных заведений и крупных государственных компаний, которые обсудили существующие потребности государства в геопространственных данных, проблемы создания и использования геопространственной информации в интересах государства, а также образовательные и кадровые вопросы. Во второй панельной дискуссии принимали участие представители крупного отраслевого бизнеса и Высшей школы экономики, которые обсудили перспективы и технологии создания геопространственной информации в интересах бизнеса и потребителей, а также объем рынка.

К участникам конференции приветственным словом обратился **генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Д.О. Рогозин**, который, в частности отметил: «Госкорпорация «Роскосмос» на протяжении многих лет осуществляет выполнение заявок Росреестра на проведение космической съемки и предоставление данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса для осуществления картографической деятельности, это оказывает значительный экономический эффект на деятельность АО «Роскартография».

В рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» Госкорпорация «Роскосмос» занимается реализацией проекта «Цифровая Земля», направленного на создание информационной системы (цифровой платформы), обеспечивающей доступ потребителей к данным ДЗЗ из космоса, представленным в виде постоянно обновляемого единого сплошного динамического покрытия всей территории Российской Федерации, а также к продуктам, услугам и сервисам ДЗЗ с использованием аппаратных и технических средств единой территориально-распределенной информационной системы ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ).

Госкорпорация «Роскосмос» также осуществляет взаимодействие с АО «Роскартография» по многим направлениям, включая:

- подключение дочерних организаций АО «Роскартография» к информационным ресурсам Геопортала Госкорпорации «Роскосмос» для отбора пригодных материалов ДЗЗ;
- дистанционное обучение специалистов АО «Роскартография» работе с Геопорталом Госкорпорации «Роскосмос»;
- привлечение АО «Роскартография» к выполнению мероприятий по проекту «Цифровая Земля» в части работ по созданию высокоточного беспшовного покрытия;
- организацию и выполнение совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, заказчиком которых выступает Госкорпорация «Роскосмос», а также ряд других.

В работе конференции в качестве спикера Секции 1 («Роль картографии в государственном управлении») принял участие заместитель директора департамента навигационных космических систем (ГЛОНАСС) Госкорпорации «Роскосмос» Валерий Александрович Заичко. Он в частности в своем выступлении отметил, что Госкорпорация «Роскосмос» и Роскартография тесно взаимодействуют уже на протяжении многих лет и сотрудничество только развивается. В 2020 году Госкорпорация «Роскосмос» удовлетворил потребности АО «Роскартография» в спутниковых снимках, сделанных космическими аппаратами российской орбитальной группировки для создания картографической продукции на 98%, что стало рекордом за последние несколько лет.

Госкорпорация «Роскосмос» планирует совместно с Росреестром в 2022-2023 годах создать единое геоинформационное пространство России в рамках нацпроекта «Цифровая экономика». В развитие этой темы В.А. Заичко высказал уверенность в необходимости создания в стране единого органа управления вопросами развития геопространственного направления по аналогии с Национальным агентством геопространственной разведки в США. «Я считаю и убежден, что у нас в стране должен быть создан единый центр, который регулировал бы вопросы геопространственной аналитики и данных. В стране должен быть Национальный центр геопространственной разведки. Если слово «разведка» не нравится, давайте назовем по-другому, но разведка в данном случае подразумевает наблюдение за явлениями, местностью и так далее», – пояснил замглавы департамента.

Одним из основных итогов конференции можно считать то, что АО «Роскартография» по заказу Росреестра проведет научно-исследовательские работы, на основе которых впервые в России **будет создана система непрерывного геодезического мониторинга деформаций земной поверхности на базе ГЛОНАСС**, а также **разработана стратегия развития и основы государственной политики страны в области геодезии и картографии**.

Отметим, что активное участие как в дискуссиях на пленарном заседании, так и в работе различных секций конференции приняла делегация МИИГАиК во главе с ректора университета Камыниной Н.Р.

Источники: Росреестр, Роскартография, Роскосмос, ТАСС

16-20 НОЯБРЯ 2020 ГОДА, МОСКВА

ВОСЕМНАДЦАТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА» (ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ)

В этом году из-за пандемических ограничений она прошла необычно и стала во многом новым опытом для организаторов – руководства Института космических исследований РАН (ИКИ РАН).

К моменту открытия конференции на сайте зарегистрировалось более 700 человек, а к завершению – около 1 000. Так, например, в прошлом году число участников составило около 700. Расширилась и география участия: на конференцию зарегистрировались участники из 17 стран.

Участники конференции обсудили широкий круг вопросов, связанных с использованием данных дистанционного зондирования для исследования Земли и не только её. Как отметили в институте, одной из ключевых тем обсуждений этого года стало развитие информационных сервисов для решения задач прикладного и научного мониторинга различных объектов и явлений на основе систем и методов ДЗЗ.

Этой теме было посвящено открывающее пленарное заседание, обсуждение продолжилось в рамках различных секций. Кроме секционных и пленарных заседаний, 16 и 17 ноября прошла Школа молодых ученых по проблемам дистанционного зондирования растительного покрова высокоширотных регионов в контексте изменения климата и других воздействий. 19 ноября состоялся мастер-класс «Региональный сельскохозяйственный мониторинг с использованием спутникового сервиса Вега». А 20 ноября традиционное «выездное» заседание прошла в Научном центре оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) АО «Российские космические системы».

С приветственным словом на этом заседании от Госкорпорации «Роскосмос» выступил заместитель директора Департамента навигационных космических систем (ГЛОНАСС) Валерий Заичко. Он обратил внимание участников конференции на то, что на сегодняшний день одной из важных задач, стоящих перед Госкорпорацией «Роскосмос», является формирование нового коммерческого рынка применения юридически значимых данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Одним из главных элементов в решении этой задачи является организация сертификации данных ДЗЗ из космоса и нормативно-правовое закрепление сертифицированных данных ДЗЗ из космоса. Этой теме был посвящен отдельный доклад от специалистов Госкорпорации «Роскосмос». В нем в частности отмечено, что начиная с октября 2019 года, в России по заказу Госкорпорации «Роскосмос» ведется разработка системы национальных стандартов в области данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Данная работа осуществляется в двух научно-исследовательских работах, одна из которых проводится в рамках Федеральной космической программы России на 2016-2025 годы (30 национальных стандартов), а другая проводится совместно с Республикой Беларусь в рамках реализации программы Союзного государства «Интеграция-СГ» (60 национальных стандартов).

На «выездном» заседании были заслушаны и обсуждены 17 докладов, охватывающих практически все аспекты целевого применения методов и средств ДЗЗ для решения задач социально-экономического развития (от разработки целевой аппаратуры ДЗЗ до информационных систем и наземной инфраструктуры).

В целом на конференции было представлено около 440 докладов. К сожалению, очная часть по понятным причинам сократилась, тем не менее, непосредственно в ИКИ РАН выступили около 100 человек.

По словам Евгения Лупяна, заместителя директора ИКИ РАН и председателя организационного комитета конференции, ни по активности, ни по числам, конференция этого года не уступила предыдущим. Более того, как отметил Лупян, раньше никогда не удавалось провести более или менее продолжительную дискуссию на пленарных заседаниях, а в этом году это произошло.

АО «ТЕРРА ТЕХ» ПРЕДСТАВИЛ ГЕОСЕРВИСЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА



АО «ТЕРРА ТЕХ», компания холдинга «Российские космические системы» (РКС, входит в Госкорпорацию «РОСКОСМОС»), представило геоинформационные решения для построения комплексной системы экологического мониторинга на базе космической съемки при реализации проектов «Умная экология». Анализ данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяет выявлять полигоны ТКО и незаконные свалки, вести оперативный мониторинг чрезвычайных ситуаций (нефтеразливов и других техногенных аварий), контролировать ход ликвидации объектов экологического вреда и рекультивации нарушенных земель. Об этом специалисты АО «ТЕРРА ТЕХ» рассказали на конференции «Цифровая индустрия промышленной России» (ЦИПР), которая прошла в Нижнем Новгороде с 23 по 25 сентября при поддержке Минкомсвязи, Минпромторга и Минэкономразвития.

Генеральный директор АО «ТЕРРА ТЕХ» Милана Элердова: «Сегодня в нашей стране реализуется важный нацпроект «Экология». В его рамках большинство федеральных проектов по направлениям «отходы», «вода», «воздух», «биоразнообразию» и «технологии» могут быть поддержаны и усилены продуктами и геосервисами на основе космической съемки. У нас огромная страна и доехать до каждого ее уголка, чтобы проконтролировать ситуацию на месте, непросто. Именно поэтому дистанционный контроль ситуации со спутника стал востребованной услугой со стороны руководителей и менеджеров крупных предприятий, представителей региональных администраций. В целом растет спрос на объективный независимый экологический контроль со стороны общества».

Большим потенциалом технологии дистанционного мониторинга обладают в области отслеживания загрязнений, связанных с добычей полезных ископаемых. Например, специалисты АО «ТЕРРА ТЕХ» могут отслеживать состояние водоемов и прибрежных территорий при дражных способах золотодобычи.

Из космоса осуществляется мониторинг уникальных природных объектов, реликтовых лесов и водных ресурсов, контролируется ход строительства объектов инфраструктуры обращения с отходами.



В разработанной АО «ТЕРРА ТЕХ» платформе виртуальной реальности ATLAS VR, которая создает цифровые копии объектов на основе космических снимков, отображаются результаты экомониторинга, моделируются последствия воздействия человека на природу и экологию. С помощью космических снимков возможно организовывать виртуальный экотуризм и путешествия по самым красивым и уникальным местам России.

В компании отмечают большой интерес со стороны регионов России к созданию интерактивных цифровых проектов в сфере познавательного и экологического туризма, направленных на раскрытие рекреационного потенциала регионов, экологическое просвещение и патриотическое воспитание. VR-технологии на основе космических снимков – одно из лучших решений для этих задач.

СПУТНИКИ ДЗЗ СТАНУТ ОДНИМ ИЗ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ



Спутники дистанционного зондирования Земли Госкорпорации «Роскосмос» должны стать одним из основных источников информации для контроля деятельности в лесном фонде такой огромной страны как Россия.

Директор ФГБУ «Рослесинфорг» (всероссийская организация, специализирующаяся на комплексном решении лесоучетных и лесоустроительных задач в интересах государства) Павел Чащин: «Мы уже сейчас используем огромные объемы данных ДЗЗ, получаемые с российских аппаратов, и планируем увеличить площадь, охваченную дистанционным мониторингом до 211 млн гектаров. Причем 35 млн гектаров в рамках непрерывного дистанционного мониторинга, который обеспечивает регулярное покрытие земель лесного фонда, что делает его наиболее эффективным из всех существующих методов контроля.

Именно в этой связи ФГБУ «Рослесинфорг» неоднократно заявлял о необходимости увеличения доли данного вида мониторинга до 100% территорий земель лесного фонда, переданного в аренду. Перед нами стоит задача не только увеличить территориальный охват, но и максимально уменьшить время обработки снимка и получения итоговой аналитики для своевременного принятия решений, а это невозможно сделать без применения современных цифровых технологий».

Генеральный директор АО «ТЕРРА ТЕХ» Милана Элердова: «Сегодня цифровые методы обработки информации со спутников – искусственный интеллект, машинное зрение и нейросети наряду с классическими методами обработки данных ДЗЗ могут позволить обеспечить высокочастотный оперативный космический мониторинг всей территории лесов в России и выявлять изменения, происходящие в лесу – вырубки, гари, ветровалы, гибнущие насаждения, карьеры, незаконное строительство на землях лесного фонда и т.д.»

Данные дистанционного зондирования Земли широко используются для мониторинга пожаров. Видны термоточки, фиксируются факты возникновения пожаров, которые часто возникают по причине неаккуратного сжигания порубочных остатков. Применение цифровых моделей рельефа и местности, построенных по данным космической съемки, позволяет оценочно определять некоторые количественные характеристики лесов. Можно оценить доступность инфраструктуры лесозаготовки, подобрать лесной массив по заданным критериям и оценить коммерческую перспективность лесного актива.

Госкорпорация «Роскосмос» представляет услуги по дополнительной подготовке специалистов федеральных и региональных органов исполнительной власти, других организаций и предприятий, в том числе коммерческих, в соответствии с разработанной программой повышения квалификации «Основы работы с российскими данными дистанционного зондирования Земли из космоса».

Цель обучения: формирование базовых знаний в области изучения, обработки и применения космических данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), изучение основ ДЗЗ из космоса, перспектив развития и применения, обучение работе с российскими данными в области ДЗЗ из космоса, формирование знаний по возможности исследования Земли аэрокосмическими средствами в целом.

Обучение слушателей организовано круглогодично на постоянной основе на базе АО «ИПК Машприбор» по договору на платные образовательные услуги с привлечением технических средств Оператора космических средств ДЗЗ (НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы»).

Стоимость обучения одного человека составляет 29 800,00 рублей.

Курс обучения – 40 часов. Форма обучения – очная.

Лицам, успешно освоившем дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о квалификации – удостоверение о повышении квалификации государственного образца.

Квалификация, указываемая в удостоверении, дает его обладателю право заниматься определенной профессиональной деятельностью и (или) выполнять конкретные трудовые функции, для которых в установленном законодательством Российской Федерации порядке определены обязательные требования к наличию квалификации по результатам дополнительного профессионального образования.

Удостоверение о повышении квалификации выдается на бланке, являющимся защищенным от подделок полиграфической продукцией.

Заявки на обучение направлять по адресу:

141077, г. Королев, Московская область, Октябрьский бульвар, д. 12

E-mail: plan@ipk-mashpribor.ru

Контактное лицо в АО «ИПК Машприбор» – Дегтярь Александр Владимирович, тел. +7(499) 972-43-69 доб. 03-89-02.

ДЗЗ В РОССИИ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСКОСМОС»

(СБОРНИК ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ)

Журнал публикует научно-технические статьи по вопросам мониторинга поверхности Земли из космоса и практические результаты, полученные по данным российских систем ДЗЗ.

ОСНОВНЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЖУРНАЛА:

- Вопросы государственно-правового и методического регулирования деятельности в области ДЗЗ;
- Развитие орбитальной группировки космических аппаратов и наземной космической инфраструктуры ДЗЗ;
- Космические технологии ДЗЗ;
- Наука на службе практики (научно-технические и конструкторские разработки для улучшения качества продукции ДЗЗ);
- Международное сотрудничество и молодежная политика в космической деятельности;
- Вехи истории российского космоса.

Периодичность выхода номеров: ежеквартально

Распространение в электронном виде на сайте Госкорпорации «Роскосмос»
в Интернете: roscosmos.ru

