Михаил Зимин

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ГК «СКАНЭКС»

Дорогие друзья!

Этот номер, в отличие от большинства предыдущих, мы решили не делать специализированным: огромным количеством разнообразных материалов нам хочется порадовать своего читателя здесь и сейчас. Как и прежде, основные направления статей определены ключевой особенностью использования средств и методов дистанционного зондирования, касающихся различных аспектов мониторинга.

Обострившаяся в 2019 году ситуация с лесными пожарами в Сибири и на Дальнем востоке, подкрепленная высокой медийной активностью вокруг проблемы, в очередной раз показала высокую востребованность средств дистанционного зондирования, способных фиксировать термические аномалии. Тем не менее необходимо понимать, что текущая общемировая спутниковая группировка, способная обеспечивать решение этих задач, — не так велика, а самым примечательным является тот факт, что большая часть указанных спутников уже давно перешагнула рубеж предполагаемого срока службы. Да, число запущенных в 2018 г. КА дистанционного зондирования бьет предыдущие рекорды, но области их применения сосредоточены в иных сегментах, коммерциализация которых более прозрачна как для заинтересованных фирм, так и для значительного числа стартапов. А вот «метеорологический» сегмент придется развивать в рамках государственных программ. И, конечно, приходится повторяться: такой большой стране, как наша, просто необходима национальная мультимасштабная группировка дистанционного зондирования.

Хочется отметить высокую активность образовательных проектов, касающихся использования геоинформационых и дистанционных методов. Это реальный прорыв в области продвижения географического знания, который охватывает очень широкую проблематику. И если раньше основная деятельность подобных программ сосредоточивалась вокруг крупных вузов, то сейчас региональные и межрегиональные проекты весьма успешно ведут подобные проекты на уровне детских центров — кванториумов — и сельских школ.

Важным событием стала конференция «Геоинформационная стратегия в морской отрасли», которая состоялась 11 октября 2019 г. в Санкт-Петербурге. Организатор — ГК «СКАНЭКС» при поддержке Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. В ней приняли участие представители ведущих мировых операторов космической съемки, ведущих нефтегазовых, инженерно-геологических, научных и исследовательских организаций, а также предприятий, участвующих в освоении Арктики и развитии Северного морского пути. На мероприятии был рассмотрен широкий круг вопросов: мониторинг шельфовых и сухопутных месторождений, организация логистики в арктическом регионе, безопасное судоходство, рыболовство, ледовый и экологический мониторинг, создание собственных геоинформационных систем и др. В журнале вы можете прочитать краткий обзор докладов, прозвучавших на конференции. ¶

Содержание

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

О главном

5 *ИТОГИ ЗАПУСКОВ КА ДЗЗ В 2018 ГОДУ: НАСТУПЛЕНИЕ КИТАЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ БУМА СТАРТАПОВ*
А.А. Кучейко

Партнеры

13 *ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И СМЕЩЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА БАЗЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ*
А.Л. Сальман

22 *«ГАЗПРОМ НЕФТЬ» РАЗРАБОТАЛА УНИКАЛЬНУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЛОГИСТИКОЙ*
О. Вильде

26 *О РОЛИ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*
А.В. Хаустов, И.А. Королёв

31 *ОСВОБОЖДЕНИЕ ОТ НДС ОПЕРАЦИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ (КОСМИЧЕСКИХ) БАЗ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ*
Е.В. Жаров

Технологии

35 *ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ*
О.И. Государева

40 *ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ СЕРВИС ДЛЯ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ОТ ГК «СКАНЭКС»*
Д.М. Павлов

44 *«КАРТА ПОЖАРОВ» 2019 г.: КОЛИЧЕСТВО ТЕРМОТОЧЕК В РОССИИ ВЫРОСЛО БОЛЕЕ ЧЕМ В 10 РАЗ*

А.Ю. Корниенко, Е.С. Пономарева

Исследование

50 *ОБНАРУЖЕНИЕ ОТМЕЛЕЙ И МАЛЫХ ОСТРОВОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ*

А.А. Кучейко, А.Ю. Иванов, К.В. Айнов, Е.С. Лисаченко

Образование

61 *АПРОБАЦИЯ АПМК «ГЕОАТЕЛЬЕ» В НАУЧНОМ ПАРКЕ «СИРИУС»: СТАРТ УСПЕШНЫЙ, ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ*

М.А. Сергеева, К.Б. Козаченко, М.В. Воронина, М.К. Раскладкина

Дайджест новостей

67 *НОВОСТИ «СКАНЭКС»*

январь – декабрь 2019

71 *В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ПРОШЛА КОНФЕРЕНЦИЯ «ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ В МОРСКОЙ ОТРАСЛИ»*

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

ИТОГИ ЗАПУСКОВ КА ДЗЗ В 2018 ГОДУ: НАСТУПЛЕНИЕ КИТАЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ БУМА СТАРТАПОВ

Алексей Кучейко

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
ООО «РИСКСАТ»

2018 год стал рекордным для индустрии съемки Земли из космоса по числу запущенных космических аппаратов (КА) массой >100 кг и числу компаний-стартапов среди операторов систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Настоящий обзор основан на материалах открытой печати и охватывает спутники с оптоэлектронными системами (ОЭС), радиолокаторами и радиометрами, позволяющими получать изображения Земли. Все запущенные в 2018 г. спутники разделены на три категории по массогабаритным характеристикам: 1) миниспутники и более крупные КА массой >100 кг; 2) микроспутники массой от 10 до 100 кг; 3) наноспутники массой <10 кг. Целесообразность такого деления связана с распределением финансирования отрасли ДЗЗ и задачами, решаемыми спутниками разных категорий. Так, к спутникам 1-й категории относятся самые дорогостоящие оперативные КА развернутых ранее систем ДЗЗ; 2-я категория — в основном микроспутники новых создаваемых коммерческих систем ДЗЗ, а также научные, экспериментальные и технологические КА; 3-я категория — в основном образовательные и технологические кубсаты ДЗЗ, а также наноспутники действующей коммерческой группировки ДЗЗ PlanetScope компании Planet. Наблюдается переход от экспериментов по отработке технологий к массовому развертыванию оперативных гражданских и коммерческих группировок КА съемки Земли.

Как было показано ранее («Земля из космоса», №10 (26) 2019, с. 36), распределение действующих на орбите КА ДЗЗ по странам-операторам подчиняется показательному закону: можно выделить 8 ведущих игроков в индустрии ДЗЗ, среди них (в порядке убывания группировки) США, Китай, ЕС, Япония, Индия, Россия, Израиль и Корея. Перечисленные страны входят также в число лидеров по запускам КА ДЗЗ в 2018 г.

2018 год стал абсолютно рекордным по числу запущенных КА ДЗЗ сразу в двух категориях: в основной

Запуски КА ДЗЗ всех классов в 2018 г.

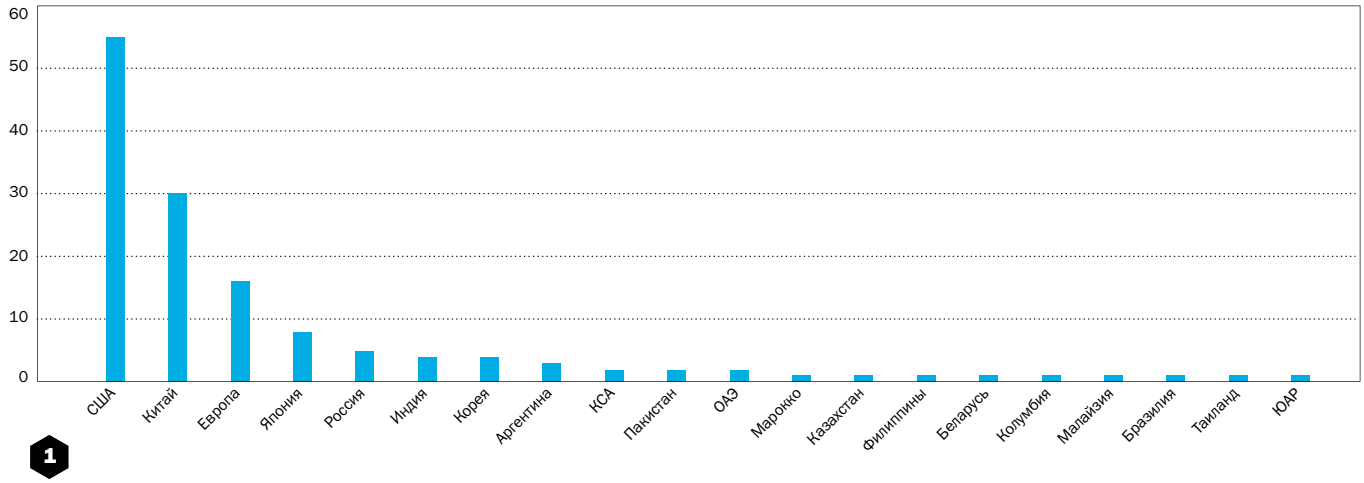


Рис. 1. Распределение запущенных в 2018 г. КА с аппаратурой съемки Земли всех весовых категорий по странам-операторам

группе крупных спутников массой >100 кг (48 КА вместо 32 КА в 2016 г.) и в категории микроспутников массой от 10 до 100 кг (22 КА, обычно — 8–16 КА).

Мировыми лидерами по общему числу запущенных КА с аппаратурой съемки Земли в трех категориях (48/22/69) являются США (55 КА) и Китай (30 КА) с большим отрывом от других стран (Европа, Япония, Россия и Индия — 16, 7, 5, 4 соответственно). Основной причиной рекордных показателей стала активизация программ ДЗЗ Китая и других стран, а также развитие коммерческих группировок ДЗЗ (рис. 1). По общему числу запущенных КА во всех трех категориях 2018 г. «уступил» 2017 г. из-за снижения темпа запусков наноспутников серии Dove после создания системы PlanetScope в полном составе (130…150+ КА).

Итоги запусков в категории КА массой >100 кг

В 2018 г. 16 стран запустили 48 КА с аппаратурой съемки Земли массой >100 кг (рекорд с начала XXI в. после заката эпохи эксплуатации короткоживущих КА фоторазведки). Основной вклад в рекордный рост внес Китай, запустивший 16 вместо 8–10 КА. Основной съемочной аппаратурой стала оптическая: из 48 запущенных КА 40 оснащены ОЭС (в т. ч. 3 — гиперспектральными камерами), еще 6 — РСА и два — СВЧ приборами. По пространственному разрешению ~19 КА имеют пространственное разрешение ≤1 м (самое востребованное на мировом рынке данных ДЗЗ). 8 КА из 48 относятся к коммерческим группировкам ДЗЗ (табл. 2, рис. 2).

По числу запущенных КА (>100 кг) лидерство в категории после двух лет вернул себе Китай (в 2016 г. лидером были США (8 КА). Россия с 5 КА впервые вышла на второе место, оттеснив США на третью позицию. Увеличилось до 6 число КА ДЗЗ, сделанных «под ключ» или при содействии ведущих держав ДЗЗ, в том числе Пакистан, ОАЭ, КСА, Казахстан, Аргентина и Марокко стали операторами спутников, изготовленных компаниями из Китая, Кореи, Франции и Италии.

Итоги запусков КА ДЗЗ массой от 10 кг до 100 кг в 2018 г.

В 2018 г. 8 стран запустили 23 микроспутника с аппаратурой съемки Земли массой от 10 кг до 100 кг (абсолютный рекорд в XXI в.). Лидерами являются США (8 КА) и Китай (7 КА). Россия в классе микроспутников не представлена. Большинство запущенных микроспутников являются коммерческими (16 из 23 КА), остальные — научные, технологические, образовательные (6) и военный КА (1). Рекордный рост связан с началом развертывания 8 многоспутниковых группировок коммерческих КА США (4 компании), Китая, Аргентины, Финляндии и Японии (все — по 1 компании). По типу аппаратуры съемки Земли основными были оптические приборы — 20 КА с ОЭС (из них 6 (!) — с гиперспектрометрами) и 3 — с РСА X-диапазона. По пространственному разрешению из 23 микроспутников около 6 КА оснащены аппаратурой с разрешением ≤1 м (самый прибыльный сегмент рынка данных ДЗЗ), 4 КА высокого разрешения (1–10 м), остальные — среднего и низкого разрешения (табл. 3, рис. 3).

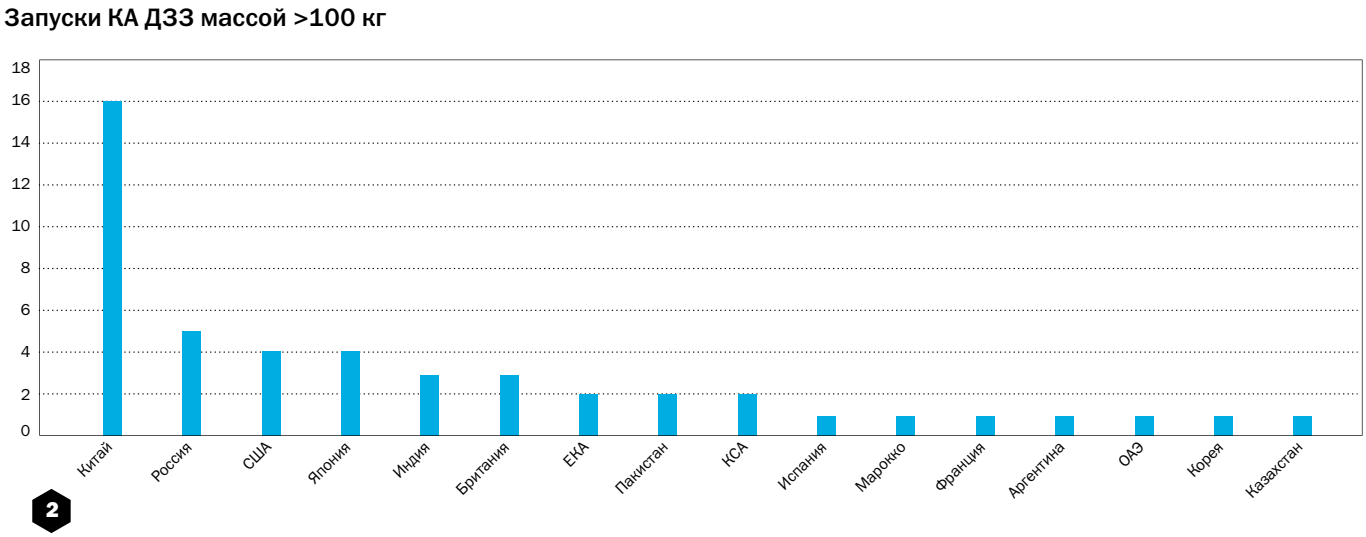


Рис. 2. Распределение запущенных в 2018 г. КА с аппаратурой съемки Земли массой >100 кг по странам-операторам

Табл. 2. Итоги запусков КА ДЗЗ массой >100 кг по странам в 2018 г.

№	Страны	Гражданские, коммерческие и двойного назначения	ВКР	Метеорология	Всего
1	Китай	*Gaojing-1-3, 1-4, Jilin-1 Video-3, -4* GF-1-02, -03, -04, GF-5, GF-6, GF-11 HY-1C, HY-2B, CFOSAT (13)	LKW-3, -4	FY-2H	16
2	Россия	Канопус-В №3, №4, №5, №6	Космос-2525		5
3	США	*SkySat-14, -15*	Topaz-5	GOES-17	4
4	Япония	ASNARO-2, GOSAT-2	IGS Optical-6, -Radar-6		4
5	Индия	Cartosat-2F, Microsat-TD, HySIS			3
6	Британия	*CBNT-2,* NovaSAR-S1, *SSTL-S1*			3
7	ЕКА	Sentinel-3B		METOP-C	2
8	Пакистан	PRSS, PakTES-1A			2
9	КСА	SaudiSat-5A, -5B			2
10	Испания	PAZ			1
11	Марокко		Mohammed-VIB		1
12	Франция		CSO-1		1
13	Аргентина	SAOCOM-1A			1
14	ОАЭ	Khalifasat			1
15	Корея			GEO-Kompsat-2A	1
16	Казахстан	KazSTSat			1
Итого	**2018/17/16/15**	**36/20/22/13**	**8/5/6/8**	**4/2/4/2**	**48**

Прим. Курсивом выделены КА коммерческих систем ДЗЗ.

Запуски КА ДЗЗ массой от 10 кг до 100 кг

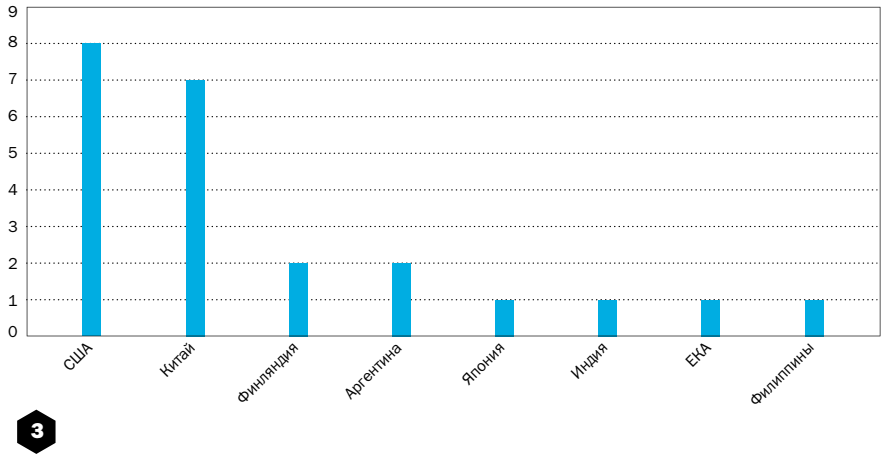


Рис. 3. Распределение запущенных в 2018 г. КА с аппаратурой съемки Земли массой от 10 до 100 кг по странам-операторам

Табл. 3. Итоги запусков микроспутников ДЗЗ по странам в 2018 г.

№	*Государство*	*Микроспутники, от 10 до 100 кг*	*Наименование КА*
1	США	8	*Landmapper BC-3, -4, BlackSky Global-1, -2, Capella-1, Arkyd-6,* HSAT-1, SeeMe
2	Китай	7	*OVS-2A, 4 КА OHS-2A/B/C/D,* Tianzhi, LJ-1
3	Финляндия	2	*ICEYE X1, X2*
4	Аргентина	2	*ÑuSat 4, 5*
5	Япония	1	*GRUS-1*
6	Индия	1	INS-1C
7	ЕКА	1	ESEO
8	Филиппины	1	Diwata-2B
	Итого	**23**	

Прим. Курсивом выделены КА коммерческих систем ДЗЗ.

Итоги запусков наноспутников ДЗЗ массой до 10 кг в 2018 г.

В 2018 г. 15 стран запустили 68 наноспутников с аппаратурой съемки Земли массой <10 кг. Число запущенных в 2018 г. КА снизилось по сравнению с 2017 г. (108 наноспутников). Лидерами являются США (43 КА) и Китай (8 КА). Россия в классе наноспутников не представлена. Основной объем запусков в категории наноспутников (36 КА из 69) связан с усилиями компании Planet, которая стремится поддерживать численность системы наноспутников Dove системы PlanetScope после полного ее развертывания в 2017 г. По назначению в классе наноспутников представлены коммерческие (Planet), научные, технологические и образовательные и военные КА (3).

По типу аппаратуры съемки Земли основными являются оптические датчики — 67 КА с ОЭС (в том числе с гиперспектрометром и с ОЭС ИК-диапазона) и 1 — с СВЧ-радиометром. По пространственному разрешению большая часть КА Dove обеспечивают съемку с высоким разрешением (ВР 3–5 м), остальные оснащены ОЭС среднего и низкого разрешения. На некоторых КА установлена совмещенная полезная нагрузка — ОЭС и приемники АИС и АЗН-В, на двух КА установлена аппаратура оптической передачи данных (табл. 4).

Система ДЗЗ США

В 2018 г. в США запущено больше, чем где-либо, спутников с аппаратурой съемки Земли — 55 КА (4/8/43 — мини- и более/микро-/нано-соответственно). Из пяти основных подсистем ДЗЗ — гражданской государственной и коммерческой, метео, военной, научной пополнены все, кроме государственной.

Кроме перечисленных, запущены две научные полезные нагрузки (ПН) на МКС: ECOSTRESS (Ecosystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station) и GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation), а также научный КА ICESAT-2 с альтиметром, не включенные в общий учет. Аппаратура ECOSTRESS предназначена для оценки температуры и влагозапаса биомассы в термальном ИК-диапазоне, оценки индексных показателей ранних предвестников засух. ПН GEDI представляет собой лидар для измерения высоты биомассы, толщины снежного покрова и уточнения цифровой модели поверхности.

Быстрыми темпами развивается новый коммерческий компонент национальной системы ДЗЗ: полностью развернута группировка PlanetScope, на этапе создания нахо-

дятся еще четыре системы — SkySat, Landmapper, BlackSky, Capella. Гражданские государственные КА ДЗЗ (класса Landsat, Aqua/Terra) в 2018 г. не запускались, продолжается разработка нового КА Landsat 9 (запуск — в 2021 г.).

Система ДЗЗ Китая

В 2018 г. Китай запустил 30 КА трех весовых категорий (16/6/8). Пополнение получили все пять основных подсистем ДЗЗ — гражданская государственная и коммерческая, метео, военная и научная.

Гражданская государственная подсистема (самая крупная) получила 6 КА двойного назначения серии GaoFen (GF-1 (3 КА), -5, -6, -11) и два океанографических КА HY-1C, HY-2B. К числу наиболее сложных можно отнести КА двойного назначения GF-11, который экспертное сообщество считает китайским аналогом американского спутника-шпиона «Кихоул-11». По оценкам, GF-11 оснащен ОЭС с зеркальным телескопом диаметром 1,7 м (!) и может обеспечить самую детальную съемку Земли среди всех КА Китая. С учетом того, что спутник выведен на эллиптическую орбиту высотой 242×691 км, разрешение ОЭС может составлять от 8–10 см до 15–20 см при съемке с различных участков орбиты.

В состав военной системы видовой оптоэлектронной разведки вошли два КА LKW-3,-4, в результате развернута четырехспутниковая система LKW. Интересно отметить, что спутники LKW по внешнему виду напоминают французские КА серии Pleiades.

Метеосистема пополнена геостационарным спутником FY-2H, запущен научный франко-китайский океанографический КА CFOSAT.

Быстро развивается гражданский коммерческий компонент ДЗЗ, на

Запуски КА ДЗЗ массой до 10 кг

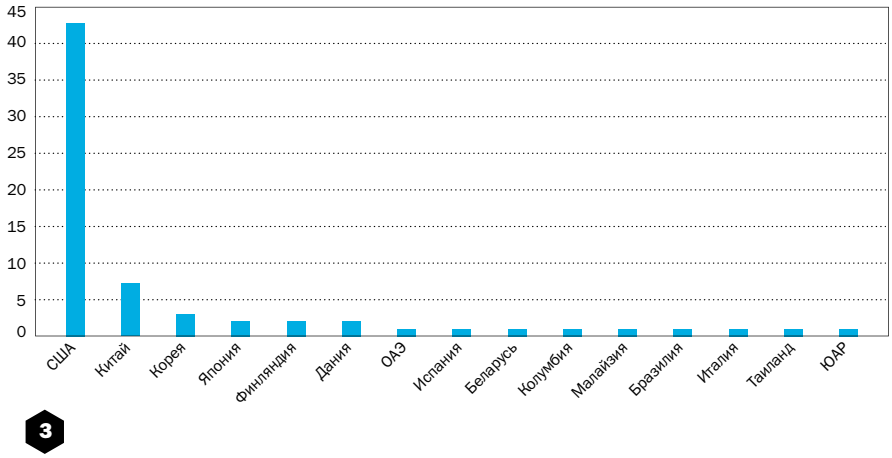


Рис. 3. Распределение запущенных в 2018 г. КА с аппаратурой съемки Земли массой до 10 кг по странам-операторам

Табл. 4. Итоги запусков наноспутников ДЗЗ по странам в 2018 г.

№	Государство	Число КА	Наименование КА
1	США	43	*36 КА Flock-3 (Dove)*, Audacy-0, MicroMas, Tyvak-61C, AC-11, AC-11B, Seahawk, Da Vinci
2	Китай	8	*TY 1-03, TY-6, HA-1, FengMaNiu-1, LJ 1-01, TY/DF-1, TS, Douyu-666*
3	Корея	3	*Kausat-5, K2SAT, SNUSAT*
4	Япония	2	*TRICOM-1R, RSP*
5	Финляндия	2	*Reactor Hello World, Suomi-100*
6	Дания	2	*GOMX-4A, -4B*
7	ОАЭ	1	MYSAT-1
8	Испания	1	3Cat-1
9	Беларусь	1	BSUSat-1
10	Колумбия	1	FACSAT-1
11	Малайзия	1	InnoSat-2
12	Бразилия	1	ITASAT-1
13	Италия	1	Eaglet-1
14	Таиланд	1	KNACKSAT
15	ЮАР	1	ZACUBE-2
	Итого	**69**	

Прим. Курсивом выделены КА коммерческих систем ДЗЗ.

этапе развертывания находятся три крупных системы — GaoJing, Jilin-1, Zhuhai OHS/OVS и Luojia, Wuhan, дополнена ранее развернутая трехспутниковая китайско-британская система TripleSat (Китай арендует ресурсы британских КА).

Китай ускоренными темпами создает национальную систему ДЗЗ, которая включает все основные виды полезных нагрузок и развивает коммерческие группировки.

Система ДЗЗ Европы

В 2018 г. страны Европы запустили 16 КА всех категорий (7/3/6). В результате пополнены все пять подсистем ДЗЗ — гражданская государственная и коммерческая, метео, военная и научная.

В гражданской государственной системе завершено развертывание основной части группировки системы Sentinel программы ДЗЗ Copernicus в семиспутниковом составе (2 Sentinel-1A/B; 2 Sentinel-2A/B; 2 Sentinel-3A/B и Sentinel-5). Запущен КА двойного назначения PAZ (Испания) с РСА X-диапазона, созданный совместно с корпорацией Airbus DS, а также британский КА NovaSAR-S с РСА S-диапазона.

Военная система видовой оптоэлектронной разведки Франции получила новый КА CSO-1 (замена Helios-2A/B) с ОЭС с апертурой диаметром 1,5 м (GSD ~0,35 м), а метеосистема Евросоюза пополнена спутником METOP-C.

Запущен уникальный научный КА Aeolus (ранее ADM — Atmospheric Dynamics Mission) с доплеровским лидаром ALADIN для измерения параметром трехмерного поля ветра (не включен в общий учет).

Быстро развиваются гражданские коммерческие системы, Британия запустила два КА CBNT-2 и SSTL-S1-4 для пополнения систем Earth-i и TripleSat, Финляндия вывела на орбиту два КА-прототипа ICEYS-X1, X2 с РСА X-диапазона.

Страны Европы создают сбалансированную группировку ДЗЗ, отдавая приоритет совместной системе ДЗЗ на основе спутников серии Sentinel.

Система ДЗЗ России

В 2018 г. Россия запустила 5 КА массой >100 кг. В состав группировки ДЗЗ России вошли 4 КА «Канопус-В» №3…№6, в военной — Космос-2525. Из заявленных КА отложены запуски КА «Электро-Л» №3 и «Метеор-М» 2-2. Научных и коммерческих КА ДЗЗ не запущено. Не было запусков КА ДЗЗ двух классов (микро- и нано-) в связи с отсутствием коммерческих систем ДЗЗ и редкими запусками университетских и образовательных наноспутников. Созданная в 2018 г. группировка из 9 гражданских спутников (6 КА «Канопус-В», «Ресурс-П», «Метеор-М», «Электро-Л» №2) не обеспечивает решение всего перечня задач. В России отсутствует действующая система оперативной сплошной съемки территории РФ с разрешением 10–20 м со свободным доступом к данным ДЗЗ (аналогичная системам Landsat, Sentinel, CBERS, Resourcesat).

Технологические тенденции

Основной тенденцией индустрии ДЗЗ в 2018 г. стал стремительный рост числа КА ДЗЗ (в соответствии с прогнозами и даже с их опережением). Мировыми лидерами стали США и Китай, отмечен повсеместный тренд по созданию или наращиванию коммерческих систем ДЗЗ, а также систем на принципах ЧГП.

Табл. 5. Запуски КА с ОЭС сверхвысокого разрешения (GSD <0,5 м) в 2018 г.

№	Оператор/ Государство	КА с ОЭС	Масса КА, кг/ Высота орбиты, км	Число КА в системе (+ в 2018 г.)	Пространственное разрешение, м/ширина полосы захвата, км
1,2	Siwei Star/Китай	GaoJing-3, -4	560/530	4 (+2)	0,5 ПХ, 2 МС/12
3	МО, ISRO/Индия	Cartosat-2F	710/505	4 (+1)	0,65 ПХ, 2 МС, видео 0,5/10
4,5	МО/Китай	LKW-3, -4	1 000/496	4 (+2)	<0,5/–
6	CSICE/Япония	IGS-Optical-6	1 000–2 000/511	4 (+1)	0,3/–
7	CNSA, МО/Китай	GaoFen-11	>1 000/248×694	1 (+1)	0,1…0,3 (оценка)/–
8	ВВС/Марокко	Mohammed-VIB	1 100/606	2 (+1)	0,7 (0,5 ресемплинг)/–
9	DGA/Франция	CSO-1	3 655/800	1 (план-3) (+1)	0,35/–

Основной съемочной аппаратурой являются ОЭС, кроме мультиспектральных ОЭС используются видеокамеры и гиперспектрометры, 2018 год стал также рекордным по числу КА с РСА L/C/X-диапазонов. По разрешению преобладают системы метрового и субметрового разрешения. Новые приборы — лидары, спектрометры измерения состава атмосферы, скаттерометры, РСА-альтиметры, СВЧ-радиометры, пассивные рефлектометры, приемники сигналов ГНСС и других.

Устойчиво растет число коммерческих группировок ДЗЗ и проектов таких систем в ведущих космических державах. Среди коммерческих систем преобладают КА микрокласса (10…100 кг). Всего 12 компаний-стартапов из США, Китая, Японии, Финляндии, Аргентины и Британии запустили в 2018 г. КА ДЗЗ, из них только компания Planet полностью развернула и пополняла систему PlanetScope из 150…130+ относительно дешевых кубсатов размером 3U. Сроки создания других коммерческих многоспутниковых группировок растягиваются на годы.

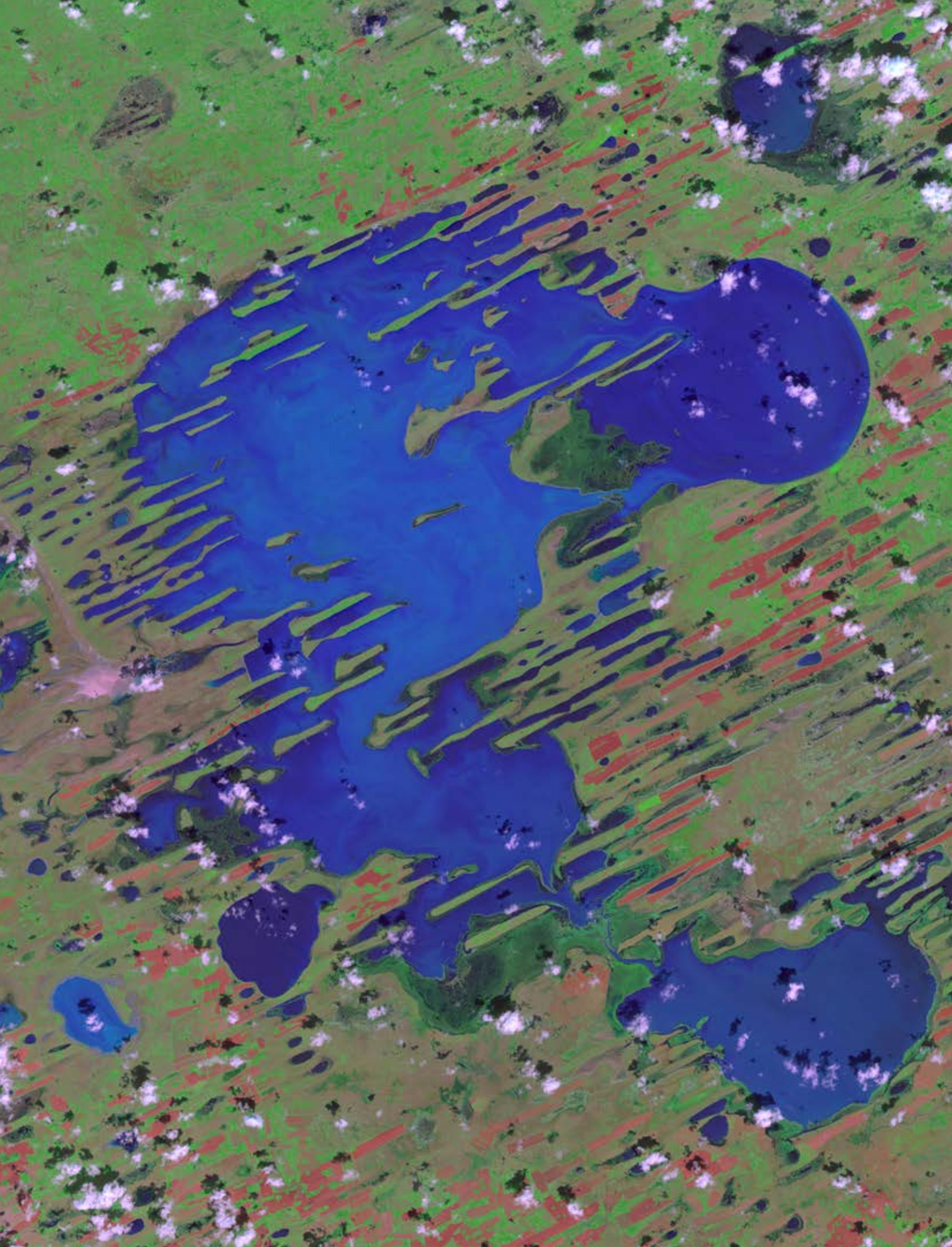
В 2018 г. на орбиту выведены 9 КА с оптоэлектронными системами сверхвысокого разрешения (GSD<0,5 м), пять из них принадлежат Китаю (табл. 5). Кроме того, запущены 8 КА с РСА (три из них — коммерческие проекты).

Происходит быстрое насыщение рынка продуктами от КА ДЗЗ, различающихся по массе и производительности («не все машины — мерседесы»).

Наблюдаются процессы специализации компаний на отдельных процессах цепочки сбора и обработки данных ДЗЗ: изготовление, запуск, управление, прием, облачная обработка. Развивается сектор услуг по приему данных ДЗЗ на распределенные сети станций. Наблюдается внедрение радиолиний передачи данных в Ка-диапазоне и через оптические терминалы связи в связи с ограниченными частотными ресурсами диапазона X. Широким трендом стало использование ресурсов поставщиков облачных сервисов для ускорения обработки и сокращения операционных расходов. Компания Амазон тестирует собственную инфраструктуру станций приема информации и оперативной обработки данных AWS Ground Station.

Все ведущие страны в области ДЗЗ применяют практику приема данных зарубежных КА ДЗЗ в рамках программ международного сотрудничества, особенно по линии обмена данными открытого доступа.

Национальная группировка РФ в сложившемся составе не позволяет решать широкий перечень социально-экономических задач, отсутствуют многие категории приборов и КА ДЗЗ, редкими являются запуски микро- и наноразмерных КА для исследований и отработки новых технологий (в 2018 г. запуски не осуществлялись). Развитие системы ДЗЗ РФ можно было бы ускорить с помощью мер по привлечению ресурсов научных и образовательных учреждений, коммерческих компаний и корпораций. ¶



ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И СМЕЩЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА БАЗЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Александр Сальман

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
ООО «ЭС-ПАС»

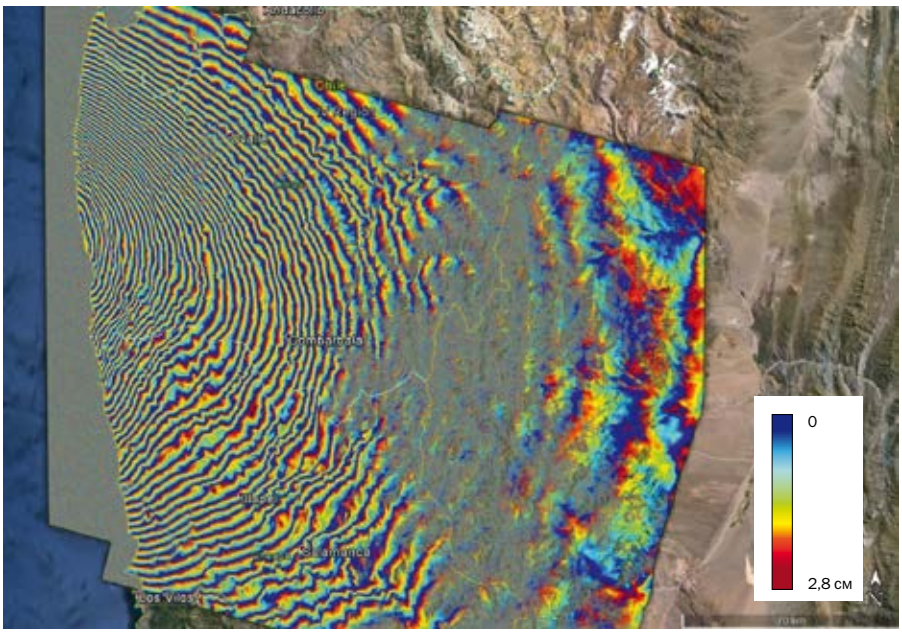
Стремительное развитие космических систем способствует интенсивному проникновению новых технологий дистанционного мониторинга во многие области человеческой деятельности. Не является исключением и такое направление технических работ, как геодезия и маркшейдерское дело.

Обеспечение безопасности гражданского и промышленного строительства, контроль технического состояния зданий и сооружений, мониторинг процессов эксплуатации объектов горной и нефтегазовой промышленности представляют собой комплексные инженерные задачи, связанные с необходимостью регулярного выполнения сложных высокоточных измерений на местности. Реализация таких работ с использованием наземных технических средств связана со значительными затратами людских, временных и финансовых ресурсов. Оптимизировать контроль крупных объектов и значительно повысить экономическую эффективность такого мониторинга позволяют дистанционные методы наблюдения за земной поверхностью.

В настоящее время во всем мире все активнее используется технология радарной интерферометрии, позволяющая с миллиметровой точностью оценивать деформации земной поверхности и смещения объектов инфраструктуры без установки на местности какого-либо измерительного оборудования. В качестве исходных данных для выполнения таких работ используются радиолокационные спутниковые изображения. Технология радарной интерферометрии обладает рядом важных преимуществ:

- измерения деформаций земной поверхности выполняются

на базе радиолокационной спутниковой съемки, которая может быть выполнена при любой освещенности местности и при любых погодных условиях;
- технология позволяет как организовывать мониторинг текущего состояния исследуемой зоны на базе актуальных изображений, так и выполнять исторические ретроспективные исследования с использованием архивных спутниковых данных;
- измерения выполняются без установки и последующего обслуживания наземного измерительного оборудования;
- радарная интерферометрия позволяет выполнять измерения скорости развития деформаций с точностью до 1 мм в год, что сопоставимо с традиционными наземными методами;
- технология используется для исследования обширных территорий, каждое спутниковое изображение охватывает участок местности площадью в тысячи квадратных километров;
- используемые радиолокационные данные имеют высокое пространственное разрешение, что позволяет выполнять до нескольких тысяч измерений на каждом квадратном километре;
- интенсивность интерферометрического мониторинга может варьироваться от нескольких измерений в год до нескольких измерений в неделю в зависимости от потребностей заказчика и характера деформаций исследуемой местности.



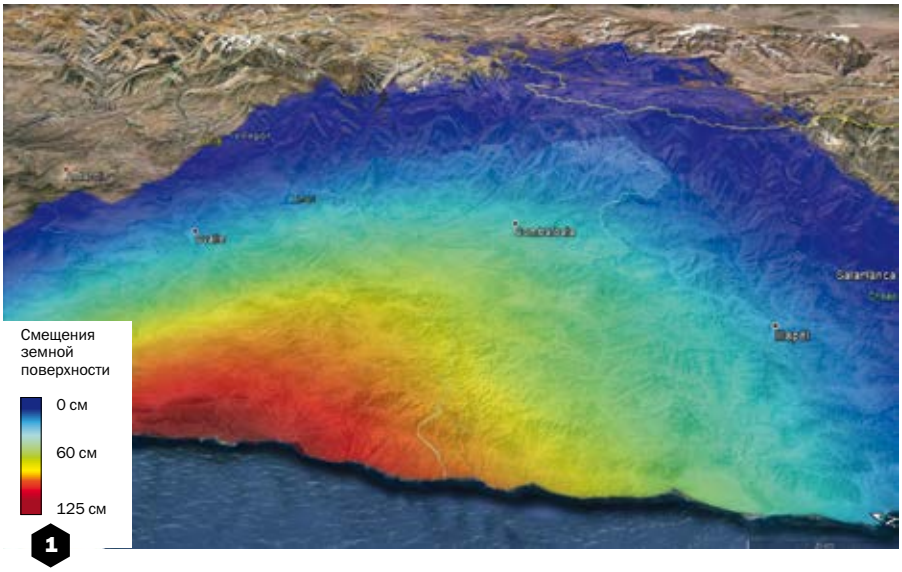


Рис. 1. Результаты анализа последствий землетрясения, произошедшего 16 сентября 2015 г. в Чили, полученные путем сопоставления изображений спутниковой системы Sentinel-1 от 24 августа и от 17 сентября 2015 г.: дифференциальная интерферограмма и карта смещений земной поверхности

Радарная интерферометрия применяется для решения следующих задач:
- анализ состояния важных объектов инфраструктуры (городских территорий, туннелей, железных дорог, автомагистралей, мостов, гидротехнических и портовых сооружений);
- мониторинг нефтегазовых объектов (месторождений, подземных хранилищ газа, трубопроводов, терминалов сжиженного природного газа, нефтяных платформ на морском шельфе);
- обеспечение безопасности эксплуатации объектов горнодобывающей промышленности (карьеров, шахт, хвостохранилищ, промышленных сооружений);
- оценка последствий природных катастроф (землетрясений, извержений вулканов, наводнений).

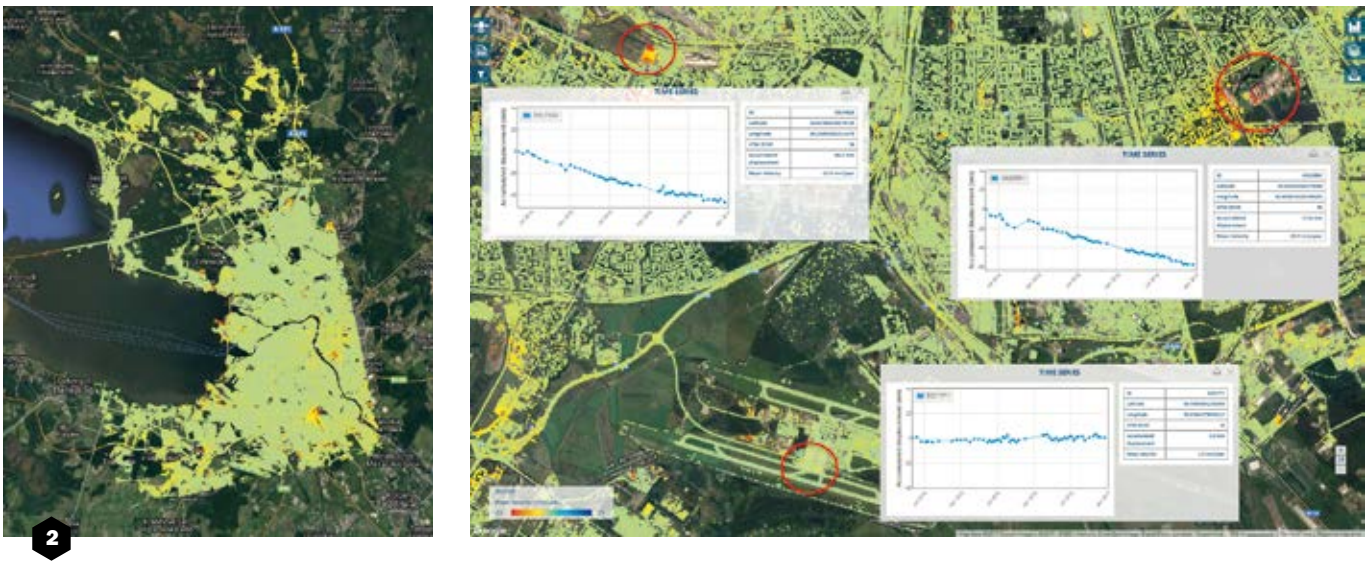


Рис. 2. Результаты исторического исследования г. Санкт-Петербурга за период с мая 2014 г. по декабрь 2016 г., реализованного с использованием технологии радарной интерферометрии на базе 56 изображений спутника TerraSAR-X: зеленым цветом показаны стабильные участки местности, желтым и красным цветом показаны оседания объектов инфраструктуры, голубой и синий цвет соответствуют подъему земной поверхности

Одним из признанных мировых лидеров в области выявления деформаций земной поверхности на базе радиолокационных спутниковых данных является компания TRE Altamira, отделения которой расположены в Милане, Барселоне и Ванкувере. Эта организация, входящая в международную группу компаний CLS, обладает целым рядом уникальных технологических приемов, позволяющих добиваться исключительно качественных результатов при выполнении проектов любой сложности. Все используемые компанией TRE Altamira алгоритмы разработаны собственными экспертами и постоянно модернизируются по мере решения все более сложных задач.

Специалисты компании, обладающие двадцатилетним опытом реализации самых разнообразных проектов, применяют в своей работе данные всех основных радиолокационных спутниковых систем, что позволяет использовать те или иные исходные изображения в зависимости от потребностей заказчика, принимая во внимание пространственное разрешение, размеры и расположение кадров спутниковой съемки, частотный диапазон, интенсивность пролетов космических аппаратов над исследуемой зоной. Используемые радиолокационные изображения обрабатываются с применением целого ряда различных алгоритмов, предназначенных для решения как классических проблем радарной интерферометрии, так и смежных задач, что позволяет выявлять деформации земной поверхности всех типов: от медленных миллиметровых до быстрых метровых смещений.

Простейшим приемом, используемым для дистанционной оценки деформаций земной поверхности, является использование метода дифференциальной интерферометрии на базе изображений, формируемых спутниковыми радиолокаторами с синтезированной апертурой (DInSAR). Путем сопоставления двух радиолокационных изображений, полученных в результате съемки одной и той же территории в разные моменты времени, формируется интерферограмма, представляющая собой отображение фазовых различий между сопоставляемыми изображениями. Изменения фазы могут быть вызваны деформациями земной поверхности, произошедшими за период между двумя спутниковыми съемками, а также топографическими особенностями местности, атмосферными декоррелирующими шумами и прочими явлениями. В том случае, если декоррелирующие шумы невелики, а изменения фазы, связанные с топографическими факторами, могут быть учтены с помощью точной цифровой модели рельефа, на базе интерферограммы удается сформировать карту смещений земной поверхности, которые произошли за период между двумя спутниковыми съемками (рис. 1). Такая карта демонстрирует

смещения вдоль направления съемки. Точность измерений, обеспечиваемых с помощью дифференциальной интерферометрии, составляет около 1 см.

В том случае, если необходимо обеспечить более точное выявление медленных миллиметровых деформаций, используется мультиинтерферограммная технология (InSAR), основанная на использовании устойчивых отражателей — объектов на местности, хорошо отражающих радиолокационный сигнал и характеризующихся слабым изменением когерентности на протяжении всего периода исследования. Компания TRE Altamira реализует такие проекты на базе комплекса алгоритмов SqueeSAR™, обеспечивающего высокоточные измерения деформаций земной поверхности путем совместной обработки не менее 15 радиолокационных изображений исследуемой территории, полученных в различные моменты времени в одном режиме спутниковой съемки с одного и того же орбитального витка.

Выполняя статистический анализ всего набора изображений, алгоритмы SqueeSAR™ выделяют на земной поверхности пункты измерения, характеризующиеся стабильной амплитудой и когерентной фазой отраженного сигнала. При этом различают пункты измерения трех разных типов:

- устойчивые отражатели: точечные объекты, характеризующиеся стабильно высоким уровнем отражаемого радиолокационного сигнала (здания, сооружения, скальные породы и т. д.);
- распределенные отражатели: участки земной поверхности, характеризующиеся менее интенсивным, но однородным отражением радиолокационного сигнала (необработанные участки земли, пустынные территории и т. д.);

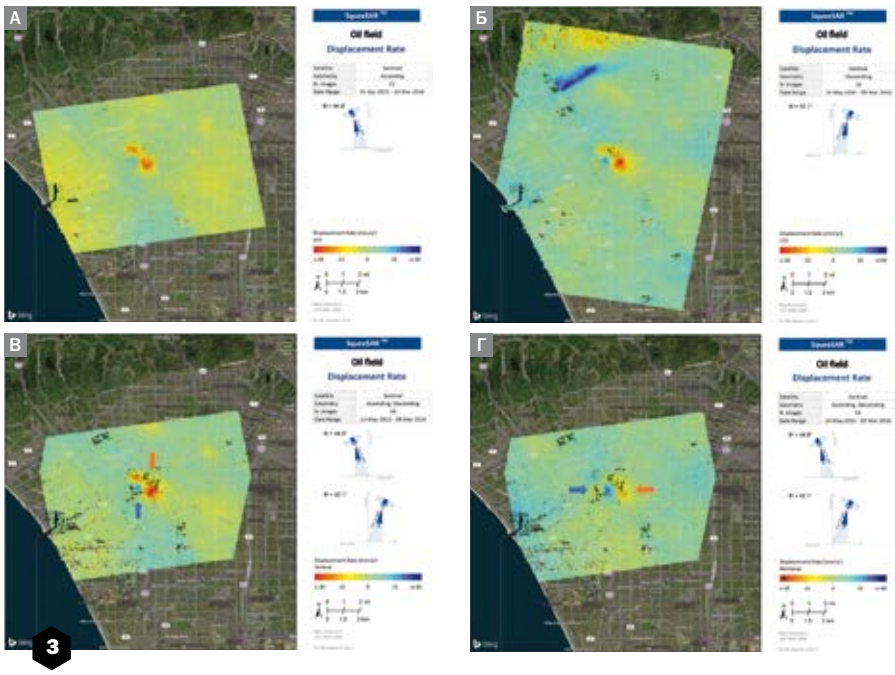


Рис. 3. Результаты мониторинга нефтяного месторождения в США на базе 21 изображения с восходящего витка и 16 изображений с нисходящего витка спутниковой системы Sentinel-1, полученных в период с апреля 2015 г. по март 2016 г.:
а) результаты интерферометрического исследования на базе данных с восходящего витка,
б) результаты интерферометрического исследования на базе данных с нисходящего витка,
в) карта вертикальных смещений;
г) карта горизонтальных смещений в направлении «восток — запад»

- временные когерентные отражатели: пункты измерения, в которых радиолокационный сигнал устойчиво отражается только на части используемого набора исходных изображений (например, зоны со значительной сезонной изменчивостью когерентности из-за появления снежного покрова или растительности).

В результате комбинации пунктов измерения различных типов удается добиться высокой плотности интерферометрических измерений даже при неблагоприятных особенностях исследуемого полигона. При этом точность интерферометрических измерений скорости смещений может достигать 1 мм в год.

Однако в рамках некоторых проектов все же не удается обеспечить необходимый уровень плотности интерферометрических измерений. Это может быть связано с выполнением строительных работ на исследуемой территории, с наличием густой растительности, со слишком длительным зимним периодом. В этом случае приходится прибегать к установке искусственных уголковых отражателей, гарантирующих регулярное выполнение высокоточных измерений в любое время года и при любых окружающих условиях. С использованием искусственных отражателей удается обеспечивать измерение скорости медленных деформационных процессов с точностью до 0,5 мм в год.

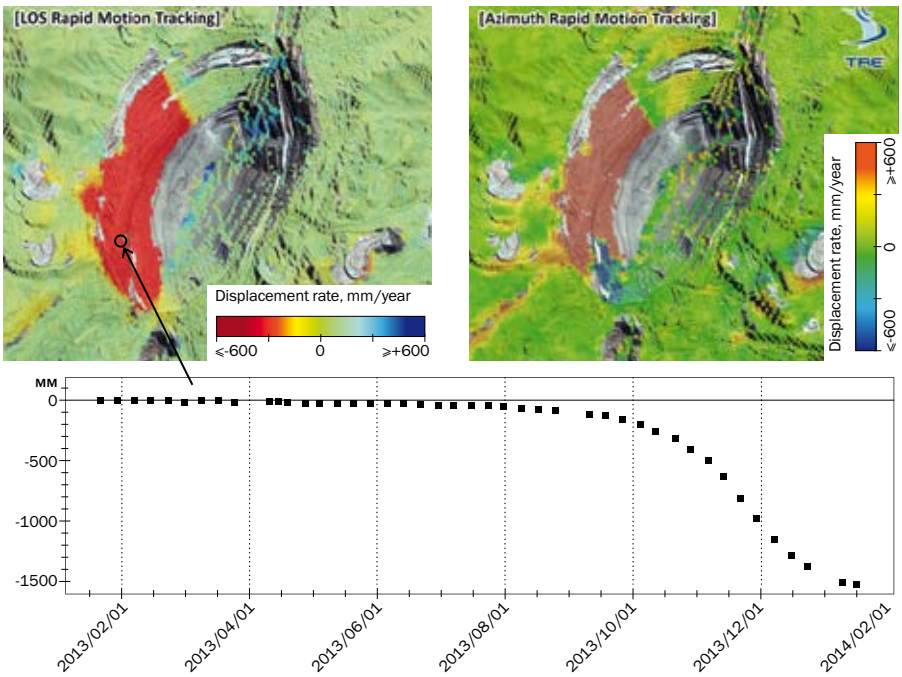
В результате интерферометрической обработки исходного набора радиолокационных изображений формируется карта исследуемой территории, состоящая из сотен ты-

сяч пунктов измерения, в каждом из которых определяется как средняя скорость, так и весь временной ряд смещений этого пункта в течение всего периода спутниковой съемки (рис. 2).

При этом следует особо отметить, что описанные выше методы позволяют определять величины смещений земной поверхности вдоль направления спутниковой съемки, отличающегося от вертикали. То есть выполняются измерения проекции реального смещения на линию визирования спутникового радиолокатора.

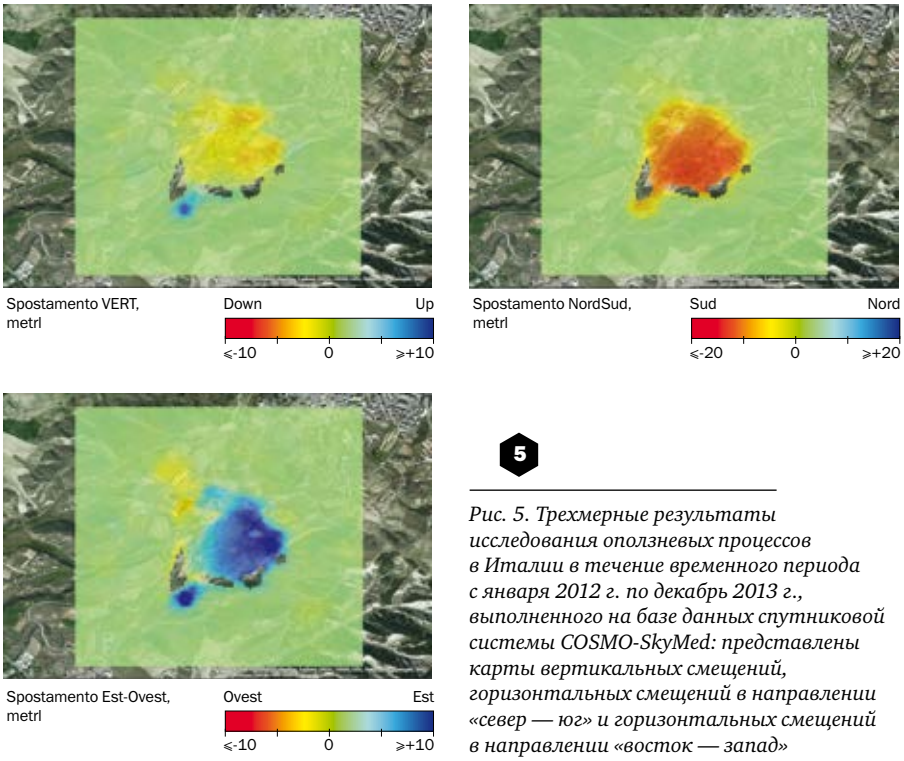
Однако радиолокационная съемка может быть произведена как с восходящего витка траектории спутника (при пролете над исследуемой территорией приблизительно с юга на север), так и с нисходящего витка (при пролете приблизительно с севера на юг). Выполнив в один и тот же период времени съемку с обоих витков, удается определить смещения земной поверхности вдоль двух различных направлений. Последующее комбинирование этих результатов позволяет оценить вертикальные смещения, а также горизонтальные смещения в направлении «восток — запад», то есть выполнить двумерный анализ деформаций исследуемой территории (рис. 3). Расчеты горизонтальных смещений в направлении «север — юг» при этом не производятся, так как это направление примерно соответствует траектории полета спутника и чувствительность технологии к возможным смещениям земной поверхности вдоль линии «север — юг» оказывается недостаточной для получения качественных результатов.

Представленная выше технология радарной интерферометрии базируется на сопоставлении фазовых параметров радиолокационных изо-



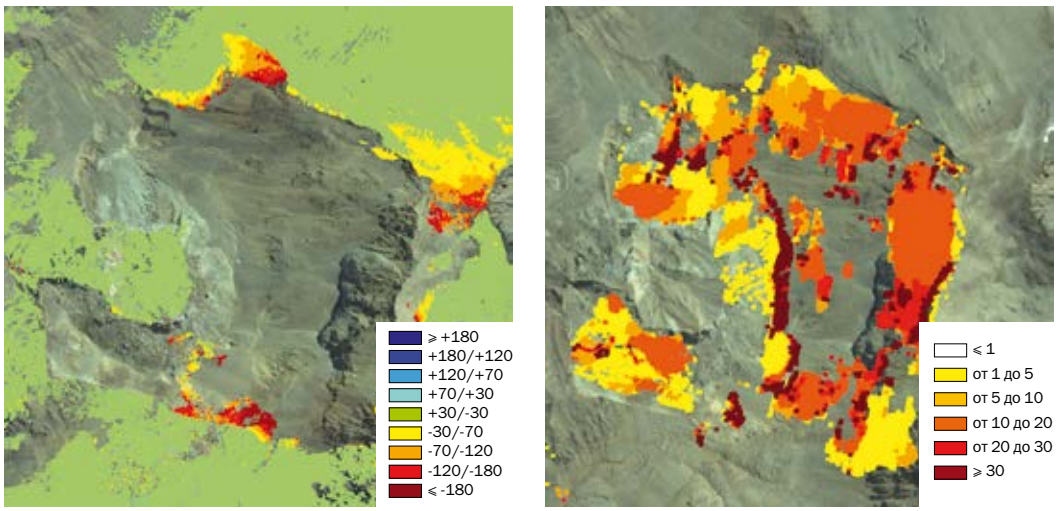
4

Рис. 4. Результаты выявления быстрых деформаций при мониторинге медного рудника в Чили в течение временного периода с января 2013 г. по январь 2014 г. на базе данных спутниковой системы COSMO-SkyMed: продемонстрированы смещения вдоль направления спутниковой съемки, смещения вдоль направления полета спутника (примерно соответствует направлению «север — юг») и временной ряд смещений одного из пунктов измерения вдоль направления съемки



5

Рис. 5. Трехмерные результаты исследования оползневых процессов в Италии в течение временного периода с января 2012 г. по декабрь 2013 г., выполненного на базе данных спутниковой системы COSMO-SkyMed: представлены карты вертикальных смещений, горизонтальных смещений в направлении «север — юг» и горизонтальных смещений в направлении «восток — запад»



6

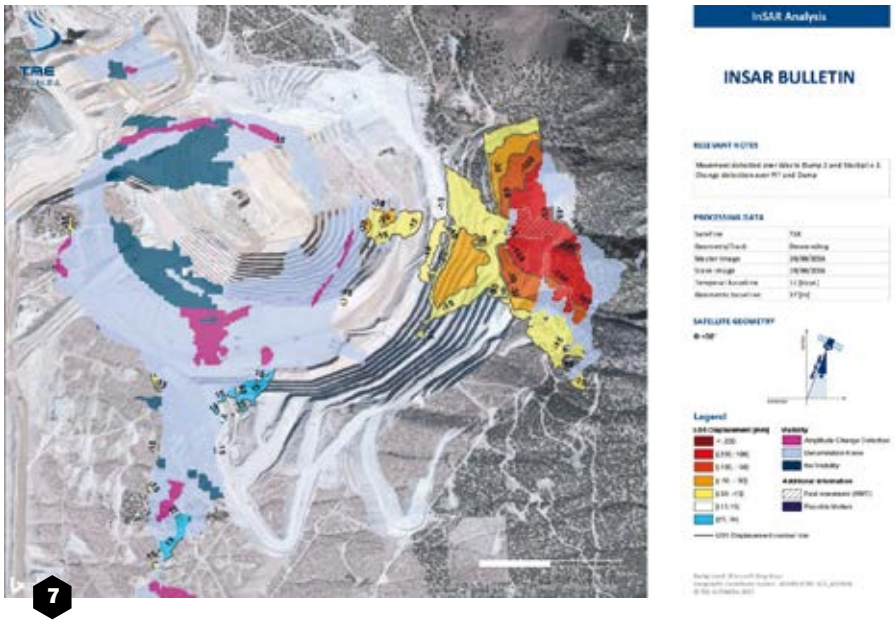
Рис. 6. Результаты мониторинга подземного рудника в Чили в течение шести летних месяцев с выявлением всех типов деформаций на базе данных спутниковой системы COSMO-SkyMed: показаны медленные миллиметровые смещения (слева) и быстрые метровые смещения (справа)

бражений, что позволяет оценивать медленные миллиметровые деформации. Для выявления более интенсивных процессов используется альтернативная технология отслеживания быстрых смещений (Rapid Motion Tracking или RMT). При этом на основе амплитудной спутниковой информации с помощью алгоритма перекрестной корреляции удается выявить на различных радиолокационных изображениях одни и те же характерные участки местности и проследить смещения этих участков на протяжении всего периода спутниковой съемки. Площадь каждого такого фрагмента местности обычно соответствует 50 — 100 пикселям радиолокационного изображения.

В результате удается измерить быстрые деформации земной поверхности, характеризующиеся сантиметровыми, дециметровыми и метровыми смещениями. Точность измерений с помощью технологии RMT составляет около десяти сантиметров. При этом оцениваются смещения вдоль направления спутниковой съемки и вдоль направления полета спутника. То есть речь идет о двумерном мониторинге быстрых деформаций (рис. 4).

Съемка исследуемой территории в течение одного и того же периода как с восходящего, так и с нисходящего витков траектории позволяет одновременно выполнить измерение быстрых смещений на базе двух наборов изображений. Последующее тригонометрическое комбинирование результатов этих работ дает возможность определить смещения вдоль вертикали, а также горизонтальные смещения в направлениях «север — юг» и «восток — запад». В итоге формируются карты быстрых деформаций исследуемой местности в трех направлениях (рис. 5).

Обладая всем набором описанных выше технологий, компания TRE Altamira реализует комплексные проекты, в рамках которых на исследуемой территории выявляются все типы деформаций (рис. 6).



7

Рис. 7. Пример карты карьера, сформированной в 2016 г. на базе данных спутника TerraSAR-X в рамках подготовки оперативного информационного бюллетеня

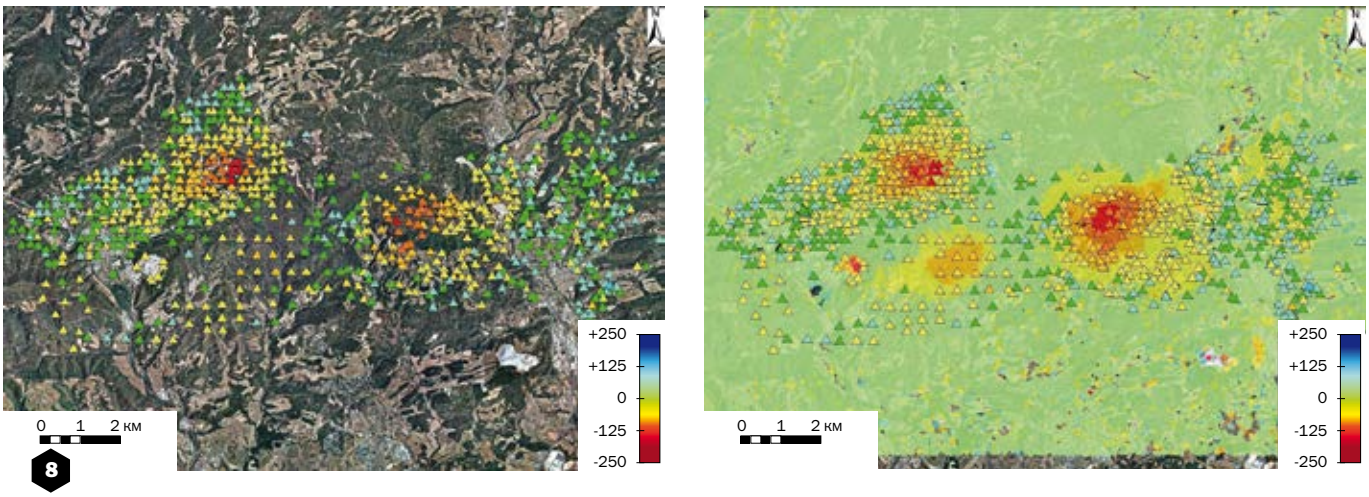


Рис. 8. Карты деформаций земной поверхности, охватывающие территорию подземного калийного рудника в Испании: карта, составленная по результатам измерений с помощью устройств системы GPS в период с 2008 по 2010 гг. (слева), и комбинированная карта, дополнительно демонстрирующая результаты интерферометрического исследования местности за тот же временной период, выполненного на базе радиолокационных изображений спутника TerraSAR-X (справа)

Это позволяет использовать дистанционный мониторинг местности для решения широкого круга задач без использования какого-либо наземного измерительного оборудования.

Наличие быстрых деформационных процессов наиболее характерно для территорий, используемых предприятиями горнодобывающей промышленности. Для таких заказчиков дополнительно формируются оперативные бюллетени. Этот информационный продукт предоставляется заказчику после каждой очередной спутниковой съемки и описывает изменения, произошедшие на местности в период между моментами получения двух последовательных радиолокационных изображений.

Информационный бюллетень формируется путем обработки спутниковых данных в оперативном режиме. Предоставляемая информация заметно уступает по точности традиционным интерферометрическим результатам, рассчитываемым с помощью алгоритмов SqueeSAR™, но она позволяет заказчику быстро получить сведения об опасных процессах, протекающих на интересующей его территории.

Бюллетень содержит информацию о смещениях вдоль направления спутниковой съемки, о градиентах деформаций, а также об участках местности, на которых произошли значительные изменения, характеризующиеся резкими вариациями отражательной способности земной поверхности (рис. 7). Эти данные сопровождаются кратким словесным описанием наиболее важных результатов выполненных работ.

Таким образом, описанные выше методы обработки радиолокационных спутниковых изображений позволяют выполнять исследования на всех этапах разработки, строительства и эксплуатации крупных инженерных сооружений:

- выявлять деформации земной поверхности с целью выбора оптимальных участков для строительства крупных объектов инфраструктуры;
- оценивать влияние строительных работ на окружающие территории и соседние сооружения;
- обеспечивать постоянный мониторинг крупных объектов инфраструктуры и окружающей их местности на протяжении всего периода их эксплуатации.

При этом следует отметить, что использование результатов спутникового мониторинга не заменяет традиционные методы наземных геодезических измерений, а является дополнительной возможностью наблюдения за деформациями земной поверхности. Особый интерес вызывает комбинирование спутниковых и наземных измерений, при котором интерферометрические результаты позволяют оптимизировать расстановку традиционных измерительных средств, сократив их общее количество и снизив затраты на их эксплуатацию. В свою очередь, наземные измерения позволяют проверить и откалибровать результаты интерферометрических исследований (рис. 8).

С вводом в эксплуатацию все новых радиолокационных спутниковых систем и благодаря дальнейшему совершенствованию алгоритмов

обработки данных компаниям, специализирующимся на интерферометрических исследованиях, удается добиваться все более качественных результатов и все большей экономической эффективности дистанционного мониторинга деформаций земной поверхности и смещений объектов инфраструктуры. Особый эффект достигается при использовании этих технологий в странах с хорошо развитой промышленной инфраструктурой, эксплуатируемой на удаленных и труднодоступных территориях в сложных климатических условиях. Россия в полной мере относится к таким странам, а значит, полномасштабное внедрение методов дистанционного мониторинга в повседневную деятельность российских организаций имеет несомненные технические и экономические перспективы. ¶

«ГАЗПРОМ НЕФТЬ» РАЗРАБОТАЛА УНИКАЛЬНУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЛОГИСТИКОЙ

Ольга Вильде

«ГАЗПРОМ НЕФТЬ»

«Газпром нефть» внедряет интеллектуальную систему управления арктической логистикой КАПИТАН. Инновационный проект призван повысить эффективность транспортировки нефти с удаленных активов. Впрочем, у системы большие рыночные перспективы: присоединение к ней сторонних компаний может обеспечить прорыв в освоении стратегического региона.

Система КАПИТАН[1] изначально создавалась для обеспечения круглогодичного вывоза всего объема добываемой нефти сортов Novy Port[2] и ARCO[3] с арктических месторождений «Газпром нефти» — Новопортовского[4] и Приразломного[5]. Первый опыт эксплуатации системы показал, что со своей задачей она справляется: удельные расходы на вывоз 1 тонны арктической нефти в 2018 г. сократились на 10%. По мере развития системы становится очевидно, что эта разработка ПАО «Газпром нефть» может быть полезной всем участникам освоения Арктики: работающим на месте компаниям, ученым, исследователям. Также система сможет помочь решить стратегическую государственную задачу по увеличению грузопотока по Северному морскому пути[6].

Без потерь

Эффективность освоения удаленных арктических месторождений во многом зависит от того, насколько грамотно на них организована система транспортировки добытой нефти. В случае с Приразломным и Новопортовским месторождениями вывоз углеводородов возможен только морским транспортом: первое расположено на шельфе Печорского моря, а второе, находящееся на полуострове Ямал, удалено на значительное расстояние от традиционной инфраструктуры транспортировки нефти. В этих условиях критичной становится грамотная логистика, ведь любые сбои в отгрузке повышают риски ограничения уровня нефтедобычи, что может привести к финансовым и репутационным потерям для компании.

Логистическая цепочка, обеспечивающая транспортировку добы-

Рис. 1. Автоматизированная система КАПИТАН

той на Приразломном и Новопортовском месторождениях нефти, включает в себя несколько важных звеньев. При составлении плана отгрузок необходимо учитывать ежемесячные объемы добычи нефти, возможности ее накопления в резервуарных парках, ограничения по швартовым операциям к отгрузочным терминалам. Сырье с активов вывозится с помощью 12 танкеров-челноков, совершающих регулярные

круговые рейсы между плавучим нефтехранилищем (ПНХ) «Умба» в Кольском заливе, недалеко от Мурманска, платформой «Приразломная» в Печорском море (2 танкера) и терминалом «Ворота Арктики» в Обской губе (10 танкеров).

Несмотря на то, что используемые танкеры обладают усиленным ледовым классом, позволяющим им работать в Арктике, для безопасного и эффективного движения в период зимней навигации в Карском море и в Обской губе привлекаются атомные ледоколы ФГУП «Атомфлот».

Через ПНХ «Умба» ежемесячно отгружается около 1 млн тонн нефти двух сортов, и для того, чтобы ее вывоз происходил своевременно и бесперебойно, нужно координировать подход порядка 50 судов к нефтехранилищу, в том числе движение 10–12 танкеров-отвозчиков — судов, которые доставляют арктическую нефть конечным потребителям. Всего же логистам приходится синхронизировать действия 15 участников процесса транспортировки нефти: пяти дочерних обществ «Газпром нефти» и десяти сторонних организаций.

Ручные логистические расчеты для такого количества участников и с учетом постоянного растущего объема данных слишком трудоемки и малоэффективны. При этом необходимо учесть фактор постоянно меняющихся вводных данных для расчета. Поэтому после того, как в 2016 г. «Газпром нефть» начала полномасштабный круглогодичный вывоз нефти со своих арктических активов, оптимизация логистических расчетов стала «задачей номер один». Для ее решения в компании был инициирован проект по автоматизации управления арктической логистикой. Внедрение комплексного цифрового решения должно было обеспечить минимизацию расходов на транспортировку нефти и снизить риски, сопутствующие добыче и логистике в Арктике (рис. 1).

План, контроль, анализ

Инновационная система одновременно решает три глобальные задачи. Первая — планирование текущей деятельности по добыче и отгрузкам нефти. Здесь результат работы КАПИТАНа — график движения судов и взаимосвязанный с ним график отгрузок нефти с нефтеналивных терминалов на месторождениях и с ПНХ «Умба».

КАПИТАН формирует график движения судов на месяц за условные пять минут, а составление перспективного плана на три года с почасовой дискретностью выполняется в режиме моделирования. Каждый день система анализирует около 7 тыс. различных входных параметров, ежечасно выбирая оптимальное решение из более чем 66,5 млн вариантов. Если оно существенно расходится с утвержденной версией графика или каким-либо образом влияет на выполнение производственного плана, то система автоматически предлагает варианты решения, корректирует процессы так, чтобы нивелировать выявленное отклонение и снизить последствия в случае его возможного возникновения.

Наряду с функцией планирования в системе реализован ретроанализ, а также функция прогнозирования.

В режиме диспетчеризации производится ежедневная работа участников процесса. Пользователь системы может получить в режиме онлайн необходимую информацию об объемах суточной добычи нефти на интересующий период, о том, сколько нефти находится в резервуарах, точные даты и время подхода танкеров-челноков и танкеров-отвозчиков к терминалам. В системе отображается процесс погрузки/выгрузки нефти с танкера, местонахождение и параметры движения судов, остатки топлива на танкерах, в каком месте находится ледокол или судно обеспечения и когда запланирована ледовая проводка.

Сейчас система обеспечивает максимизацию вывоза нефти с месторождений, при этом анализирует движения судов как собственного, так и привлеченного флота, прогнозирует среднюю скорость танкеров на маршрутах, расход топлива, рассчитывает удельные затраты на транспортировку нефти. Это позволяет оценивать эффективность работы флота и оптимизировать его состав.

Перспективы развития

В ближайших планах создателей КАПИТАНа — научить программу распознавать ледовую обстановку по снимкам, получаемым от операторов дистанционного зондирования земли, а также прогнозировать дрейф льда на основе ледовых снимков, с использованием данных о морских течениях, направлении и силе ветра. Это необходимо для оптимального расчета маршрутов танкеров-челноков. Пока такой анализ осуществляется вручную, но уже в 2020 г. эти расчеты будет делать искусственный интеллект.

Еще одна важная задача в рамках развития КАПИТАНа — организация передачи необходимой для управления арктической логистикой онлайн информации о работе судна и судового оборудования через спутниковые каналы связи.

Получение телеметрических данных с судов важно не только для управления арктической логистикой добывающих компаний. Ведь наряду с информацией о параметрах работы судовых систем датчики могут передавать любые данные:

о температуре, погодных условиях, экологической обстановке. Это станет неоценимым подспорьем экспертам и ученым, изучающим экосистему Арктики.

Не только для своих

Инновационную аналитическую систему можно использовать не только для управления логистикой нефтедобычи «Газпром нефти», но и для проектов, которые реализуют в Арктике другие компании. Синергетический эффект повысит эффективность совместных действий, а добавление в систему новых пользователей позволит в разы увеличить объем исторических статистических данных, на основании которых система осуществляет прогнозирование и расчеты. Это даст новые возможности для использования функционала предиктивной аналитики.

В настоящее время система КАПИТАН проходит этап тестирования. Ее выход на широкий рынок поможет в освоении стратегического для страны арктического региона и будет способствовать активному развитию удаленных территорий российского Крайнего Севера. ¶

ГЛОССАРИЙ/ТЕРМИНЫ

1 **КАПИТАН** (Комплекс автоматического планирования интерактивной транспортировки арктической нефти) — интеллектуальная цифровая система управления арктической логистикой.

2 **Novy Port** — сорт нефти, добываемой на Новопортовском месторождении. По своим свойствам относится к категории легких, с низким содержанием серы (около 0,1%).

3 **ARCO** — сорт нефти, добываемой на Приразломном месторождении. Она отличается высокой плотностью (около 910 кг на куб. м), повышенным содержанием серы и низким содержанием парафина.

4 **Новопортовское месторождение** — самое северное нефтегазоконденсатное месторождение полуострова Ямал. Оно расположено за Полярным кругом, вдалеке от транспортной трубопроводной инфраструктуры. Извлекаемые запасы Новопортовского месторождения составляют более 250 млн тонн нефти и конденсата, а также более 320 млрд кубометров газа.

5 **Приразломное месторождение** — единственное месторождение на арктическом шельфе России, где ведется промышленная добыча нефти. Оно располагается в Печорском море в 60 км от берега. Извлекаемые запасы нефти превышают 70 млн тонн.

6 **Северный морской путь** — кратчайший морской путь между Европейской частью России и Дальним Востоком, проходящий по морям Северного Ледовитого и частично Тихого океана.

Список литературы:

1. Вильде О. Капитан арктической нефти. «Газпром нефть» разработала уникальную цифровую систему управления арктической логистикой // Сибирская нефть. — 2019. — № 159. — С. 30–35.

О РОЛИ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Андрей Хаустов

ФГБУ «МОРСКАЯ СПАСАТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА»

Иван Королёв

АО «ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗЫСКАНИЙ»

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЛАРН) представляет собой комплекс многофункциональных мероприятий с использованием различных методик и технических средств. Вне зависимости от характера разлива все мероприятия направлены в первую очередь на локализацию нефтяной пленки с целью предупреждения ее дальнейшего распространения и для минимизации размера загрязненной поверхности (рис. 1).

Круглосуточный и всепогодный мониторинг разливов нефти является ключевым фактором при рассмотрении вопросов эффективного выделения ресурсов на ЛАРН. Информация по результатам обнаружения и мониторинга местоположения нефти определяет цели и задачи для применения технологий. Прогнозирование будущих районов распространения разлитой нефти позволяет своевременно корректировать планы ЛАРН с учетом факторов, характерных для данного участка, подстраиваться под периоды неблагоприятных погодных условий, которые могут временно ограничить деятельность АСФ, а также определить экологически чувствительные зоны.

В различное время специальными службами Канады, США, Норвегии и России были опробованы такие технологии обнаружения, как акустическая, радиолокационная, технология ультрафиолетового облучения, технология инфракрасного излучения, технология γ-излучения, радиометр сантиметрового диапазона, газоанализаторы, георадары. Радиолокационные станции (РЛС) с синтезированной апертурой антенны (SAR), на работу которых не влияют наступление темноты и присут-

ствие облачности, являются технологией мониторинга акватории, в развитии которой произошел наибольший прогресс в области наблюдения в высоких широтах. В настоящее время РЛС с SAR, установленные на космических аппаратах, позволяют обнаруживать и определять границы крупных пятен нефти в море с детальностью до 1 м (таблица 1).

Основной ценностью радиолокационного изображения со спутника является его способность документировать изменяющуюся экологическую и навигационную обстановку в непосредственной близости от места разлива, что представляет собой ценное средство тактического планирования для более эффективного и безопасного развертывания судов и систем сбора нефти. Важные преимущества спутниковой РЛС заключаются в том, что ее можно использовать в темное время суток, в штормовых условиях, а также для обследования больших территорий (рис. 2).

Большинство технологий, используемых при ЛАРН в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), являются адаптированными вариантами решений, применяемых в регионах умеренного климата на открытой воде. В условиях Арктики очевидными факторами влияния на эффективность технологий ЛАРН являются наличие различных видов морского льда, экстремально низкие температуры, ограниченная видимость (метеоусловия, полярная ночь), сильное волнение на море и ветер. Указанные условия могут также влиять на пути и масштабы распространения разлитой нефти и таким образом увеличивать или снижать эффективность мероприятий. Например, лед в различных его формах может значительно затруднить обнаружение нефти, мониторинг, локализацию и сбор нефтяных пятен с помощью боновых

Рис. 1. Общая схема организации управления ЛАРН

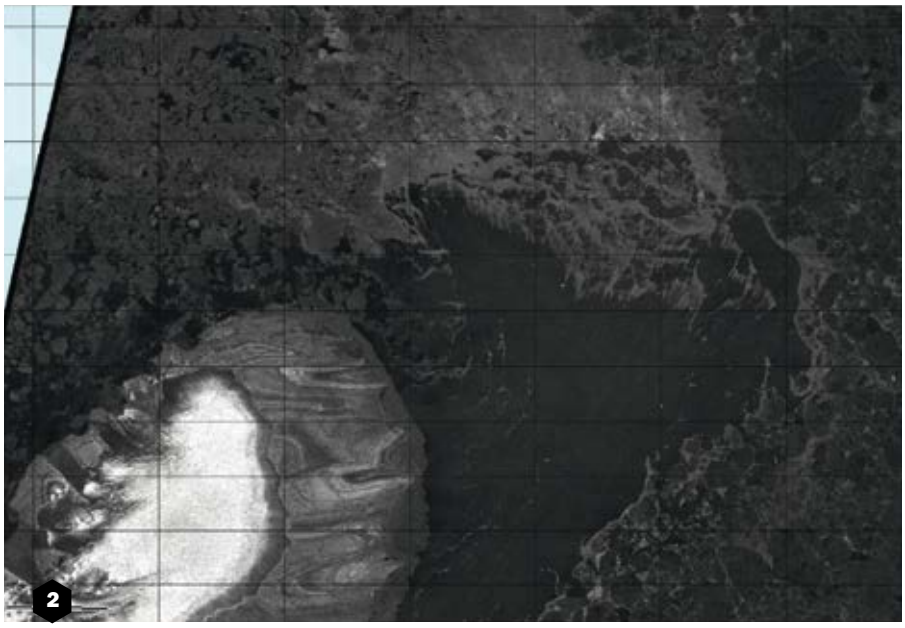


Рис. 2. Пример спутникового радиолокационного изображения от 23 марта 2019 г.

Табл. 1. Характеристики радиолокационных изображений

Режим съемки	*Пространственное разрешение*	*Поляризация*	*Размер сцены*
Sentinel-1A/B			
Extra-Wide Swath Mode (Level 1 GRDM)	20×40 м	HH + HV, HH, VV, VV+VH	400 км
TerraSAR-X			
StripMap	3 м	VV или HV	30×50 км
StripMap DualPol	6 м	HH + VV или	
HH + HV или VV + VH	15×50 км		
ScanSAR	18 м	VV или HV	100×150 км
RADARSAT-2			
Ultra Fine	3 м	Одиночная или двойная	20×20 км
Fine	8 м	Одиночная или двойная	50×50 км
Standard	25 м	Одиночная или двойная	100×100 км

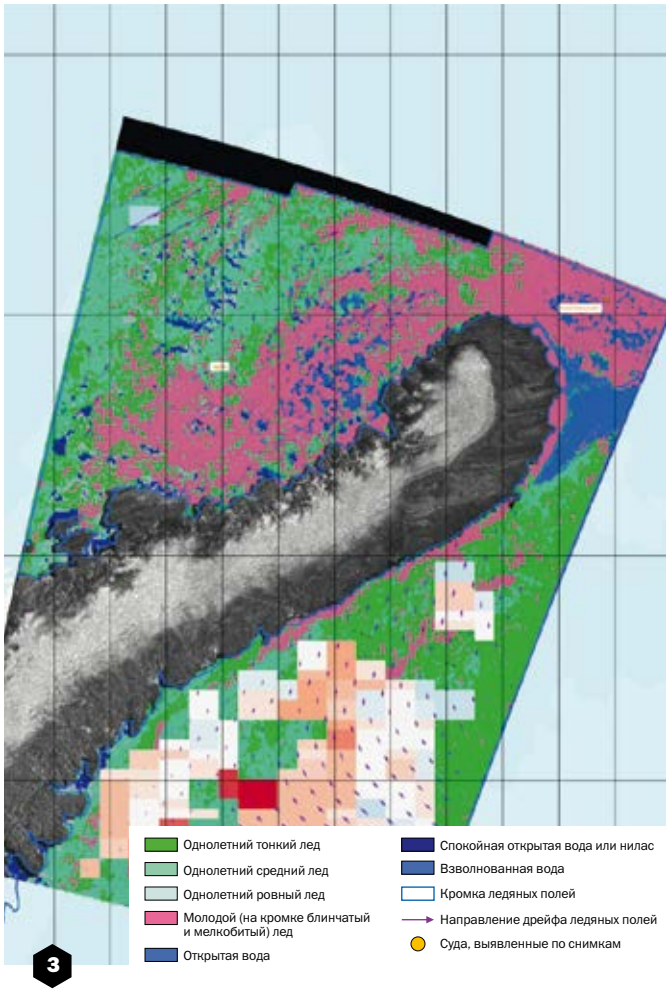


Рис. 3. Ледовая обстановка на одном из участков мониторинга, 20 марта 2019 г.

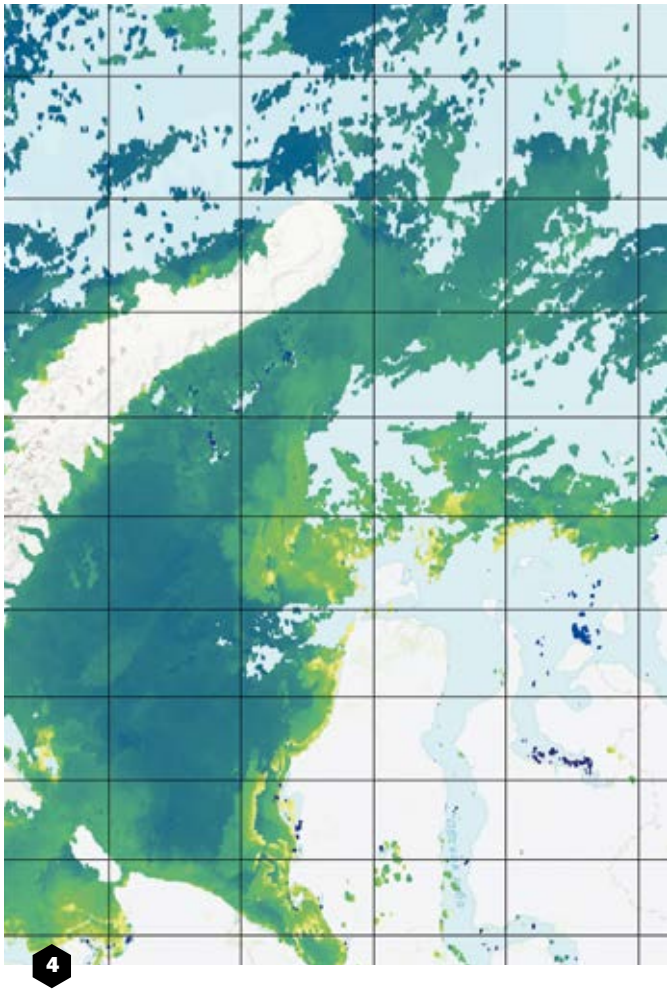


Рис. 4. Карта распределения первичной продукции фитопланктона в юго-западной части Карского моря, первая декада августа 2017 г.

заграждений, скиммеров и любых плавучих средств аварийно-спасательных формирований (АСФ). С другой стороны, естественная локализация, которую обеспечивает лед, может упростить задачу сбора. Применение данных, получаемых с новых радиолокационных спутников, в качестве вспомогательных средств при ЛАРН в арктических условиях оправдывает себя и в случае с четко очерченными пятнами, распространяющимися среди разреженного пакового льда (рис. 3).

Разреженный лед зачастую способствует естественной локализации нефти, что замедляет скорость ее распространения на поверхности моря. Неровная поверхность паковых льдов также способствует локализации разлитой нефти на относительно небольшой площади. В открытом море пятна могут распространяться и дрейфовать настолько быстро, что загрязнение береговой линии происходит раньше начала мероприятий по ликвидации разлива. Лед, однако, может локализовать разлив нефти и позволить выиграть время на подготовку мероприятий по ликвидации. Низкие температуры и малые амплитуды волн в ледяном поле замедляют выветривание разлитой нефти, что и увеличивает окно реализации некоторых способов уборки нефти.

Особенное внимание следует обратить на то, что не каждое пленочное загрязнение, выявленное на спутниковом снимке, непременно имеет нефтяное происхождение. Схожий эффект дают также присутствие первичной продукции фитопланктона, апвеллинговые процессы, турбулентные завихрения от работающих судовых винтов. В рамках экологического спутникового мониторинга осуществляется дистанционный контроль первичной продукции фитопланктона по содержанию пигмента хлорофилла А. При ведении активной хозяйственной деятельности, заключающейся в проведении буровых работ и сопутствующем им интенсивном судоходстве, в случае возникновения внештатных аварийных ситуаций концентрация фотосинтетических пигментов фитопланктонных сообществ резко снижается, при этом возрастает концентрация феофитина — продукта деградации хлорофилла А. Таким образом, по содержанию и распределению пигментов в воде можно делать выводы о биологической активности в районе ведения буровых работ, а также о том, оказывают ли они негативное экологическое влияние на окружающую среду (рис. 4).

Рис. 5. Специализированный морской буй (CLS, Франция) для размещения в нефтяных пятнах

Прогнозирование развития кризисной ситуации и предсказание ее возможных последствий выполняются на основе гидрометеорологических и океанографических данных с использованием математических моделей дрейфа, учитывающих регулярно формируемый семидневный прогноз метеорологической обстановки (ветер, волнение) и трехдневный прогноз морских поверхностных течений с двухминутным временным разрешением.

Верификация результатов моделирования и уточнение последующего прогноза вероятных направлений распространения нефтяного пятна производится с помощью морских дрейфующих буев, оснащенных передатчиками спутниковой системы определения местоположения и сбора данных ARGOS (рис. 5). Буи, оснащенные спутниковыми радиомаяками, помещаются в эпицентр загрязнения и начинают дрейфовать вместе с пятном под действием ветра и поверхностных течений.

Радиомаяк каждого буя периодически отправляет на спутники короткие сообщения с координатами буя, определенными с помощью встроенного приемника ГЛОНАСС/GPS. Спутниковая система принимает, обрабатывает и передает конечному пользователю посредством сети Интернет информацию о перемещениях всех буев, позволяя дистанционно оценивать дрейф нефтяного пятна.

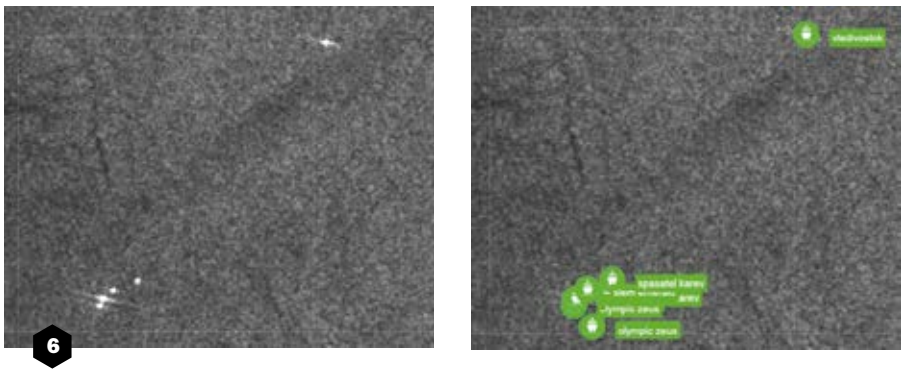


Рис. 6. Выявление судов на радиолокационных спутниковых изображениях

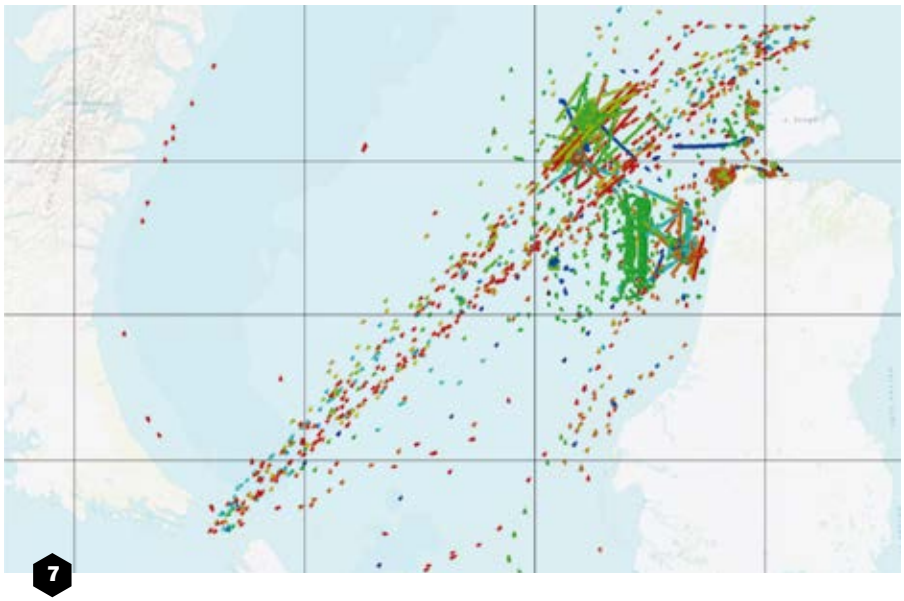


Рис. 7. Судовая обстановка в юго-западной части Карского моря, август 2018 г.

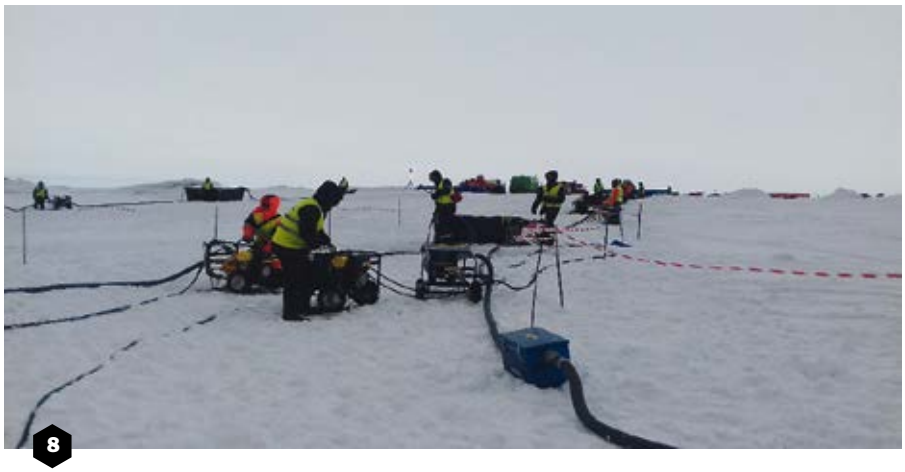


Рис. 8. Ликвидация разливов нефти АСФ ФГБУ «Морспасслужба»

В случае обнаружения разлива нефти выполняется определение потенциального источника посредством выявления судов на радиолокационных спутниковых изображениях (рис. 6) и анализа местонахождения и передвижения судов в зоне разлива по данным Automatic Identification System (рис. 7).

Мероприятия по обеспечению ЛАРН осуществляются аварийно-спасательными формированиями, входящим в состав сил и средств ФГБУ «Морская спасательная служба» (рис. 8). Силы и средства применяются на основании прогноза траектории и скорости распространения нефтяного пятна, его размеров и удаленности от экологически чувствительных зон.

Сотрудники ФГБУ «Морская спасательная служба», обладая многолетним опытом и высокой квалификацией, обеспечивают выполнение данных операций на самом высоком уровне.

Изложенный подход к комплексному применению технологий дистанционного зондирования при обеспечении аварийно-спасательных операций в акватории АЗРФ позволяет существенно повысить уровень экологической и промышленной безопасности. Информация, получаемая в результате внедрения комплекса описанных технологий, имеет важное практическое значение для рационального природопользования при реализации проектов нефтегазовой отрасли в прибрежно-шельфовых зонах арктических морей России, для мониторинга утечек и разливов нефтепродуктов, а также экологического состояния и прогноза эволюции экосистем морей в целом. ¶

ОСВОБОЖДЕНИЕ ОТ НДС ОПЕРАЦИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ (КОСМИЧЕСКИХ) БАЗ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Евгений Жаров

АДВОКАТ ZHAROV GROUP,
КАНДИДАТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК

Право на льготу, предусмотренное подпунктом 26 пункта 2 статьи 149 Налогового кодекса Российской Федерации, можно применять в отношении операций по реализации баз данных ГИС. Речь идет о современных базах пространственных данных, которые являются разновидностью баз данных, при реализации которых допускается применять право на льготу.

В соответствии с подпунктом 26 пункта 2 статьи 149 НК РФ не подлежит налогообложению (освобождается от налогообложения) реализация на территории Российской Федерации исключительных прав на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для электронных вычислительных машин, базы данных, топологии интегральных микросхем, секреты производства (ноу-хау), а также прав на использование указанных результатов интеллектуальной деятельности на основании лицензионного договора. Целью введения законодателем указанной нормы была оптимизация законодательства для создания благоприятной почвы развития инноваций, что жизненно важно в условиях модернизации российской экономики.

Ответственные лица при решении поставленной задачи руководствовались одним из применяемых средств поддержки государством инновационной деятельности в виде смягчения налогового режима, применимого к соответствующей деятельности. Впоследствии в качестве объекта налоговой льготы были взяты стандартные объекты интеллектуальной собственности, которые коммерциализируются в условиях развитой экономики, и соответствующие операции были освобождены от НДС. Законодателем предполага-

лось помочь развитию IT-индустрии. К таким объектам относится реализация базы ГЕО-данных, которая является разновидностью базы данных как в общемировых стандартах, так и отраслевого ГОСТа.

В последнее время налоговые органы стали чаще обращать на особенности применения льготы по таким операциям, квалифицируя применение налоговой льготы в качестве умышленного злоупотребления. Такой подход, безусловно, повышает риски налогоплательщиков при освобождении операций от налогообложения и требует более детального подхода при подготовке документов.

Наличие лицензионного договора само по себе не является бесспорным основанием применения права на освобождение операций по реализации указанных баз от налогообложения на основании 26 пункта 2 статьи 149 Налогового кодекса Российской Федерации.

Согласно абзацу 2 части 2 статьи 1260 Гражданского кодекса Российской Федерации базой данных является представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов (статей, расчетов, нормативных актов, судебных решений и иных подобных материалов), систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью электронной вычислительной машины (ЭВМ).

Базы данных имеют свыше 50 видов. В свою очередь, базы данных должны соответствовать определенным ГОСТам, определяющим области применения, основные понятия, требования и т.д.

По нашему мнению, дифференцированный подход в применении права на освобождение операций от НДС применительно к разичным базам данных является недопустимым.

В частности, Налоговый кодекс РФ не предусматривает различий между базами геоинформационных данных, пространственных данных и картотекой арбитражных дел, базами продуктов 1С:Бухгалтерия или таблицей, составленной в программе Excel и предназначенной для учета пациентов медицинского центра.

Необходимо отметить, что применительно к использованию материалов дистанционного зондирования как разновидности пространственных баз данных существуют и используются отраслевые ГОСТы (1–4).

Базы данных дистанционного зондирования Земли — базы данных, полученные в результате дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), предназначенные для использования с помощью специальных систем управления базами данных — геоинформационных систем.

Результаты ДЗЗ в цифровой форме представляют собой базы данных — массивы пространственно-привязанных данных, имеющие специальные схемы хранения данных, обеспечивающие привязку всех элементов базы данных к модели поверхности Земли, и правила обращения с данными, позволяющие использовать их в специальных системах управления базами данных — геоинформационных системах.

Элементами базы данных являются внутреннее упорядоченные элементы растрового изображения — пикселы, каждый из которых имеет определенную площадь и соответствует участку земной поверхности, характеристики которого он моделирует. БД ДЗЗ при их использовании в геоинформационых системах позволяют выбирать наборы пикселей в соответствии с исследуемым районом поверхности Земли.

В качестве БД ДЗЗ могут предоставляться и использоваться как отдельные файлы растровых файловых форматах хранения, например, GeoTIFF, так и совокупности этих файлов. Совокупность результатов ДЗЗ, содержащихся как в отдельном файле растрового формата (элементами таких баз данных являются отдельные пикселы), так и в наборе таких файлов, является базой данных, поскольку эта совокупность данных хранится в соответствии со схемой данных, обеспечивающей предоставление результатов дистанционного зондирования Земли в виде базовых пространственных данных, соответствующих требованиям, установленным ГОСТ Р 53339-2009 «Данные пространственные базовые. Общие требования», и предназначенных для обращения с ними в соответствии с правилами моделирования пространственных данных, для которого имеется широкий круг специальных программных средств — геоинформационных систем (ГОСТ Р 52438-2005 «Географические информационные системы. Термины и определения»).

Минфин России на правах государственного органа, уполномоченного давать разъяснения порядка применения положений НК РФ, в своем ответе от 17.05.2010 № 03-07-07/24 разъяснил, что передача прав на использование баз данных российскому пользователю на основании сублицензионного договора относится к операциям, не подлежащим обложению НДС.

Таким образом, при заключении договоров о предоставлении неисключительной лицензии на право использования баз данных спутниковых изображений необходимо руководствоваться нормами гражданского, налогового кодексов, а также официальными разъяснениями Минфина России.

Дифференцированный подход в применении права на освобождение операций от обложения НДС не может быть поставлен в зависимость от условий потребителя или свойств продукта при соблюдении условий нормы подпункта 26: решающим может быть только собственное право налогоплательщика на освобождение от обложения НДС. Иное является скорее нежеланием отдельного налогоплательщика впоследствии иметь претензии от налоговиков. Безусловно, право на освобождение от операций по обложению НДС корреспондирует с обязанностью это право подтвердить. ¶

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 10032-2007 «Эталонная модель управления данными»
2. ГОСТ Р 53339 — «Данные пространственные базовые. Общие требования»
3. ГОСТ Р 52438 — «Географические информационные системы. Термины и определения».
4. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. — Книжный дом Университет. — М: — 2016 — 424 с.
1. Когаловский М. Р. Энциклопедия технологий баз данных. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 800 с.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ

Ольга Государева

СПЕЦИАЛИСТ ДЕПАРТАМЕНТА ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ ГК «СКАНЭКС»

В целях мониторинга состояния и динамики поверхностных вод целесообразно применение данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). Мониторинг вод по данным космической съемки, основанный на оптических свойствах воды, проявляющихся в коротковолновом, инфракрасном и микроволновом спектральных диапазонах, обладает рядом преимуществ:

1. пространственный охват;
2. большое число спектральных каналов;
3. регулярность получения данных.

Методы ДЗЗ позволяют оценить и произвести анализ биологической продуктивности вод, их экологического состояния, получить сведения о ледовой обстановке, состоянии береговой линии и др. Ниже приведен краткий список объектов, за которыми возможно наблюдение при помощи космических данных:

- степень прозрачности воды;
- строение дна на мелкой воде;
- наличие и концентрация в поверхностных водах органических веществ, фитопланктона, взвесей;
- обнаружение пленок на поверхности воды;
- распространение ледовых полей;
- конфигурация береговой линии;
- температура поверхностных вод.

Определение (дешифрирование) объектов по космическим изображениям, их пространственного распределения и качественных свойств — результат кропотливой и искусной работы специалиста. Расчет количественных и некоторых качественных характеристик осуществляется специальными методами, точность и уровень достоверности которых зависит от исследуемых объектов, их оптических свойств, влияния атмосферы, наземных измерений, математического аппарата, от состояния сенсоров и т. п. Так, при малых концентрациях хлорофилла А расчет выполняется одним алгоритмом, при более высоких концентра-

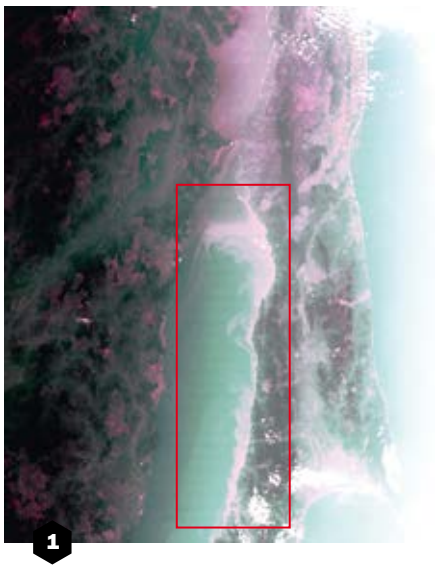
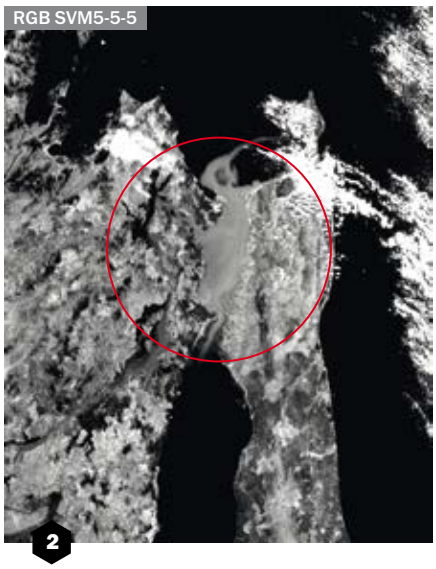


Рис. 1. Повышенная мутность вод южной части Татарского пролива в синей зоне спектра. RGB синтез SVM1-2-3. Фрагмент космического снимка Suomi NPP от 30 сентября 2013 г.



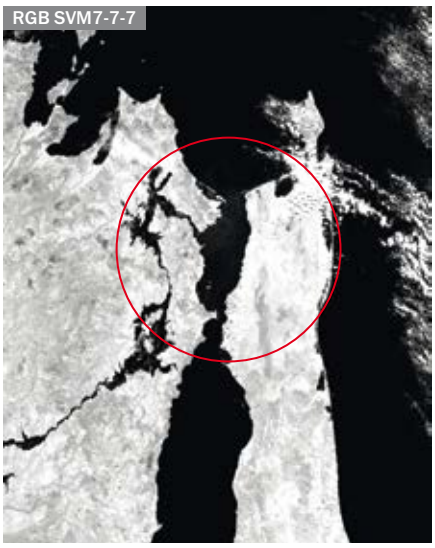


Рис. 2. Многократное увеличение мутности вод реки Амур и Амурского лимана. Фрагмент космического снимка с КА Suomi NPP от 30 сентября 2013 г.

циях (выше 0,2 мг/м^3) целесообразно применение другого алгоритма. Еще одним примером зависимости рассчитанной характеристики от входящих параметров является достоверность получения значений температуры поверхностных вод. Стандартный алгоритм предусматривает использование в математическом аппарате данных наземных измерений, значений зарегистрированного излучения в каналах ИК-диапазона, коэффициентов пересчета, высоты Солнца и проч.

Рассмотрим более подробно объекты, информацию о которых можно получить с помощью данных космической съемки.

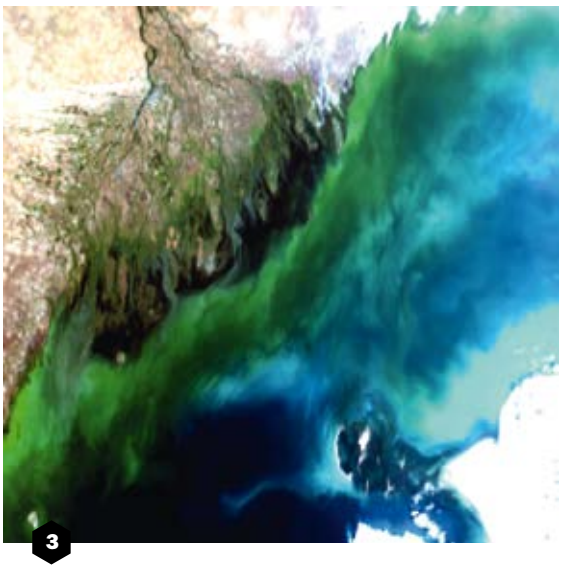
Оптические свойства чистой воды проявляются в синей спектральной зоне коротковолнового излучения. Рассчитанные при определенных условиях, эти значения могут быть использованы как базовые или фоновые. Так, в продукте Kd 490, называемом коэффициентом диффузного затухания, значение для прозрачной воды составляет 0,016 м-1 [Сервис HAB-NOAA | https://oceanservice.noaa.gov/hazards/hab/]. Продукт Kd 490 формируется модулем SeaDAS ПО СКАНЭКС Терминал® по данным с сенсоров MODIS, VIIRS.

Капли нерастворимой в воде жидкости, так называемые эмульсии, оказывают влияние на свойства воды, понижая ее качество путем ухудшения степени прозрачности. Так, масла и нефтепродукты в процессе перемешивания изменяют цвет воды в сторону желтых и коричневых тонов и увеличивают коэффициент поглощения и рассеяния в видимой части спектра. Отделить этот тип загрязнения от загрязнения растворенными органическими веществами (РОВ/Colored Dissolved Organic Matter (CDOM Index) можно при помощи флюоресценции в УФ-спектре [Горшкова О.М., 2009].

Прозрачность воды зависит от присутствия в воде взвешенных частиц, взвесей (Suspended Matter), которые хорошо определяются в красной зоне спектра. В спектре БИК-области, где цвет воды очень темный за счет высокого поглощения, наличие взвешенных частиц не отображается. Высокая замутненность речных вод, в свою очередь, облегчает дешифрирование «плюмов» — объемов воды на поверхности принимающего бассейна (рис. 2).

Повышенная мутность наблюдается в результате «эвтрофикации» — насыщения водоемов биогенными элементами, такими как водоросли, рост которых стимулируется стоками с высоким содержанием «удобрений» — воды с высоким содержанием азото-фосфорных фракций (рис. 3).

Водоросли (например, сине-зеленые), являясь по своей природе частью фитопланктона, содержат хлорофилл, который поглощает излучение в синей и красной зоне спектра и отражает в зеленой. При визуализации космических снимков в синтезе каналов «нату-

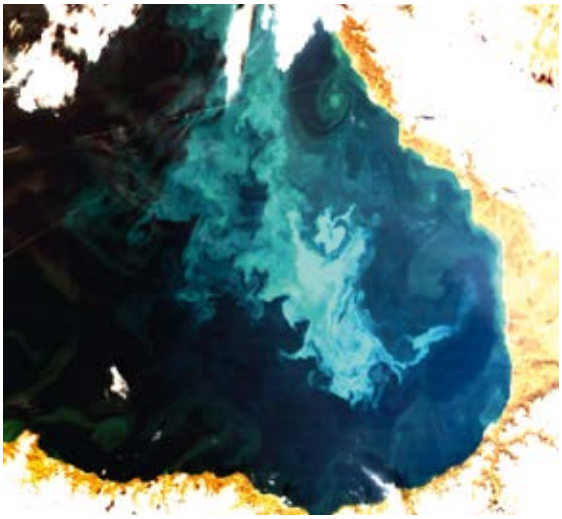


3

Рис. 3. Повышенное содержание водорослей в дельте р. Волга. RGB синтез SVM5-4-3. Фрагмент космического снимка с КА Suomi NPP от 6 сентября 2015 г.

4

Рис. 4. Повышенное содержание хлорофилла А в водах Цимлянского водохранилища. RGB синтез SVM5-4-3. Фрагмент космического снимка с КА Suomi NPP/VIIRS от 6 сентября 2015 г.



5

Рис. 5. Цветение кокколитофорид в восточной части Черного моря. RGB синтез 13-12-3. Фрагмент космического снимка с КА Aqua от 21 января 2019 г.

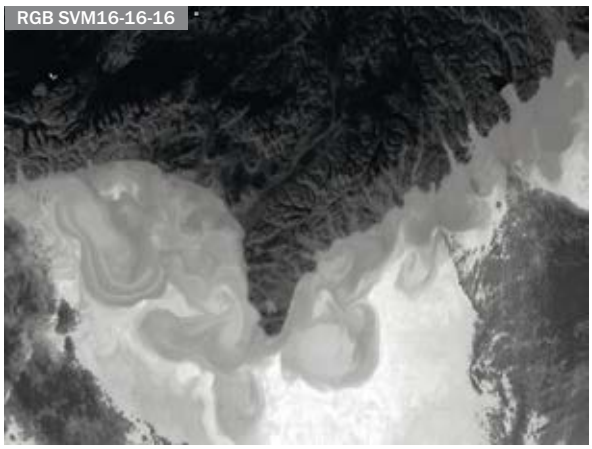
ральные цвета» выявляется пространственное распределение и приблизительное количество хлорофилла А по зонам насыщенности зеленого окраса (рис. 4). Другой вид водорослей, кокколитофориды, придают воде непрозрачный молочный цвет и на космических снимках определяются по молочно-белым разводам (рис. 5).

Неоспоримым преимуществом космических снимков является возможность определения доминирующего вида микроводорослей, выявления ВЦВ (вредоносного цветения водорослей) и его динамики, а также прогнозирования уровня концентрации фитопланктона в зависимости от охлаждения вод и интенсивности их перемешивания в зимний период.

Численные значения концентраций [мг/м^3] хлорофилла А (продукт chlor_a, chl_ocx) и взвешенного органического углерода (продукт POC/ Particulate Organic Carbon) по данным сенсоров MODIS, VIIRS, установленных на КА Terra/Aqua и Suomi NPP/NOAA-20 соответственно, рассчитываются с помощью модуля SeaDAS, интегрированного в ПО СКАНЭКС Терминал®.

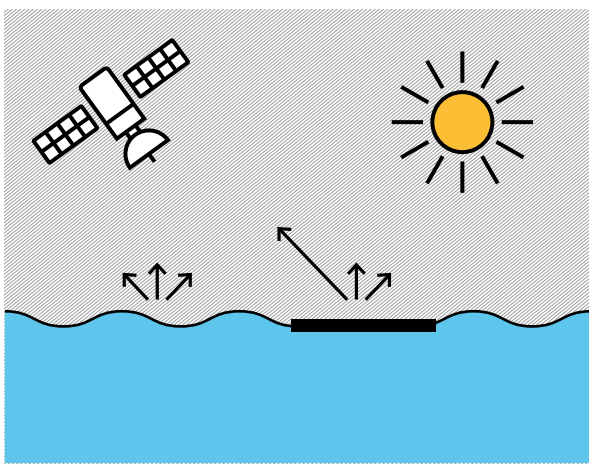
Лед и ледовые поля хорошо дешифрируются на космических снимках. Следует заметить, что для получения качественного изображения по распределению морского льда необходимо использовать маски облачности и тесты на определение ледяной фракции в облаках.

При ответственном подходе к эксплуатации техники и ресурсов в областях с ледовыми полями разной степени сплоченности приветствуется использование спутниковой информации наряду с привлечением данных о гидрологическом режиме, характере дна и другой необходимой информациии об акватории.



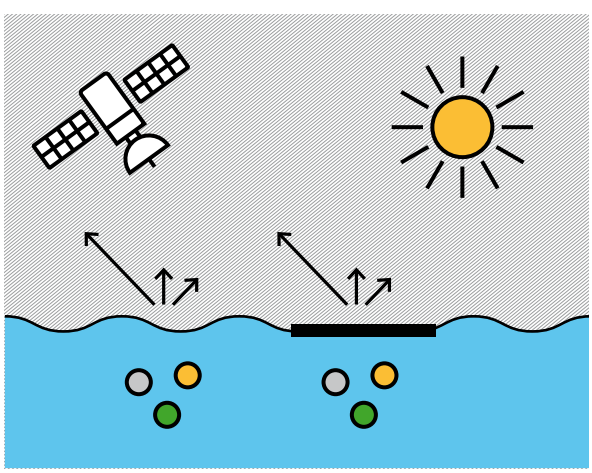
6

Рис. 6. Вихревые образования восточнее полуострова Камчатка, Берингово море. Фрагмент космического снимка с КА NOAA-20 (JPSS-1) от 31 ноября 2018 г.



7

Рис. 7. Оптические свойства ПАВ в условиях чистой воды



8

Рис. 8. Оптические свойства ПАВ в условиях мутной воды

Одним из важнейших гидрофизических параметров, определяемых по космическим снимкам, является температура поверхности воды. Спутниковые данные в ИК-зоне позволяют отслеживать динамику перемешивания поверхностных вод Мирового океана, направления течений, мезомасштабные вихревые образования и др. Аналогичным образом доступно получение пространственно-временной информации о лимнических или озерных процессах. На рис. 6 проиллюстрированы вихревые образования в Беринговом море, восточнее полуострова Камчатка.

ПО СКАНЭКС Терминал® позволяет получать продукт SST (Sea Surface Temperature) по данным сенсоров MODIS, VIIRS, примененяя модуль SeaDAS.

ГК «СКАНЭКС» производит ежедневный мониторинг северной части Каспийского моря в интересах компании нефтегазового сектора и предоставляет карты температуры поверхности воды и льда. Характерной особенностью ледяного покрова Северного Каспия являются интенсивные подвижки дрейфующего льда, которые обусловливают образование зон значительного торошения, наслоения, сжатия и навалов льда на прибрежную территорию и острова [Максимов А.А., 2018].

По космическим снимкам также можно определить локализацию поверхностно-активных веществ (ПАВ), состоящих из неполярных молекул. ПАВ формируют на поверхности воды пленку, которая в умеренно ветреную погоду уменьшает шероховатость водной поверхности. Это обстоятельство изменяет отражательную способность в коротковолновом и микроволновом спектральных диапазонах, что проявляется на космических снимках в разнице яркостных значений

для пленок и фоновой воды. Спектральная яркость пленок в сравнении с фоновой «чистой» водой выше на протяжении всего видимого и БИК-диапазона (рис. 7). Ограничение этого метода состоит в том, что вероятность определения ПАВ в мутной воде (рис. 8) сильно снижается [Жуков Д.В., 2016]

Космические снимки являются удобным и надежным источником информации о состоянии поверхностных вод. При определенном уровне достоверности на основе спутниковой информации возможно создание прогнозных моделей пространственной и временной изменчивости вод. Регулярный мониторинг методами ДЗЗ в сочетании с наземными исследованиями предоставляет возможность оперативной оценки экологического состояния вод (выявление участков загрязнения ПАВ, определение источников загрязнения, прогнозирование распространения загрязнений в акватории посредством моделирования), выявления зон повышенной биологической продуктивности, обеспечения безопасности судоходства, наблюдения за состоянием береговой линии и пр. ¶

ГЛОССАРИЙ/ТЕРМИНЫ

Коротковолновой (видимый) спектральный диапазон 0,4–0,7 мкм:

- фиолетовый — 0,38–0,45 мкм;
- синий — 0,45–0,48 мкм;
- голубой — 0,48–0,50 мкм;
- зеленый — 0,50–0,56 мкм;
- желтый — 0,56–0,59 мкм;
- оранжевый — 0,59–0,62 мкм;
- красный — 0,62–0,75 мкм.

Инфракрасный (ИК) спектральный диапазон 0,8–1000 мкм:

- ближний ИК (БИК) или NIR (Near Infrared) — 0,75–1,5 мкм;
- коротковолновый ИК или SWIR (Short Wave Infrared) — 1,5–3,0 мкм;
- средний или MWIR (Midwave Infrared) — 3–5,50 мкм;
- дальний (тепловой) инфракрасный или TIR (Thermal Infrared) — 5–1 000 мкм.

Микроволновой (активное радарное излучение) — это сантиметровый спектральный диапазон (10 см), который соответствует частотному диапазону порядка 3 ГГц.

Взвеси — это любые неорганические тонкодисперсные частицы и микроскопический планктон, находящийся в воде во взвешенном состоянии. К частицам взвесей относятся такие загрязняющие вещества, как тяжелые металлы, пестициды, азотно-фосфорные удобрения.

РОВ — растворенное органическое вещество (желтое вещество), которое присутствует во всех без исключения типах природной воды. Его типичные концентрации в воде невелики (около 20–50 мг/л). Гуминовые соединения в РОВ обеспечивают поглощение УФ-радиации и вызывают люминесценцию.

Слики — пленочные загрязнения, возникающие вследствие попадания с судов водных масс, загрязненных нефтепродуктами. Дешифрируются преимущественно вдоль судоходных трасс.

Список литературы

1. Горшкова О.М., Пацаева С.В. Флуоресценция растворенного органического вещества природной воды. // «Аналитические методы и системы контроля качества воды». — 2009.
2. Жуков Д.В. Спектральные признаки для идентификации типовых загрязнений акваторий морей по данным авиационной и космической съемки. // «Оптика атмосферы и океана». Т. 29. — № 7. — 2016.
3. Максимов А.А. Спутниковый мониторинг стамух в Каспийском море. // Всероссийская конференция «Современные проблемы ДЗЗ из космоса». 2018 г.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ СЕРВИС ДЛЯ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ОТ ГК «СКАНЭКС»

Дмитрий Павлов

ЭКСПЕРТ ГК «СКАНЭКС»

В 2018 г. вступили в силу приказы Минприроды России № 451 и № 452, обязывающие лесопользователей включать в отчеты об использовании и о воспроизводстве лесов материалы дистанционного зондирования Земли, совмещенные с чертежами лесных делянок. Это важный шаг министерства по цифровизации пространственной базы данных об использовании лесов, затрагивающий всех юридических лиц, осуществляющих лесозаготовительную деятельность. Приказы оставляют лесозаготовителям право выбора между космическими снимками, аэрофотоснимками и материалами фото- и видеофиксации. Это положение не вполне логично, так как использование разных типов материалов призвано решать принципиально различные задачи. Цель предоставления данных ДЗЗ — определение местоположения и площади лесосек, а материалов фото- и видеофиксации — оценка состояния объекта, например, подтверждение факта очистки лесосеки или проведения посадки лесных культур.

Крупные лесопромышленные компании ежегодно осуществляют заготовку и проводят мероприятия по воспроизводству лесов на сотнях и даже тысячах делянок. В силу обширности и труднодоступности арендных участков выбор данных космической съемки для подготовки приложений к отчетам для крупных компаний предпочтителен.

ГК «СКАНЭКС» в 2018 г. разработала современный онлайн-сервис, автоматизирующий изготовление приложений к Отчету об использовании лесов и Отчету о воспроизводстве лесов и лесоразведении, содержащих данные дистанционного зондирования. Программное обеспечение Scanex ForestReport работает на веб-ГИС-платформе GeoMixer® и официально зарегистрировано в реестре российского ПО в 2018 г. Сервис обеспечивает быстрый автоматизированный доступ к регулярно обновляемой космической съемке с аппаратов Landsat 8 и Sentinel-2A/2B, предоставляемой в обработанном виде.

Содержание и формат приложений к отчетам определены приказами Министерства природных ресур-

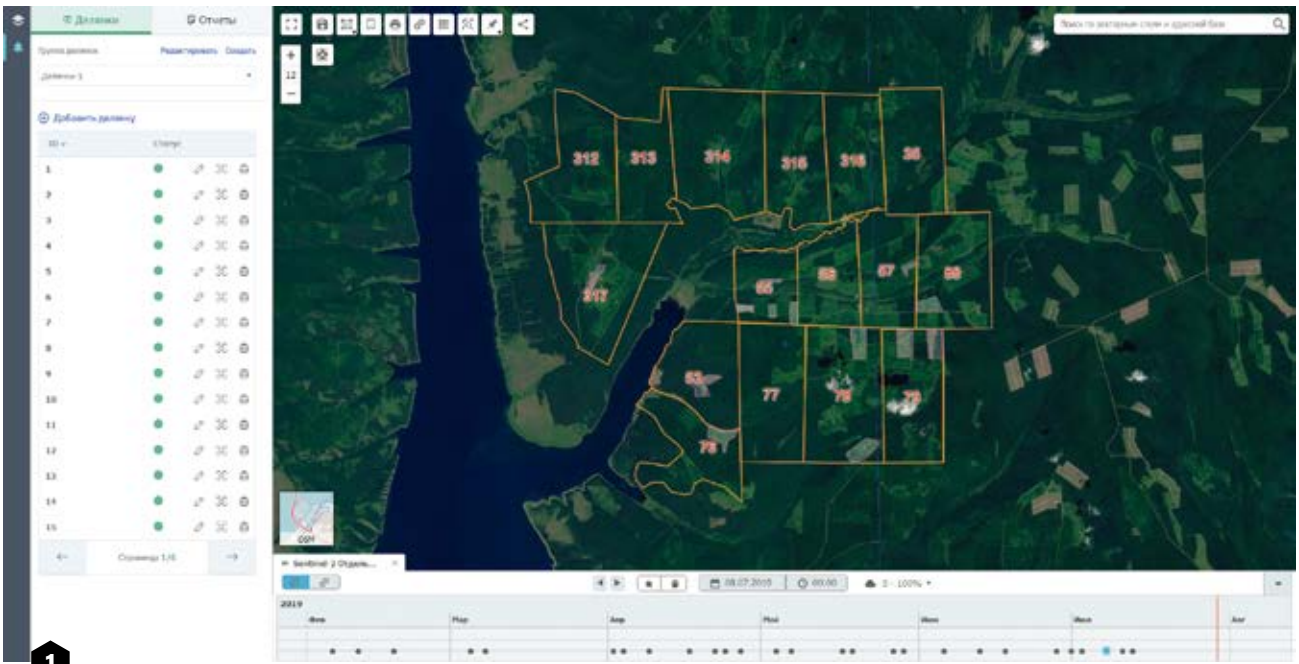


Рис. 1. Квартальная сеть лесного участка

сов и экологии Российской Федерации от 21 августа 2017 года № 451 и № 452. Основные требования к данным ДЗЗ и оформлению приложений к отчетам: пространственное разрешение снимков должно быть не хуже 15 метров, наглядные изображения должны содержать фактические контуры лесосеки с отображением границ кварталов, масштаб изображения применяется кратный 1:5 000.

Благодаря встроенным в сервис алгоритмам и шаблонам пользователи, осуществляющие заготовку древесины и мероприятия по воспроизводству лесов, могут в полуавтоматическом режиме готовить приложения, отвечающие всем требованиям приказов № 451 и № 452 Минприроды России. Итоговый файл, прилагаемый к отчету, содержит следующую информацию:

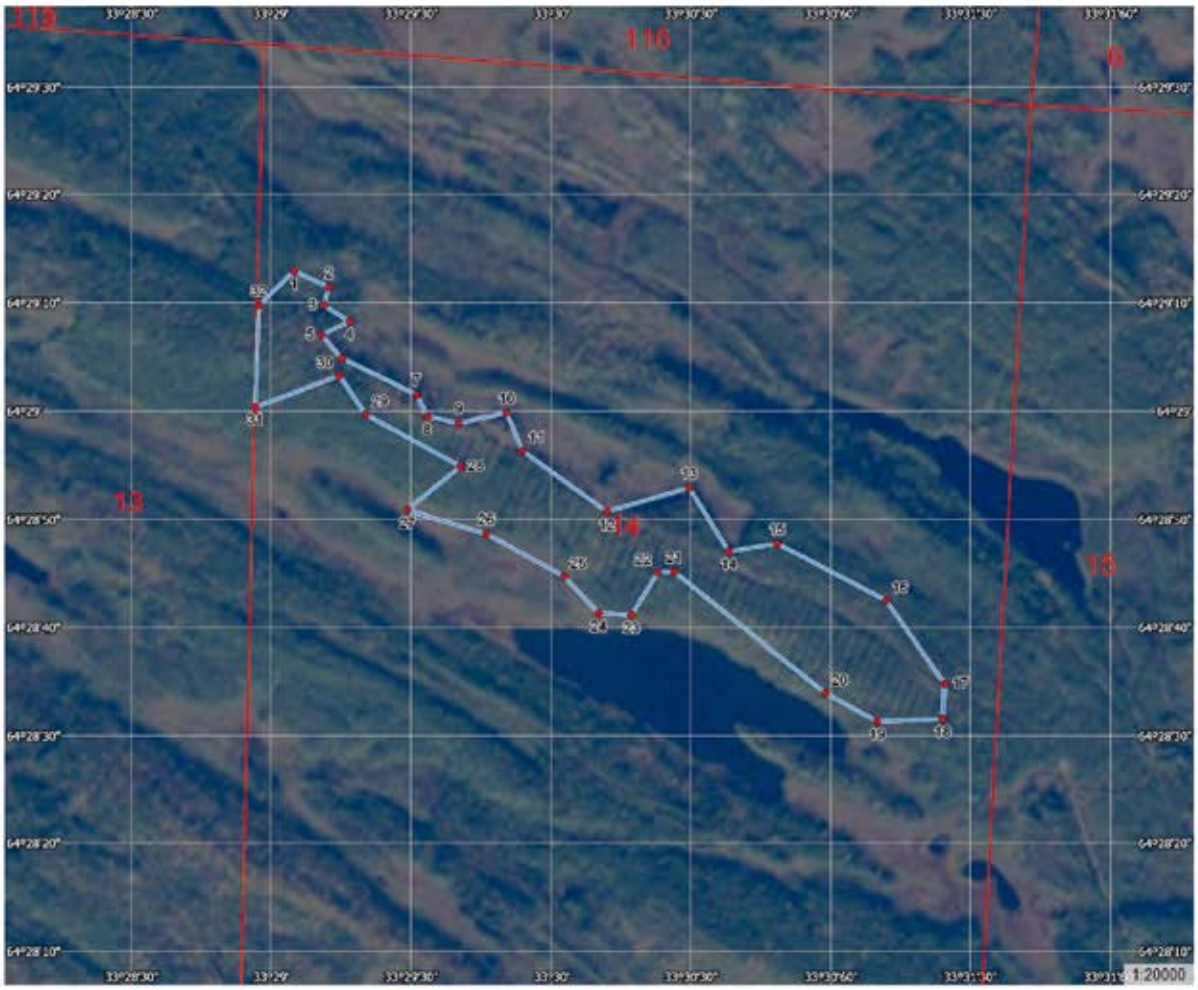
- космический снимок территории с нанесенным контуром лесосеки, границами кварталов, координатной сеткой и линейкой масштаба;
- дату съемки;
- данные о типе съемке, уникальный идентификатор снимка (ID) и его пространственное разрешение;
- наименование юридического лица, подающего отчет, наименование субъекта РФ, лесничество, участковое лесничество, квартал, выдел, номер и площадь лесосеки, форму и тип рубки или лесовосстановительного мероприятия.

Сервис ГК «СКАНЭКС» базируется на веб-ГИС-платформе GeoMixer® и оперативном доступе к открытым и коммерческим данным, получаемым с оптических спутников.

Основные преимущества «лесного сервиса» по сравнению с обычным изготовлением приложений к отчетам, например, с помощью настольных ГИС, обусловлены возможностями ведения обновляемой пространственной базы лесосек, а также функцией интерактивного выбора подходящего снимка, которые предоставляет инструмент тайм-лайн.

Специалисты IT-департамента ГК «СКАНЭКС» завершают работу по усовершенствованию инструментов сервиса. В ближайшее время будет запущен инструментарий загрузки контура лесосеки путем введения значений углов и промеров линий полигона делянки и привязочного хода. Базовый функционал GeoMixer® позволяет также загружать в систему дополнительные векторные слои, необходимые при планировании лесозаготовительной деятельности, например, границы водоохранных зон, особо защитных участков леса (ОЗУ), лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ). Для экологически ответственных компаний это позволит упростить процедуру получения и продления сертификатов по системе FSC и PEFC. На снимках с КА Sentinel и Landsat с отображением фактических границ вырубок отчетливо видно сохранение подроста, семенных куртин, ключевых биотопов, лесной растительности вокруг болот, малых рек и водоемов.

Приложение к отчёту об использовании лесов



Наименование организации	АО "Сегежский ЦБК"
Субъект Российской Федерации	Республика Карелия
Лесничество	Беломорское
Участковое лесничество	Лехтинское
Квартал	14
Выдел	13, 22
Делянка	1
Площадь	48.7
Форма рубки	выборочная
Тип рубки	проходная
Масштаб	1:20000
Тип космической съемки	оптическая
Съемочная система	Sentinel-2
ID снимка	S2A_20181011_092031_155_36WWS
Разрешение снимка	10
Спектральный диапазон	RGB
Дата съемки	11.10.2018

Материал подготовлен с помощью программы ©Scanex Forest Report (www.scanex.ru)

2

Рис. 2. Приложение к отчету о воспроизводстве лесов

Появится возможность работать со слоями вырубок разных лет для правильного учета сроков примыкания лесосек и формировать целевые выборки по виду рубки и типу лесовосстановительного мероприятия. Используя временной ряд снимков на территорию своего арендного участка, пользователи смогут самостоятельно отслеживать изменения состояния лесного покрова, связанные с действием пожаров, ветровалов и усыханиями. А также смогут проводить мониторинг собственной лесохозяйственной деятельности, включая ход разработки делянок, прокладки лесных дорог и сооружение лесных складов. Регулярно пополняемая база лесных деклараций позволит своевременно выявлять участки, заготовка на которых ведется без разрешительных документов или допущены нарушения Правил заготовки древесины.

Широкие возможности платформы GeoMixer® после встраивания инструмента автоматизированной отрисовки контура лесосеки сделают сервис полезным для органов государственного лесного надзора. Сотрудники лесничеств, по мере поступления лесных деклараций от лесопользователей, смогут создавать пространственную базу всех участков, где запланирована заготовка древесины. Проверяя свежие снимки на лесные кварталы, для которых существует риск самовольных рубок, они будут более оперативно выявлять и реагировать на нарушения лесного законодательства.

В 2018 г. пользователями «лесного сервиса» стали как крупные лесопромышленные компании «Сегежа групп», «Группа Илим», ЗАО «Запкареллес», так и представители среднего лесного бизнеса и даже крестьянско-фермерские хозяйства. География пользователей включает Республику Карелия, Республику Коми, Архангельскую, Вологодскую, Смоленскую, Иркутскую, Амурскую области и Хабаровский край.

Общение с представителями профессионального сообщества и анализ статистических данных позволил нам сформулировать ряд предложений по внесению изменений в Приказ Минприроды России от 21 августа 2017 г. № 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».

Требование к использованию снимков с давностью не более 3 месяцев при безусловном соблюдении срока сдачи годового отчета — не позднее 10 января — является трудновыполнимым и не вполне обоснованным. Для ряда регионов России, особенно для северо-запада европейской части России октябрь–декабрь характеризуются минимальным числом безоблачных дней в году. Так, для Вологодской области среднемноголетнее число безоблачных дней в 4 календарном квартале — всего 6, что делает крайне проблематичным получение безоблачных снимков для изготовления отчетов на всю обширную площадь арендуемых участков, даже с учетом относительно высокой регулярности съемки спутников Landsat и Sentinel.

Мы предлагаем увеличить срок давности снимков до 6 месяцев либо определять срок давности от срока действия лесной декларации с учетом предоставленных отсрочек на заготовку и вывозку древесины.

Второе предложение касается более равномерного распределения нагрузки на проверяющие органы. Мы предлагаем разрешить лесопользователям представлять материалы отчетов с данными ДЗЗ не с годовым отчетом, а с любым из квартальных отчетов. Для крупных компаний, практикующих заготовку комплексами харвестер-форвадер, срок разработки делянок может составлять 10–20 дней. Ежеквартальная сдача отчетов с ДЗЗ сделает контроль более оперативным и более равномерно распределит нагрузку по проверке этих материалов в течение года.

Требования к пространственному разрешению данных ДЗЗ, указанные в Приказе Минприроды России от 21 августа 2017 г. № 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», недостаточны для получения необходимой информации о факте и тем более качестве выполнения лесовосстановительных мероприятий. Пространственное разрешение снимков общедоступных некоммерческих спутников в 10 метров/пиксел (Sentinel-2A/2B) и тем более в 15 метров/пиксел (Landsat 8) позволяет объективно подтвердить только одно из мероприятий по содействию естественному возобновлению леса — сохранение вечнозеленого хвойного подроста. Для подтверждения факта проведения механизированной подготовки почвы необходимо использование снимков с минимальным пространственным разрешением 1,5 метра/пиксел, что приведет к значительному увеличению затрат для лесопользователей. Качество и объем проведения мероприятий по посадке и посеву лесных культур, а также по проведению агротехнических уходов за лесными культурами не могут быть подтверждены данными ДЗЗ. ¶

«КАРТА ПОЖАРОВ» 2019 г.: КОЛИЧЕСТВО ТЕРМОТОЧЕК В РОССИИ ВЫРОСЛО БОЛЕЕ ЧЕМ В 10 РАЗ

Александр Корниенко

ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ ДЕПАРТАМЕНТА МОНИТОРИНГА ГК «СКАНЭКС»

Екатерина Пономарева

ПРЕСС-СЛУЖБА ГК «СКАНЭКС»

С 1 июня по 31 июля 2019 г. проект ГК «СКАНЭКС» онлайн-сервис мониторинга пожаров «Карта пожаров» (fires.ru) посетили свыше 185 731 пользователя (за аналогичный период прошлого года — 34 406 человек), из них новых — свыше 178 тысяч. На его данные ссылались как обычные пользователи социальных сетей, так и ведущие СМИ.

Сервис чаще посещают мужчины: 86 845 летом 2019 г., 16 544 — за аналогичный период 2018 г. (женщины — 51 109 и 7 432 соответственно). Больше всего и в этом, и в прошлом году на сайт заходило пользователей возрастной группы 25–34 года.

По сравнению с прошлым годом изменилась география пользователей. В 2019 г. наибольшее число посетителей сервиса составили жители Москвы и Московской области (свыше 25 тысяч человек), на втором–четвертом местах — Республика Саха (Якутия), Иркутская и Новосибирская области (более 11 тысяч человек из каждого региона). В прошлом году на первом месте была Иркутская область.

Среди стран в 2019 г. лидирует Россия, на втором и третьем местах — Казахстан и Беларусь. В июне–июле 2018 г. тройка лидеров по количеству посетителей выглядела так: Россия, Финляндия, Беларусь.

Геоинформационный сервис «Карта пожаров» — инициатива ГК «СКАНЭКС» по оперативному информированию жителей России о пожарах на основании анализа спутниковых данных. Проект стартовал в 2010 г. Работа сервиса основана на алгоритме автоматического детектирования пожаров по «тепловым» каналам спутниковой съемки. Данные с полярно-орбитальных метеорологических спутников Terra, Aqua и NPP принимаются на собственную сеть станций ГК «СКАНЭКС» в режиме реального времени и выкладываются на карту сервиса. Результатом работы алгоритма детектирования пожаров являются так называемые «термоточки» —

геопространственные данные о местоположении термических аномалий, полученные в результате обработки информации (вычислений), хранящейся в пикселях снимка. В работе алгоритма используются данные с пространственным разрешением 1 км в диапазоне длин волн 3,9–11 нм спутников Terra и Aqua, которые ежесуточно «обозревают» всю Землю по два раза каждый (10:30 и 22:30; 13:30 и 01:30 соответственно), а также данные спутников NOAA-20 и Suomi NPP, имеющих лучшее разрешение. В различных регионах планеты алгоритмы обнаружения пожаров работают по-разному: приняты 14 разных градаций.

«Что такое "пожарный" пиксел? Значит ли это, что площадь 1 000× 1 000 м "вся занята огнем"»? Нет. Это может означать, что в момент съемки спутником на территории, соответствующей одному пикселу, может быть один пожар, а может быть и два,.. и три… или ни одного. Факт обнаружения пожара или, что правильнее, термоточки зависит от многих факторов: размера пожара, его температуры (в зависимости от того, что горит, а также в зависимости от региона планеты температура может отличаться), регион планеты (исследователи оперируют 14 различными зонами), от используемого алгоритма вычисления, времени прохождения спутника, наличия/отсутствия облачности и других показателей», — говорит заместитель генерального директора ГК «СКАНЭКС» Михаил Зимин.

В разделе меню пользователь может настроить портал под свои потребности и посмотреть разные слои данных: общую карту пожаров, статистику термоточек и крупных пожаров в отдельных регионах за разные периоды времени, границы заповедников, космические снимки MODIS и другую информацию.

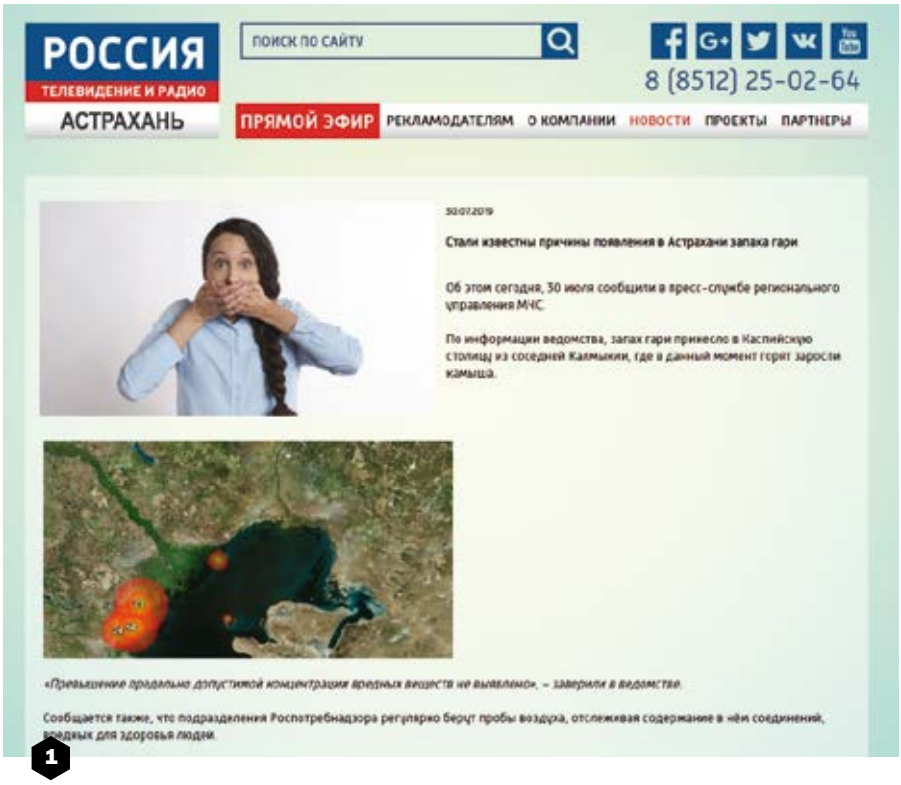


Рис. 1. Скриншоты публикаций с использованием данных сервиса «Карта пожаров»

Аномальный рост количества термоточек

Эксперты отдела оперативного мониторинга ГК «СКАНЭКС» регулярно анализируют данные сервиса. Новости по мониторингу пожарной ситуации публикуются на сайте www.scanex.ru в рубрике «Пожары».

За период с января по июль 2019 г. на территории России спутники зафиксировали 1 401 182 термоаномалии, в том числе крупных пожаров — 33 091. Для сравнения: за аналогичный период прошлого года показатели составляли 122 717 термоточек и 10 719 крупных пожара.

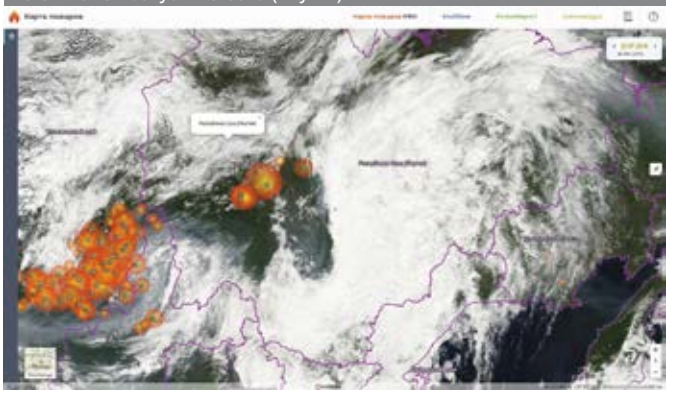
Количество выявленных термоаномалий (термоточек) по данным ГК «СКАНЭКС» и FIRMS за указанный период 2019 г. наглядно показывает ухудшение пожароопасной обстановки до уровня чрезвычайной. Наибольшее количество термоаномалий, в том числе крупных, детектировано в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, а среди субъектов РФ безоговорочно «лидируют» Республика Саха (Якутия), Красноярский край и Иркутская область.

Пиковым месяцем с максимальным количеством выявленных термоточек и крупных пожаров стал июль. Так, в этом месяце в Республике Саха (Якутия) зафиксировано 391 407 термоточек (в 2018 г. — 30 713), в Красноярском крае — 292 053 (в прошлом году — 13 612), а в Иркутской области — 291 808 (2 236 в 2018 г.). В сравнении с аналогичным периодом прошлого года можно смело говорить об аномально высоком уровне выявлений очагов пожаров. Единственным отличием стали данные по Иркутской области. В прошлом году для этого региона пиковым значениями пожаров «отличился» август, особенно 13 число. ¶

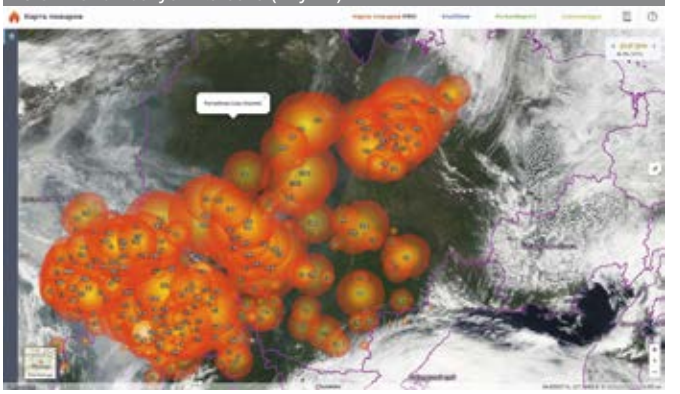
Табл. 1. Данные по детектированию термоаномалий на территории Республики Саха (Якутия), Красноярского края и Иркутской области в июле 2018 и 2019 гг.

Ниже наглядно представлена динамика выявления термоаномалий в пиковом месяце, июле, и с начала текущего года в сравнении с предыдущим периодом прошлого года. Проиллюстрированы на карте и снимках дни, когда пиковые значения достигли своего максимума в 2019 г., а также указаны указаны данные в аналогичные даты 2018 г.

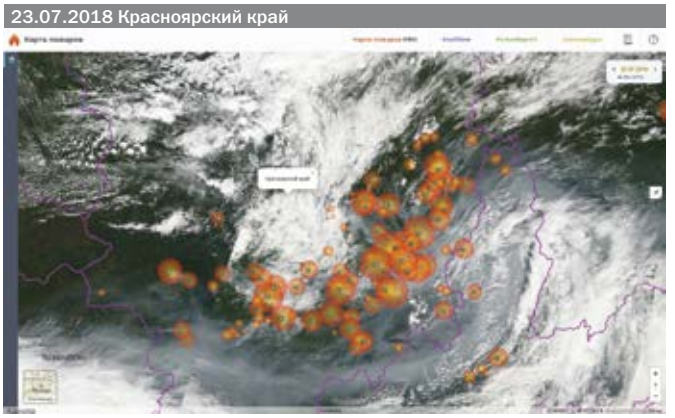
23.07.2018 Республика Саха (Якутия)



23.07.2019 Республика Саха (Якутия)



23.07.2018 Красноярский край



23.07.2019 Красноярский край

23.07.2018 Иркутская область

23.07.2019 Иркутская область

дата	Республика Саха (Якутия)		дата	Красноярский край		дата	Иркутская область	
	2018	2019		2019	2018		2019	2018
	391 407	**30 713**		**292 053**	**13 612**		**291 808**	**2 236**
01.07	4 066	1 161	01.07	2 100	462	01.07	1 476	172
02.07	337	1 714	02.07	4 621	611	02.07	1 510	522
03.07	896	3 953	03.07	13 995	579	03.07	3 061	523
04.07	431	1 217	04.07	21 332	613	04.07	4 999	295
05.07	642	514	05.07	6 205	13	05.07	6 965	13
06.07	2 427	495	06.07	1 536	15	06.07	1 786	3
07.07	1 730	1 092	07.07	1 161	46	07.07	1 048	10
08.07	3 256	1 674	08.07	5 196	125	08.07	1 585	0
09.07	317	532	09.07	5 093	247	09.07	2 457	0
10.07	2 971	1 177	10.07	5 698	696	10.07	1 887	16
11.07	4 302	348	11.07	6 508	232	11.07	3 331	4
12.07	6 559	352	12.07	12 725	1 684	12.07	1 092	67
13.07	5 860	1 016	13.07	7 173	410	13.07	2 028	80
14.07	3 147	785	14.07	3 158	62	14.07	3 251	82
15.07	7 973	584	15.07	779	144	15.07	4 929	23
16.07	10 593	62	16.07	5 653	374	16.07	8 590	6
17.07	2 345	397	17.07	12 961	399	17.07	12 327	1
18.07	4 635	1 990	18.07	13 852	1 212	18.07	7 908	63
19.07	8 780	4 933	19.07	18 990	1 016	19.07	8 472	143
20.07	5 984	1 194	20.07	14 978	660	20.07	10 152	19
21.07	7 173	561	21.07	13 137	817	21.07	14 088	0
22.07	34 142	57	22.07	24 842	505	22.07	29 699	10
23.07	65 872	248	23.07	32 825	1 294	23.07	43 247	49
24.07	43 143	109	24.07	13 132	936	24.07	17 733	63
25.07	33 096	242	25.07	9 846	173	25.07	15 164	34
26.07	27 896	459	26.07	3 748	113	26.07	15 581	3
27.07	29 376	1 024	27.07	3 295	33	27.07	12 632	2
28.07	27 926	716	28.07	8 011	54	28.07	20 408	7
29.07	9 968	964	29.07	8 038	69	29.07	4 640	6
30.07	17 956	981	30.07	6 440	11	30.07	10 652	5
31.07	17 608	162	31.07	5 025	7	31.07	19 110	15

Табл. 2. Данные по детектированию термоаномалий на территории России за январь–июль по округам в 2019 г.

2019	*с января по июль*	
Округа (месяц с макс. кол-вом термоточек)	*термоточек*	*в т.ч. крупных пожаров*
Сибирский федеральный округ [Июль, 636 499]	709 336	12 413
Дальневосточный федеральный округ [Июль, 421 469]	604 715	7 427
Уральский федеральный округ [Июль, 17 490]	30 609	4 533
Приволжский федеральный округ [Июль, 10 509]	27 219	3 606
Южный федеральный округ [Июль, 4 609]	11 532	1 584
Центральный федеральный округ [Апрель, 5 743]	10 408	2 096
Северо-Кавказский федеральный округ [Июль, 2 496]	3 790	656
Северо-Западный федеральный округ [Апрель, 1 106]	2 902	675
Крымский федеральный округ	671	101
Всего по РФ	***1 401 182***	***33 091***
Всего по РФ в 2018 г. (январь — июль)	***122 717***	***10 719***

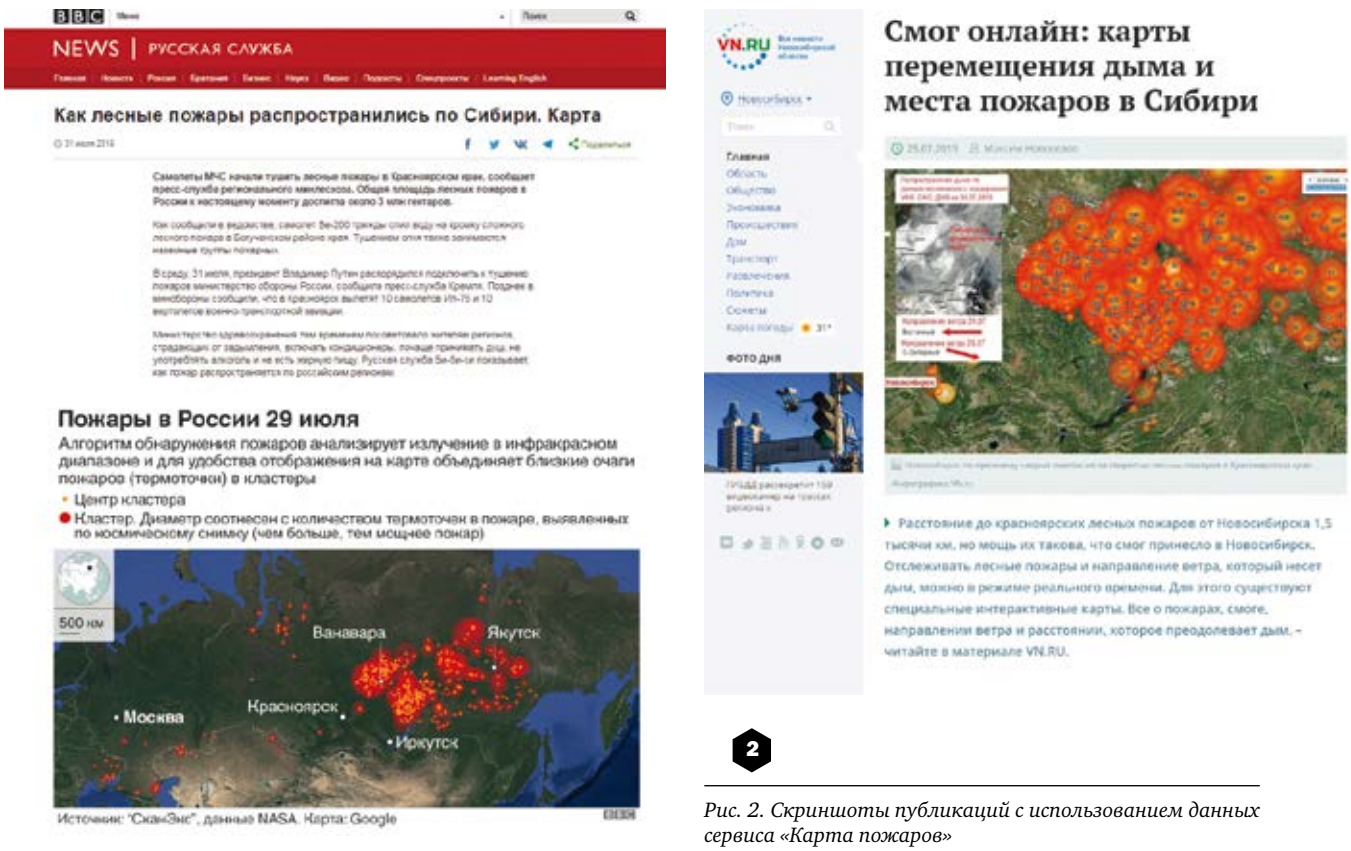
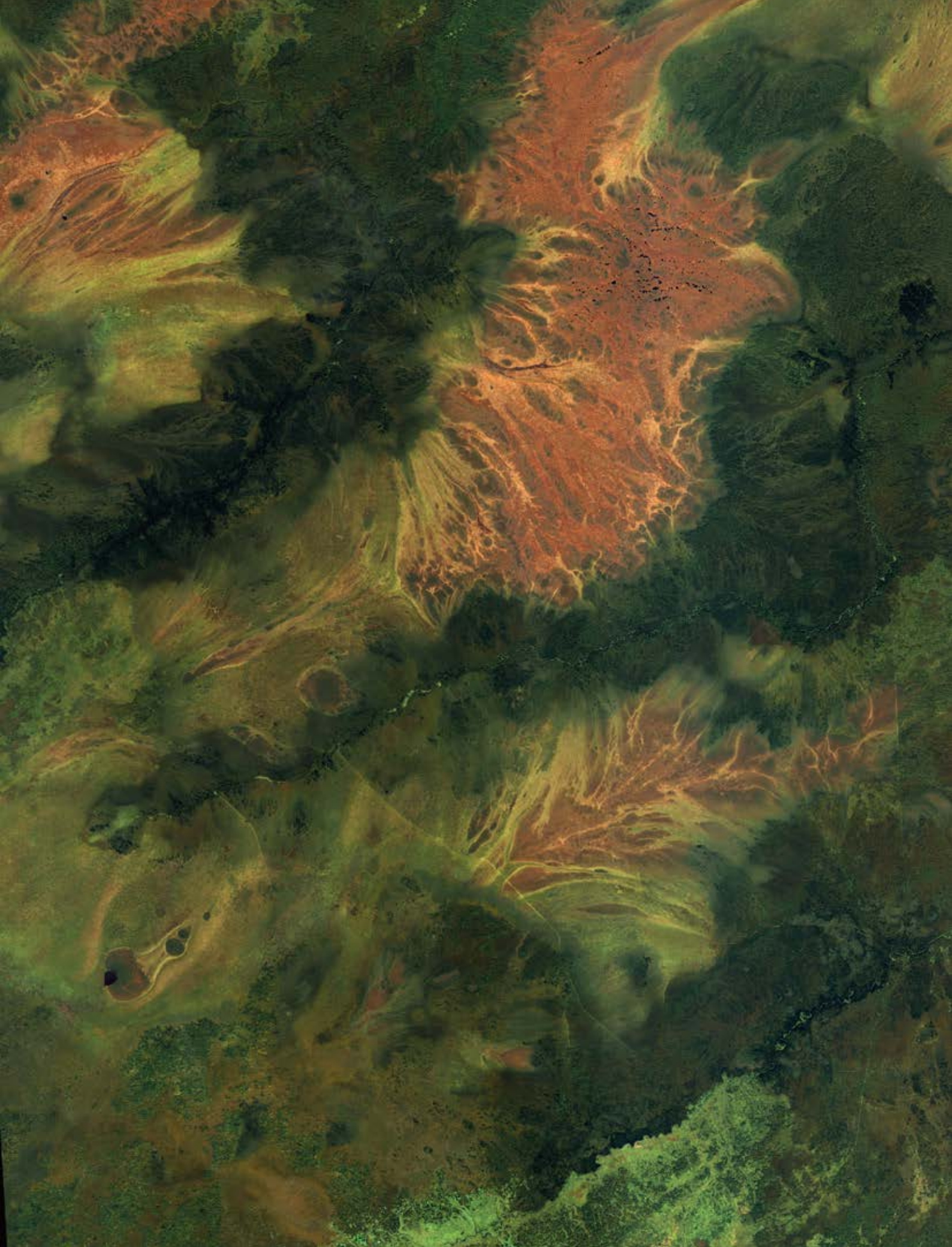


Рис. 2. Скриншоты публикаций с использованием данных сервиса «Карта пожаров»



ОБНАРУЖЕНИЕ ОТМЕЛЕЙ И МАЛЫХ ОСТРОВОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Алексей Кучейко

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
ООО «РИСКСАТ»

Андрей Иванов

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ
ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН

Кирилл Айнов

СРЕДНЯЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ШКОЛА № 30, Г. ЯКУТСК

Елизавета Лисаченко

ГИМНАЗИЯ ИМ. Н.В. ПУШКОВА,
Г. ТРОИЦК (МОСКВА)

Шельф арктических морей до сих пор недостаточно подробно изучен и подвержен динамическим изменениям, что необходимо учитывать при организации судоходства и хозяйственной деятельности в Арктике. Целью исследования является поиск и картографирование малых островов и отмелей в юго-восточной части моря Лаптевых на основе анализа спутниковых снимков из открытых источников. Район исследования, поделенный на два подрайона (рис. 1), охватывает южную часть моря Лаптевых около дельты р. Лена.

Основными задачами являлись сбор данных малооблачных спутниковых снимков на южную часть моря Лаптевых в безлёдный период (июль–октябрь), анализ спутниковых снимков, выявление малых островов, стамух и отмелей, а также оценка затопляемости и видимости малых островов, в том числе о. Яя. Для решения перечисленных задач применялись различные методы анализа спутниковых снимков, по итогам составлена карта отмелей на исследуемую часть моря Лаптевых.

Район исследования и описание подходов к решению задач

Море Лаптевых — окраинное море Северного Ледовитого океана, является одним из основных районов образования крупных ледовых полей, осложненных полыньями и стамухами [1]. Особенности строения шельфа моря Лаптевых определяются наличием подводных реликтовых долин рек Яна и Лена, а также многочисленных отмелей и банок [2, 3]. Крупнейшими из отмелей являются Семёновское мелководье и Васильевская банка, соответствующие исчезнувшим в середине XX в. двум одноименным островам (рис. 2).

На акватории моря хорошо выражены приливные колебания уровня моря, величина которых составляет около 0,5 м [1]. Кроме приливных колебаний в море Лаптевых наблюдаются сезонные и сгонно-нагонные колебания уровня. Сезонные изме-

нения уровня сильнее выражены в юго-восточной части моря ближе к устьям рек, причем размах колебаний здесь не превышает 40 см [2]. Сгоны и нагоны обусловливают наибольшие понижения и повышения уровня в море. Размах колебаний положения уровня между сгонами и нагонами достигает 1–2 м, а иногда доходит до 2,5 м (бухта Тикси). Чаще всего сгоны и нагоны происходят осенью при сильных и устойчивых ветрах. В море Лаптевых отмечается повышение среднегодовых значений высот уровня за последнее время на 4–10 см, что, возможно, связано с интенсивным таянием льдов вследствие глобального потепления климата.

Таким образом, основным фактором, влияющим на видимость островов и отмелей в море Лаптевых на спутниковых снимках, могут являться сгонно-нагонные явления, влияние которых на уровень моря (от 1 до 2,5 м) существенно превышает вклад других факторов. В частности, самые большие изменения уровня моря происходят при совпадении нескольких факторов.

С учетом доступности спутниковых снимков были выбраны четыре основных подхода к выявлению островов и отмелей по спутниковым снимкам:

- мониторинг акватории во время отлива и сильного сгона, когда отмели и низкие острова обнажаются или становятся более заметными;
- наблюдение за ледяным покровом с целью обнаружения опасных ледяных образований — торосов и стамух (льда, севшего на грунт), систематически образующихся над отмелями и у малых островов;
- обнаружение и картографирование областей с аномальным цветом (светло-коричневым или зеленоватым) на оптических мультиспектральных снимках, которые образуются в районах песчаных отмелей и осложнены шлейфами с осадочным материалом из-за воздействия местных течений;
- анализ характеристик взволнованной морской поверхности при ветре от умеренного до сильного, когда над мелководьями образуются обрушения волн (буруны), имеющие на оптических снимках светлый тон

Рис. 1. Район исследования островов и отмелей — приустьевая область р. Лена в южной части моря Лаптевых

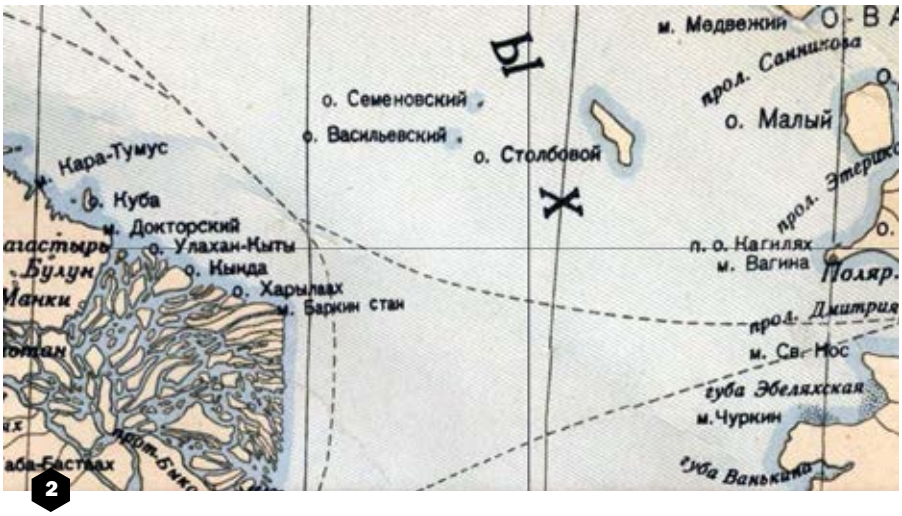


Рис. 2. Острова Семёновский и Васильевский, исчезнувшие в середине XX в. в море Лаптевых. На их месте сейчас находится обширное Семёновское мелководье. Административная карта СССР, 1936 г.

(на морских навигационных картах такие зоны обозначаются отметкой «breakers» — буруны).

При поиске низких островов и отмелей был проведен анализ оптических снимков спектрорадиометров MODIS на ИСЗ Terra и Aqua за 2001–2018 гг., снимков ИСЗ Landsat 8 и Sentinel-2, а также радиолокационных изображений (РЛИ) Sentinel-1 за 2016–2018 гг. Для доступа к снимкам и РЛИ использовались базы данных NASA WorldView, портал SciHub европейской программы Copernicus, EarthExplorer геологической службы USGS и веб-платформа Sentinel Hub (проект Sinergise).

Детальные спутниковые снимки были сведены в общую базу с помощью веб-ГИС приложения GeoMixer®. Для обнаружения и идентификации подводных форм рельефа использовались карты и данные, находящиеся в открытом доступе [4], а также карта C-MAP, размещенная на морском портале ГК «СКАНЭКС».

Методика исследования предполагает поиск космоснимков, соответствующих самому низкому уровню моря из-за отливов и сгонных явлений, когда обнажившиеся отмели хорошо заметны даже на снимках низкого пространственного разрешения. В дальнейшем проводился подробный анализ обнаруженных отмелей с использованием детальных оптических снимков и РЛИ с разрешением 10–30 м на длительном временном интервале. Кроме того, проводился анализ радиолокационных изображений с целью обнаружения стамух и ледяных образований вокруг выявленных отмелей.

Для оценки размеров островов, расположенных над водой, использовались оптические снимки ИСЗ Landsat 8 (синтез инфракрасных (ИК) спектральных каналов 5, 6 и 4) и Sentinel-2 (синтез 12, 8A и 4 или 12–11–11 каналов).

Результаты исследований

1. Юго-восточная часть моря Лаптевых от приустьевых районов р. Лена до о. Столбовой

В результате анализа снимков спектрорадиометра MODIS для исследований были выбраны три снимка: 1) снимок от 25.08.2000 г. — первый малооблачный с низким уровнем моря из имеющихся в базе WorldView; 2) снимок от 11.09.2005 г. с самым низким уровнем моря и самыми большими размерами отмелей из проанализированных за период 2000–2018 гг. (рис. 3); 3) снимок от 11.08.2018 г. — самый актуальный снимок 2018 г. с низким уровнем моря, имевшийся в базе.

Табл. 1. Острова и отмели, обнаруженные на оптических спутниковых снимках в юго-восточной части моря Лаптевых

№	*Идентификация обнаруженной отмели*	*Координаты центра (СК WGS-1984)*	*Характеристика отмели*
1	О. Яя в 75 км к западу от о. Столбовой. Совпадает с банкой Васильевской	73.9897 с.ш., 133.0952 в.д.	Вытянутая с ЮВ на СЗ коса длиной 1,5 км, низкий остров находится в южной части. Зимой у отмели образуется вытянутая стамуха
2	Отмель в 76 км на СВ от дельты р. Лена на безымянном мелководье	73.97 с.ш., 129.65 в.д.	Вытянутая с юга на север коса длиной 2,5 км шириной около 300 м, с юга примыкает меньшая по размеру отмель
3	Отмели на мелководье Семёновское	74.21 с.ш., 133.45 в.д.	Обширное мелководье с центром в 60 км западнее острова Столбовой. На снимках выделяются две отмели, опознаваемые по волновым бурунам в ветреную погоду
4	Песчаный бар, прилегающий к дельте р. Лена с северо-восточной стороны	73.13 с.ш., 129.66 в.д.	Длинный бар длиной 26 км на северо-восточной стороне дельты Лены, заметен при низких уровнях воды. С севера примыкает второй бар длиной 6 км
5	О. Затопляемый на мелководье Вест	73.1648 с.ш., 133.0252 в.д.	Низкий остров размером 900 м х 160 м в 133 км севернее мыса Буор-Хая
6	Две отмели на мелководье Нерпа	73.1648 с.ш., 133.0252 в.д.	Две близко расположенные отмели изогнутой подковообразной формы. Большая по размеру отмель имеет длину 1–1,3 км, ширину 300–600 м. Зимой образуется большая стамуха

Рис. 3. Острова и обнажившиеся отмели, обнаруженные на снимке Terra MODIS 11.09.2005 г. во время наиболее сильного понижения уровня моря. © NASA

В результате анализа снимков выявлены шесть групп отмелей, характеристики которых приведены в таблице 1.

Отмель № 1 идентифицирована как остров Яя, открытый в 2013 г. (хотя на снимке MODIS он заметен еще в 2002 г.). О. Яя расположен на банке Васильевской (изобата 5 м) и, вероятно, на месте бывшего о. Васильевский, которые, в свою очередь, входят в Семёновское мелководье. Отмель представляет собой вытянутую с ЮВ на СЗ косу длиной 1,5 км (в момент сильного понижения уровня моря длина видимой из космоса части — до 5–6 км), остров расположен в южной части отмели и имеет форму небольшой лагуны размером 100–150 м. Зимой вокруг острова и отмели регулярно образуется вытянутая стамуха (рис. 4).

Оценка размеров о. Яя, расположенного над водой на момент съемки, выполнена с использованием

Рис. 4. Остров Яя в период разрушения ледяного покрова (слева) и в безлёдный период при ветре умеренной силы, образующем буруны на отмели, на оптических снимках Landsat 8 (слева) и Sentinel-2 (справа). © USGS, ESA

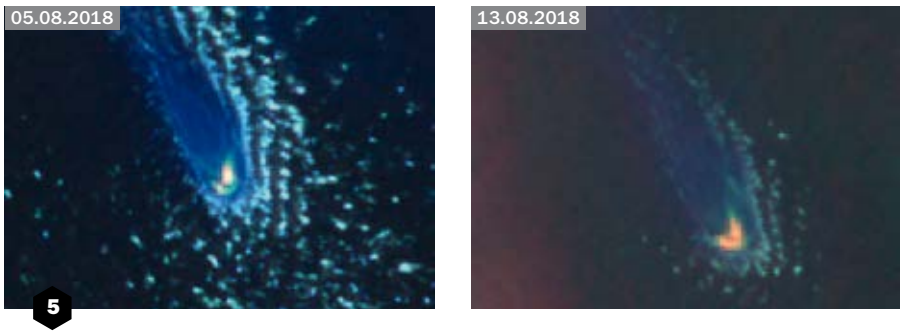


Рис. 5. Выступающая над водой часть о. Яя (имеет размеры 100×150 м и расположена в южной части отмели) на оптических снимках Sentinel-2 от 05.08.2018 г. (слева) и 13.08.2018 г. (справа); синтез каналов 12-8А-4. © ESA

Рис. 6. Оценка видимости о. Яя, скрытого под водой, на оптическом снимке Sentinel-2 от 14.09.2018 г. (слева: синтез каналов 4–3–2, справа: 12–8–4). © ESA

Рис. 7. О. Яя, окруженный торосами в зимний период, на оптических снимках Sentinel-2: 28.04.2018 г. (слева) и в период разрушения льда и подтопления 26.07.2018 г. (справа). © ESA

оптических снимков Sentinel-2 (синтез ИК-каналов 12, 8А и 4, и 12, 11 и 11). Анализ показал, что 2, 6, 12, 14 и 15 сентября остров находился под водой. Небольшая часть о. Яя располагалась над водой 5, 7 и 11–14 августа. Примеры оценки размеров надводной части о. Яя в разные даты приведены на рис. 5 и 6.

Полные размеры острова (с учетом подтопляемой низководной части) можно оценить, исходя из контуров торосов после ледостава и в ходе разрушения стамухи (рис. 7). Площадь острова по контуру, ограниченному торосами, составляет 0,14 км², размеры — 580×260 м. В период разрушения льда и подтопления острова его площадь по видимому контуру составляет 0,09 км², а размеры — 520×240 м.

Отмель № 2 находится в 76 км на СВ от дельты р. Лена, имеет вид вытянутой с юга на север косы длиной ~2,5 км и шириной около 300 м, с юга примыкает меньшая по размеру отмель. На доступных морских картах в данном районе обозначена безымянная отмель с глубинами 2–3 м. На моменты спутниковой съемки в безлёдный период 2018 г. отмель находилась под водой. Вдоль отмели в период ледостава формируется протяженная стамуха (рис. 8).

Под номером 3 обозначено обширное Семёновское мелководье с центром в 60 км западнее о. Столбовой. На снимках выделяются два центра отмели, опознаваемые по волновым бурунам в ветренную погоду. Западный центр отмели по координатам совпадает с банкой Семёновской с глубинами 1–3 м и, вероятно, расположен на месте бывшего о. Семёновский. На обзорных снимках MODIS в районе мелководья в малооблачную погоду постоянно наблюдаются области взмученной воды светло-зеленого цвета (рис. 9). Примерные координаты места образования бурунов на банке Семёновской — 74.22 с.ш. и 133.38 в.д.

Отмель № 4 — фактически длинный песчаный бар (подводная аккумулятивная форма рельефа, сложенная рыхлыми осадками) длиной около 26 км вдоль северо-восточной стороны дельты р. Лена, который заметен при низких уровнях воды. При сильных сгонных ветрах на снимках видно, что с севера примыкает второй небольшой бар длиной 6 км. На доступных картах песчаные бары не обозначены. В период ледостава

вдоль бара формируется обширная стамуха вместе с припаем, в периоды низкого уровня моря песчаный бар над поверхностью не виден и заметен только благодаря бурунам и по светлому тону на оптических снимках (рис. 10).

Отмель № 5 идентифицирована как малый остров Затопляемый размером 900×160 м в 133 км севернее мыса Буор-Хая. В период отливов и сильного сгонного ветра остров обнажается, но на снимках 2018 г. остров был покрыт водой. В период ледостава вокруг острова и западнее его формируются стамухи (рис. 11). На доступных морских картах о. Затопляемый расположен на восточной окраине мелководья Вест с глубинами 4 м.

Отмель № 6 состоит из двух близко расположенных отмелей изогнутой формы. Более крупная по размеру отмель имеет длину 1–1,3 км и ширину 300–600 м. Зимой над ней образуется большая стамуха. На доступных картах в районе с координатами отмели расположено мелководье Нерпа. По данным детальной съемки, 2018 г. отмель была скрыта под водой (рис. 12).

Все обнаруженные нами объекты могут представлять опасность для судоходства. Большинство обнаруженных отмелей нанесены на морские карты как мелководья с глубинами 5 м и менее. Песчаный бар у северо-восточной части дельты р. Лена на современных картах отсутствует.

Интегральная карта отмелей, выявленных по оптическим снимкам, а также карта мелководий, полученная по доступным картам, приведена на рис. 13.

2. Результаты исследований Оленёкского залива

Для поиска подобных объектов в Оленёкском заливе моря Лаптевых

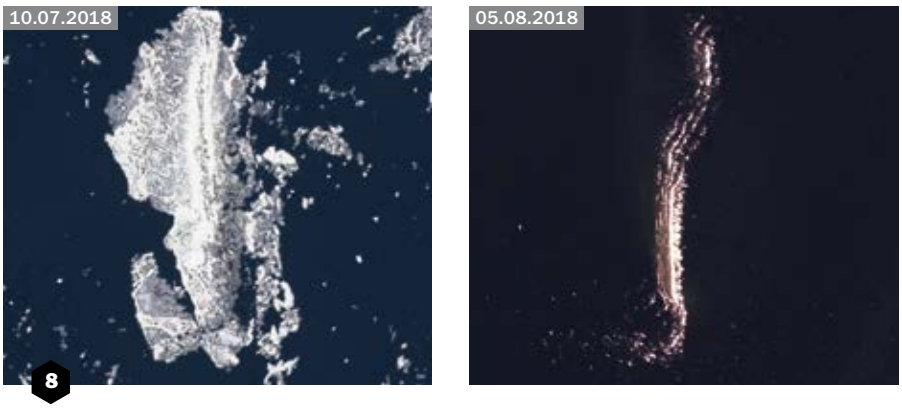


Рис. 8. Отмель (находится под водой) на безымянном мелководье севернее дельты р. Лена в период таяния льда и разрушения стамухи на оптических снимках Sentinel-2: 10.07.2018 г. (слева) и в период низкого уровня моря 05.08.2018 г. (справа). © ESA

Рис. 9. Семёновское мелководье на оптическом снимке Sentinel-2 от 11.08.2018 г. В центре сосредоточения белых бурунов — банка Семёновская, в левом нижнем углу — о. Яя, справа — о. Столбовой. © ESA

Рис. 10. Песчаный бар у северо-восточной части дельты р. Лена на оптических снимках Sentinel-2: 02.07.2018 г. в период таяния льда и разрушения стамухи (слева) и 05.08.2018 г. в период низкого уровня моря (справа), когда бар опознается по полосе бурунов. Песчаный бар отсутствует на доступных навигационных картах. © ESA

Рис. 11. О. Затопляемый на оптических снимках Sentinel-2: 18.07.2018 г. в период таяния льда и разрушения стамухи (слева) и 13.08.2018 г. в период низкого уровня моря (справа). © ESA

Рис. 12. Отмели на мелководье Нерпа на оптическом снимке Sentinel-2 от 12.08.2018 г. в период низкого уровня моря. © ESA

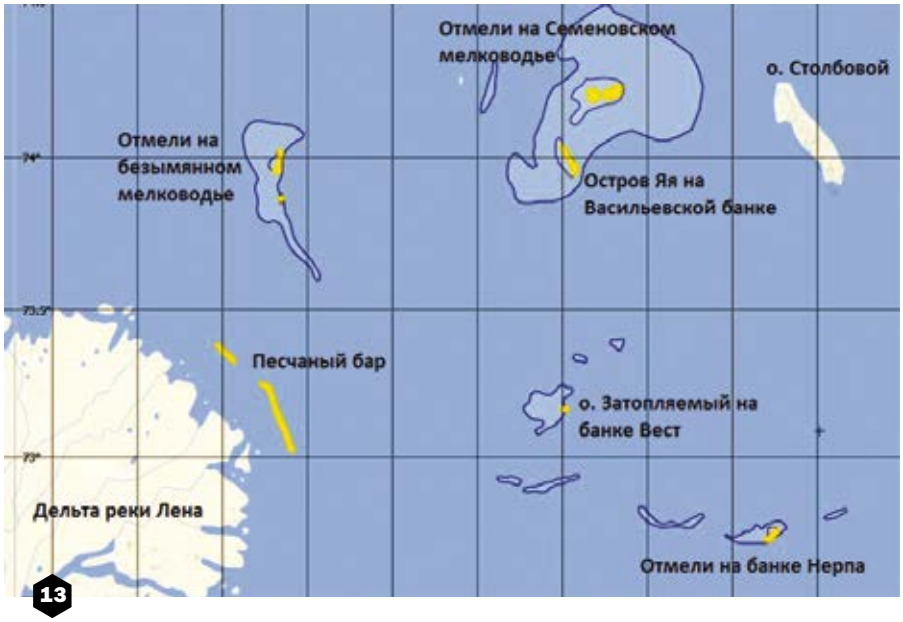


Рис. 13. Идентификация обнаруженных на снимках отмелей с помощью морской навигационной карты C-MAP. Нанесены изобаты 5 и 10 м

в качестве исходного материала был выбран снимок MODIS от 24.08.2000 г. (рис. 14), на котором из-за сильного сгона (прослеживается по выносу взмученной воды) обнажились четыре отмели, получившие порядковые номера от 1 до 4; основные характеристики обнаруженных отмелей приведены в таблице 2.

Отмель № 1 идентифицирована как остров Лейкина (до 1978 г. о. Осушной), назван в честь советского полярника Б.И. Лейкина. Остров имеет продолговатую форму, вытянут с СЗ на ЮВ: длина острова около 2 км, ширина варьирует от 150 до 300 м, в зимнее время вокруг острова регулярно образуется стамуха.

Проведенный анализ видимости о. Лейкина в данных спутниковой съемки показал, что в безлёдный период остров часто скрыт под водой, иногда даже в тихую, маловетреную погоду и при высоком уровне моря — без видимых бурунов. Случаи с высоким уровнем моря отмечены, например, 26–28.08, 20.09 и 14.09.2018 г. (рис. 15), в эти дни остров-отмель может быть особенно опасен для судоходства.

Анализ оптических снимков показал, что в период низкого уровня моря (наблюдался 05–8.08 и 18.07.2018 г.) часть острова, находящаяся над водой, весьма незначительна по размерам (рис. 16). Максимальные размеры выступающей над водой части о. Лейкина составили 800–280 м на момент съемки 06.08.2018 г. в условиях низкого уровня моря.

В период ледостава над островом образуется стамуха с торосами, которая разрушается в июне–июле (рис. 17).

Анализ радиолокационных изображений показывает, что большую часть времени о. Лейкина находится под водой, а на РЛИ отображаются области трансформации волнового поля над ним, причем на некоторых РЛИ остров в поле волнения вообще не обнаруживается (рис. 18).

Обнаруженная безымянная отмель (обозначена как отмель № 2) расположена к ЮВ от о. Лейкина и имеет небольшие размеры 350×200 м. В безлёдный период 2018 г., по данным детальной спутниковой съемки, не отмечено случаев ее возвышения над поверхностью

Рис. 14. Острова и отмели, обнаруженные в Оленёкском заливе на оптическом снимке Terra MODIS от 24.08.2000 г.; в правой части — о. Аэросъемки у западной части дельты р. Лена, внизу — дельты р. Оленёк и Оленёкской протоки. © NASA

Табл. 2. Острова и отмели, обнаруженные на спутниковых снимках в Оленёкском заливе

Условное название отмели или острова	*Координаты центра (СК WGS-1984)*	*Характеристики отмели в августе 2018 г.*
Отмель № 1 в 83 км к западу от о. Аэросъёмки и в 103 км к северу от дельты р. Оленёк (опознан как о. Лейкина)	74.0745 с.ш., 120.4729 в.д.	Продолговатый остров, вытянутый с СЗ на ЮВ, длиной около 2 км и шириной 150–300 м, зимой образуется стамуха
Отмель № 2 в 57 км к западу от о. Аэросъёмки и в 96 км к СВ от дельты р. Оленёк	73.9487 с.ш., 121.2983 в.д.	Небольшой остров-отмель размерами 350×200 м. Образуются волновые обрушения (буруны), обнажается при сильных отливах. В зимний период образуется стамуха
Отмель № 3 (находится рядом с банкой Опасная) и обширное мелководье в 20 км к СЗ от о. Аэросъёмки	74.0746 с.ш., 122.6170 в.д.	Вытянутая отмель (определяется по трансформации волнового поля), обнажается в период сильных отливов. Обширное мелководье определяется по цвету снимка и наличию обрушений волн. В зимний период образуется обширная стамуха
Отмель № 4 находится в 7 км к СВ от п-ова Терпяй-Тумса	73.5316 с.ш., 119.2114 в.д.	Песчаная коса длиной 8 км. Определяется по наличию обрушений волн. Обнажается в период сильных отливов и сгонов воды. В зимний период образуется стамуха

моря даже в период низкого уровня 5–10.08.2018 г. Отмель визуализируется только благодаря эффекту трансформации волнового поля (и обрушению волн) на мелководье (рис. 19). Зимой в районе отмели № 2 регулярно образуется стамуха (рис. 20). Обнаруженная отмель на доступных навигационных картах не нанесена, что представляет опасность для судоходства.

На РЛИ в безлёдный период отмель № 2 видна либо как темная область из-за выглаживания окружающей волновой ряби на мелководье (рис. 21), либо как светлая область во время сильного ветрового волнения из-за интенсивного обрушения волн.

Отмель № 3 расположена в 20 км к северо-западу от о. Аэросъёмки, была идентифицирована на навигационной карте C-MAP как банка Опасная и определяется на оптических снимках по светло-зеленому

Рис. 15. О. Лейкина, полностью скрытый под водой в период маловетренной погоды и высокого уровня моря без видимых обрушений — бурунов, на оптическом снимке Sentinel-2 от 26.08.2018 г. © ESA

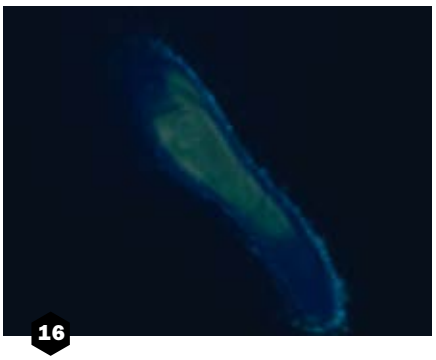


Рис 16. О. Лейкина, частично скрытый водой, на оптическом снимке Sentinel-2 от 06.08.2018 г. (синтез каналов 12, 8A и 4); на поверхности находится небольшая часть суши (отображается зеленоватыми цветами), волны прибоя заметны только у восточного берега. © ESA

Рис. 17. Процесс разрушения стамухи около о. Лейкина на оптическом снимке Landsat 8 от 16.07.2015 г. © USGS

Рис. 18. О. Лейкина на радиолокационном изображении Sentinel-1 от 05.09.2018 г. Он скрыт под водой, его положение определяется только по изменению структуры поверхностного волнения на мелководье (темный тон изображения). © ESA

Рис. 19. Безымянная отмель на оптических снимках Sentinel-2 в период низкого уровня моря и слабого волнения (слева) и в период шторма (справа). © ESA

Рис. 20. Стамуха в период разрушения ледяного покрова над отмелью № 2 на снимке Landsat 8 от 16.07.2015 г. © USGS

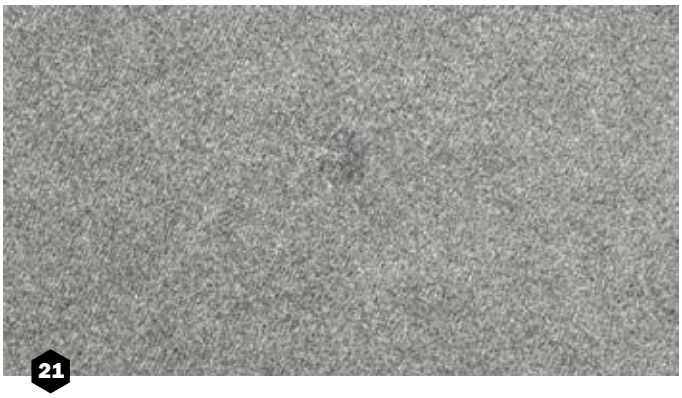


Рис. 21. Отмель № 2 на радиолокационном изображении Sentinel-1 от 05.09.2018 г. видна как темная область в центре изображения из-за эффекта трансформации волнового поля на мелководье. © ESA

цвету моря и наличию обрушений волн. Отмель обнажилась во время понижения уровня моря из-за сильного сгона воды 10.08.2011 г. В 2018 г. отмель отображалась в виде области волновых бурунов при низком уровне моря в период 06–10.08.2018 г. (рис. 22).

В зимнее время над отмелью № 3 образуется большая по площади стамуха, что связано с наличием в районе обширного мелководья (рис. 23).

На РЛИ отмель № 3 (банка Опасная) заметна в безлёдный период в виде светлой полосы, которая также обусловлена трансформацией волнового поля над мелководьем.

Отмель № 4 расположена в 7 км северо-восточнее мыса Терпяй-Тумса и представляет собой песчаную косу длиной 8 км, которая обнажается в периоды сильных отливов (рис. 24).

При сопоставлении обнаруженных отмелей с данными навигационной карты C-MAP можно сделать вывод, что все обнаруженные отмели находятся в пределах районов, ограниченных изобатой 10 м (голубой цвет) с отметками глубин 1–3 м. Отмель № 1 опознана как о. Лейкина, отмель № 2 остается безымянной, а отмель № 3 — это банка Опасная (рис. 25).

По результатам анализа спутниковых снимков отмелей в видимом, ИК- и СВЧ-диапазонах установлено, что в исследуемый период отмели в основном были скрыты под водой и обнаруживались только по наличию/трансформации ветрового волнения на радиолокационных изображениях и по изменению цвета моря на оптических снимках. В период ледостава над отмелями ежегодно образуются стамухи с торосами. Отмель № 3 (банка Опасная) характеризуется образованием большой по площади стамухи из-за обширного мелководья.

22

Рис. 22. Детальный снимок Sentinel-2 от 08.08.2018 отмели № 3 (банка Опасная, расположена к западу от о. Аэросъемки) в период максимально низкого уровня моря. Хорошо видна светлая область обрушения волн над отмелью; светло-коричневая область взмученной воды (в левой верхней части снимка) обусловлена наличием в данном районе обширной отмели. © ESA

23

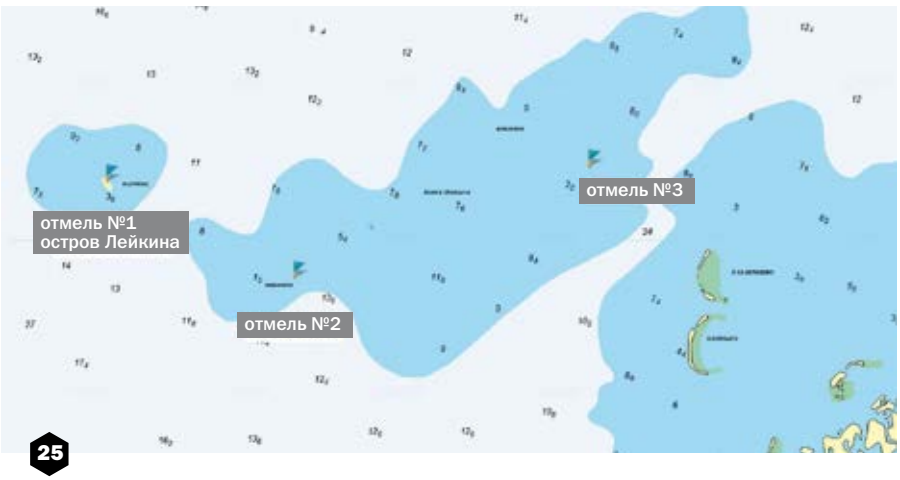
Рис. 23. Стамуха в период разрушения ледяного покрова над отмелью № 3 на оптическом снимке Landsat 8 от 16.07.2015 г. © USGS

В результате анализа спутниковых снимков Оленёкского залива обнаружены четыре отмели, две из них опознаны как о. Лейкина (отмель № 1) и банка Опасная (отмель № 3), они находятся на обширном арктическом мелководье. Отмели № 2 и № 4 остаются безымянными и могут при сильном понижении уровня моря из-за сгонных явлений (вероятно, в сочетании с отливами и сезонными колебаниями уровня моря) обнажаться и представлять опасность для судоходства.

Проведенный анализ видимости о. Лейкина по данным спутниковой съемки показал, что в безлёдный период остров часто скрыт под водой, иногда даже в тихую маловетреную погоду и при высоком уровне моря — без видимых бурунов. Указанные случаи с высоким уровнем моря отмечены, например, 26–28.08, 20.09 и 14.09.2018 г., в эти дни остров-отмель может быть особенно опасен для судоходства. Анализ оптических снимков показал, что в период низкого уровня моря (наблюдался

24

Рис. 24. Детальный снимок (Sentinel-2 от 06.08.2018) песчаной косы у мыса Терпяй-Тумса (отмель № 4) длиной около 8 км, обнажившейся в период максимально низкого уровня моря. © ESA



25

Рис. 25. Сравнение обнаруженных на спутниковых снимках отмелей № 1–3 (флажки) с данными навигационной карты С-МАР (морской портал СКАНЭКС). © С-МАР, СКАНЭКС

05–8.08 и 18.07.2018 г.) часть острова, находящаяся над водой, весьма незначительна по размерам. Максимальные размеры, выступающей над водой части о. Лейкина, составили 800×280 м (06.08.2018 г.).

Итоги исследования и заключение

В результате анализа снимков юго-восточной части моря Лаптевых и Оленёкского залива выявлены 10 групп отмелей, для которых характерны следующие признаки, детектируемые на спутниковых снимках: 1) обнажение во время сильного понижения уровня моря или формирование шлейфов осадочного материала под действием местных течений; 2) образование в зимний период опасных ледяных образований (торосов и стамух) над отмелями и у малых островов; 3) формирование областей обрушения волн (бурунов).

Три из десяти объектов опознаны как малые острова Яя, Затопляемый и Лейкина. Анализ снимков в различных комбинациях спектральных каналов показал, что острова регулярно затапливаются и покрываются водой. Пять отмелей расположены на банках и мелководьях с изобатами 5 м и менее и могут обнажаться при сильных понижениях уровня моря из-за сгонов. Две отмели находятся на известных мелководьях Семёновское и западнее о. Аэросъемки. Все острова и отмели совпадают с нанесенными на карты объектами, кроме одного. Обнаруженный на снимках длинный песчаный бар, состоящий из двух частей, расположен к северо-восточного берега дельты р. Лена и не нанесен на современные карты. Определены геопространственные характеристики выявленных отмелей. Сведения о новом объекте переданы в Управление навигации и картографии МО России.

Выполненные исследования мелководной части моря Лаптевых с помощью спутниковых снимков показали эффективность методов ДЗЗ при решении задач обнаружения, идентификации и картографирования малых островов и отмелей, а также слежения за их эволюцией. ¶

Авторы выражают благодарность Станичному С.В. (МГИ РАН) и Пижанковой Е.И. (МГУ им. Ломоносова) за высказанные предложения и замечания.

Список литературы

1. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. — М.: Изд-во МГУ. — 1982. — 192 с.
2. Атлас моря Лаптевых. http://www.esimo.ru/atlas/Laptevix/1_1.html
3. Holmes M., Creager Y. Голоценовая история континентального шельфа моря Лаптевых. 1974.
4. Карты моря Лаптевых с веб-ресурсов Retromap.ru, Etomesto.ru, Loadmap.net, морской портал «СКАНЭКС», в том числе карта ГГЦ М 1:200000, 2001 и карта М 1:50 000, 1985.

АПРОБАЦИЯ АПМК «ГЕОАТЕЛЬЕ» В НАУЧНОМ ПАРКЕ «СИРИУС»: СТАРТ УСПЕШНЫЙ, ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ

Марина Сергеева

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ГК «СКАНЭКС», НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА, К.П.Н

Константин Козаченко

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТОВ ГК «СКАНЭКС»

Марина Воронина

РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ГК «СКАНЭКС», К.Г.Н.

Марина Раскладкина

ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ ОТДЕЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ГК «СКАНЭКС», К.ПОЛИТ.Н.

Компания «ЦРИТ», дочерняя структура ГК «СКАНЭКС», в рамках реализации дорожной карты (ДК) «Кружковое движение» Национальной технологической инициативы (НТИ) при поддержке «Фонда содействия инновациям» разрабатывает уникальный комплексный продукт — аппаратно-программно-методический комплекс (АПМК). АПМК будет включать в себя полный цикл работы с данными ДЗЗ для реализации практико-ориентированных проектов в соответствии с современными требованиями технологических рынков НТИ (получение данных на собственную станцию в режиме реального времени с российских и зарубежных спутников ДЗЗ; применение специализированного программного обеспечения для углубленной тематической интерпретации материалов ДЗЗ и геопортальных технологий для хранения и визуализации пространственной информации разного типа). В состав аппаратно-программно-методического комплекса будут включены специально разработанные методические материалы.

Составные части АПМК

(А) — Аппаратная часть, представленная новой земной приемной станцией (ЗПС). Характеристики создаваемой ЗПС должны существенно расширить круг потенциальных потребителей продуктов ДЗЗ. Основной задачей НИОКР на основе предыдущих разработок ГК «СКАНЭКС» является уменьшение веса, габаритов и стоимости ЗПС, что требует изменения конструкторских решений.

(П) — Программное обеспечение для автоматической обработки данных для визуализации процесса обработки и создания изображений из продуктов уровня 1, имеющееся в ГК «СКАНЭКС», модернизируется под технические характеристики разрабатываемой станции и технологические задачи.

(М) — Методические материалы по использованию АПМК (проектно-ориентированное учебно-методическое пособие и программа повышения квалификации для наставников) создаются для целевой

аудитории продукта НИОКР — педагогов общеобразовательных школ и дополнительного образования.
(К) — Комплекс как единый продукт интегрирует аппаратные (А), программные (П), методические (М) решения в единый комплекс (К) и разворачивается на базе лаборатории космических систем научного парка «Сириус», обеспечив полноценную техническую, технологическую, методическую базу для осуществления проектной деятельности школьников по направлению ДЗЗ и подготовки наставников для проектно-кружковой работы с детьми в данной области.

Решаемые задачи

В качестве одного из технологических барьеров в ДК НТИ «Кружковое движение» названо отсутствие «сети низкобюджетных станций приема спутникового сигнала ДЗЗ и сервисов на их основе в X-диапазоне». Предлагаемый продукт предназначен для преодоления этого барьера. Помимо снижения стоимости, мы считаем очень важным моментом уменьшение массы и размеров станции — до 100 кг, — поскольку это снижает требования к площадке для ее установки, упрощает монтаж и, соответственно, снижает стоимость площадки и монтажа.

Станция в составе АПМК должна отвечать следующим требованиям:

- станция должна в первую очередь обеспечивать прием сигнала таких космических аппаратов (КА) ДЗЗ, которые ведут съемку и передают данные постоянно, в открытых форматах, и не требуют оплаты/лицензирования съемки, или доступа к сигналу, или средств обработки данных;
- станция должна обеспечивать прием сигнала всех или большинства таких КА ДЗЗ;
- зона приема станции должна быть близка к геометрической зоне видимости КА или по крайней мере сопоставима с ней, чтобы обеспечить продолжительный радиоконтакт с КА и, следовательно, эффективное использование станции;
- станция должна работать круглогодично при любых климатических условиях, реальных для населенной части России;
- станция должна выполнять функции приема и обработки сигнала, общие для сигналов всех КА: сопровождение КА, прием сигнала, усиление сигнала и преобра-

зование его уровня и частоты к входным параметрам коммерческих демодуляторов/декодеров.

Таким образом, основное отличие создаваемой станции от существующих изделий будет состоять в ее существенно меньших габаритах, весе и стоимости.

ГК «СКАНЭКС» владеет несколькими программными пакетами, которые обеспечивают автоматические процессы приема и обработки спутниковых данных. Эти пакеты предназначены в первую очередь для использования профильными специалистами. В частности, одним из препятствий для внедрения данных пакетов в рамках ДК «Кружковое движение» является тот факт, что форматы данных, получаемые после их обработки, предназначены для последующего использования в соответствующем специализированном ПО для тематической обработки и дешифрирования данных. То есть получаемые «на выходе» продукты не являются изображениями в привычном понимании и не могут быть отображены привычным рядовому пользователю способом — через веб и ПО для просмотра изображений.

В рамках выполнения проекта будут разработаны дополнительные программные модули, которые обеспечат получение изображений для данных ДЗЗ, сделают более наглядным процесс обработки и упростят управление этим процессом. Также в ходе проекта будет разработан программный модуль, обеспечивающий автоматическую публикацию получаемых изображений на образовательном геопортале.

Будет создан комплексный образовательный геопортал с оперативным обновлением спутниковых данных, являющийся частью АПМК и дополняемый на определенный срок тематической информацией о водах Мирового океана и разновременными пространственными данными из открытых источников для расширения тем творческих и научно-исследовательских проектов детей. АПМК будет обеспечивать автоматическое обновление данных ДЗЗ с МКА в течение всего срока эксплуатации.

Методические материалы комплекса (проектно-ориентированное учебно-методическое пособие и программа повышения квалификации для наставников) помогут целе-

вой аудитории пользователей лаборатории — педагогам-наставникам и учащимся — научиться принимать и обрабатывать космические снимки с аппаратов ДЗЗ, в том числе с российских КА, и пользоваться геопорталом.

Первые результаты и апробация

Работы по созданию АПМК начались в августе 2018 г. И уже в феврале 2019 г. был готов опытный образец земной приемной станции (ЗПС), разработана конструкторская документация. По разработанным программам и методикам с использованием доработанного ПО управления станцией были проведены стендовые и подготовлены последующие натурные и итоговые испытания ЗПС «УниСкан-16С». Разработано ПО визуализации процесса обработки и генерации изображений.

Станция «УниСкан-16С» была установлена на территории научного парка «Сириус» к началу «Космической программы» для проведения натурных испытаний при активном использовании во время предстоящей смены участниками программы «Дежурный по планете».

1 марта 2019 г., в день старта «Космической программы», на новую станцию был осуществлен прием данных с российского космического аппарата «Аист-2Д». РКЦ «Прогресс» безвозмездно предоставил снимки с данного КА для школьников. Полученные снимки также были специально обработаны в ПО ScanEx Image Processor® и затем размещены на портале конкурса «Бельки-2019», созданном для «Космической программы» на базе ScanEx Web GeoMixer® для осуществления проектной деятельности.

2 марта 2019 г. в лаборатории космических систем парка науки и искусств «Сириус» состоялось официальное открытие нового направления по дистанционному зондированию Земли «Геоателье» и презентация главного ресурса — АПМК.

4 марта финалисты конкурса участвовали в мастер-классе по обработке данных, полученных с КА «Аист-2Д». Мастер-класс провел руководитель проекта по разработке АПМК Константин Козаченко. Ребята познакомились с ключевыми этапами процесса обработки: первичной обработкой информации (декодирование и распаковка полученной с борта КА телеметрии); анализом и калибровкой полученных данных (распаковка файлов измерительно-контрольных данных системы управления движением и формирования физического представления измерительной информации изделия «Аист-2Д»); созданием стандартного продукта (получение геопривязанного и калиброванного изображения в формате GeoTIFF).

Полученные изображения были также размещены на платформе «Цифровой глобус», разработанной ООО «МультиСкан» (член группы компаний «СКАНЭКС») при поддержке Фонда содействия инновациям.

«"Цифровой глобус", или 3D-модель земного шара, — это программный продукт, который обеспечивает визуализацию изображений планеты, — важная часть комплекса. На 3D-модели земного шара также отображается информация о местонахождении спутников в реальном времени, что позволяет планировать съемку. На "Цифровом глобусе" можно интегрировать не только спутниковые изображения, но и данные с беспилотников, а также с метеорологических станций, например, для изучения направления и силы ветров. Чтобы возможностями данного программного продукта могли пользоваться все, мы разрабатываем методические материалы», — рассказала руководитель направления «Геоателье» лаборатории «Космические системы» парка «Сириус» Наталья Евтушенко.

На мастер-классе школьники узнали об основных этапах получения данных ДЗЗ: планирование заказа и приема, получение данных на приемную станцию в режиме реального времени и обработка данных. Это позволило им более эффективно работать над проектом, так как прием и обработка данных осуществлялись на протяжении всей «Космической программы».

«Космическая программа» для школьников, в рамках которой были продемонстрированы первые результаты в разработке АПМК, проходила с 1 по 10 марта 2019 г. В ней участвовали 93 школьника из 24 регионов России. Ребята приехали с готовыми прототипами для их доработки и испытаний в научном парке «Сириус». Одним из 13 прототипов стал экологический проект «Бельки-2019», созданный с помощью технологий АПМК. Используя ресурсы и технологические возможности «Геоателье» и космические снимки, в том числе полученные на станцию приема АПМК в режиме реального времени с российского КА «Аист-2Д», школьники разработали систему, позволяющую обнаружить залежки гренландских тюленей на льдах Белого моря. Эта информация передавалась в Администрацию портов Западной Арктики, чтобы провести суда и ледоколы в обход залежек для спасения бельков — детенышей тюленей.

Результаты работы юные исследователи представили на итоговой конференции программы 10 марта 2019 г.

Большие перспективы

Предполагается, что данные с новой станции будут доступны не только участникам смен «Сириуса».

«Мы делаем эту точку доступной для всего Краснодарского края. Учащиеся, их наставники и преподаватели смогут запрашивать информацию из космоса, анализировать ее и применять в своей работе», — полагает программный директор научного парка «Сириус» Игорь Асонов.

«Геоателье» не только позволит осуществлять научную и просветительскую деятельность, но и поможет в решении практических задач.

«Есть огромный спектр задач, которые можно решать с помощью дистанционного зондирования Земли. И некоторые особенно актуальны для Сочи, — считает врио руководителя Сочинского научно-исследовательского центра РАН Олег Рыбак. — Одна из задач связана с изменением береговой линии и ширины пляжей. Около 10 лет назад пляжи в Имеретинской бухте рядом с "Сириусом" были протяженностью около 100–120 метров, сейчас они значительно меньше. Важно отследить внешние факторы влияния и сопоставить их с изменениями. Также с помощью комплекса можно идентифицировать стихийные незаконные свалки».

«Космическая программа» в парке «Сириус» — первый этап в апробации аппаратно-программно-методического комплекса «Геоателье», который создается для системы «Кружкового движения». Лаборатория, оснащенная современными космическими и веб-ГИС технологиями, позволит эффективно осуществлять не только образовательную, научно-исследовательскую, но и практико-ориентированную производственную деятельность, решать задачи государственного уровня и многочисленные прикладные и фундаментальные научные проблемы, учиться применять оборудование и программное обеспечение, используемое в крупнейших организациях России. Образовательные мероприятия лаборатории будут направлены на то, чтобы учащиеся в игровой форме творчески могли осваивать самые современные методы анализа и применения данных ДЗЗ для эффективного принятия управленческих решений в сфере экологического мониторинга.

«Геоателье» будет способствовать созданию, развитию и продвижению передовых отечественных технологий, продуктов и услуг, совершенствованию системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков.

Научный парк «Сириус» — первое учреждение, которое разворачивает на своей базе лабораторию

дистанционного зондирования с уникальным аппаратно-программно-методическим комплексом. Такая система обеспечит полноценную техническую, технологическую, методическую базу для осуществления проектной деятельности школьников по направлению ДЗЗ и подготовки наставников для проектно-кружковой работы с детьми в данной области.

На базе лаборатории будут проводиться обучающие мероприятия для педагогов-наставников и учащихся из регионов РФ, что станет основой для внедрения модели лаборатории в различные образовательные учреждения. В будущем это позволит создать сеть лабораторий, оснащенных АПМК. Также на базе лаборатории будут проводиться проектные смены для школьников по различным дисциплинам.

Технологии лаборатории будут применяться для реализации научно-исследовательских, социально-значимых экологических проектов с целью решения задач на различных территориальных уровнях для нужд отраслей народного хозяйства и экономики, таких как морская отрасль, сельское и лесное хозяйство, ЧС, мониторинг природно-территориальных комплексов и др.

- Организаторами программы «Дежурный по планете», в рамках которой состоялась «Космическая смена», являются образовательный фонд «Талант и успех» (научный парк «Сириус»), Сколковский институт науки и технологий, Фонд содействия инновациям и Госкорпорация «Роскосмос».
- Проект «Разработка земной приемной станции, программного обеспечения и учебно-методического пособия как единого аппаратно-программно-методического комплекса для организации сети лабораторий дистанционного зондирования Земли с целью организации командно-проектной деятельности школьников под руководством наставников» выполняется АО «ЦРИТ» (ГК «СКАНЭКС») в рамках НИОКР, финансируемых Фондом содействия инновациям.
- Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям) создан Правительством РФ в 1994 г. Фонд оказывает финансовую поддержку молодым инноваторам и малым предприятиям, которые занимаются высокотехнологичными разработками с потенциалом коммерциализации. ¶

В статье использованы фотографии пресс-службы ОЦ «Сириус»

ЯНВАРЬ – ДЕКАБРЬ 2019

1

В каталог «Search.Космоснимки» добавлены данные с азиатских спутников

Сервис «Search.Космоснимки» — платформа номер один в России для поиска и заказа мировой коммерческой космической съемки. В нем доступна информация почти со всех существующих оптических спутников ДЗЗ, что это приближает ГК «СКАНЭКС» к цели, заявленной при запуске каталога: если этого нет в search.kosmosnimki.ru, — этого нет вообще.

С марта в «Search.Космоснимки» стала доступна не только информация о съемке и квиклуки космических снимков широко известных и давно зарекомендовавших себя на мировом рынке операторов спутниковых систем (Госкорпорация «Роскосмос», DigitalGlobe, Airbus Defence and Space, Si Imaging), но и не так давно появившихся китайских представителей рынка данных ДЗЗ. Пользователи сервиса смогут выбирать и заказывать данные со спутниковых группировок компаний SpaceWill Info. Co., Ltd. (КА Gaofen-1/2/3/4, Huan Jing-1A/1B, ZiYuan-3 01/02, SuperView-1) и Twenty First Century Aerospace Technology Co (КА TripleSat Constellation DMC-3).

2

ГК «СКАНЭКС» завершила обновление ортофотомозаик на 11 регионов России

Весной специалисты ГК «СКАНЭКС» обновили ортофотомозаики на территории Республики Татарстан, Республики Мордовия, Карачаево-Черкессии, Кабардино-Балкарии, Северной Осетии и Алании, Краснодарского края, Волгоградской, Ульяновской, Новгородской, Нижегородской и Смоленской областей. В основе обновления — спутниковые снимки со спутников SPOT 6&7, полученные преимущественно в 2016–2017 гг.

ГК «СКАНЭКС» создает региональные ортофотомозаики на основе собственного программного обеспечения ScanEx Image Processor® (SIP) с 2013 г., используя для этого собственный архив данных и постоянно обновляемые покрытия РФ материалами космической съемки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения. Все ортофотомозаики ГК «СКАНЭКС» отвечают требованиям, предъявляемым к созданию и обновлению топографических карт и планов масштаба 1:10 000 – 1:25 000*.

** Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов ГКИНП (ГНТА) – 02-036-02.*

3

ГК «СКАНЭКС» и Airbus рассказали о деталях запуска спутников сверхвысокого разрешения Pléiades Neo

Первый этап запуска спутников со сверхвысоким разрешением Pléiades Neo, полностью финансируемых Airbus Defense and Space (Airbus DS), запланирован на 2020 г. Официальная презентация проекта в России прошла весной 2019 г. на конференции «Геодезия, картография и цифровая реальность».

Представители ГК «СКАНЭКС» и Airbus в своем докладе рассказали, что Pléiades Neo — это группировка из четырех оптических спутников, оснащенных шестью спектральными каналами и функционирующих на солнечно-синхронных орбитах на высоте 620 км. Первая пара будет запущена в 2020 г., вторая — в 2022 г. Спутники спроектированы с расчетом на 10-летний срок эксплуатации. Каждый из них способен снимать до 500 000 км^2 в день при разрешении 30 см.

Одна из отличительных особенностей Pléiades Neo — улучшенная оперативность благодаря революционной системной архитектуре, усиленной прямым доступом к службе ретрансляционной спутниковой связи SpaceDataHighway. Она была разработана в рамках государственно-частного партнерства (PPP) между Европейским космическим агентством (ESA) и Airbus DS. Pléiades Neo станет первой коммерческой группировкой спутников, оснащенной этой технологией.

Pléiades Neo дополнят созвездие спутников Airbus, уже работающее на орбите: с 2022 г. заказчикам станут доступны данные уже с шести спутников Pléiades.

ЯНВАРЬ – ДЕКАБРЬ 2019

4

«Росатомфлот» рассказал о работе геопортала Штаба морских операций на основе Морского портала Scanex Maritime

В апреле в Санкт-Петербурге состоялся Международный арктический форум – 2019, собравший более 3 600 представителей политических, научных и деловых кругов, общественности, ведущих СМИ из 52 стран. На мероприятии «Росатомфлот» представил участникам форума работу геопортала Штаба морских операций на основе проекта ГК «СКАНЭКС» — Морской портал Scanex Maritime.

ФГУП «Росатомфлот» является активным пользователем сервисов Scanex Maritime и принимал непосредственное участие в их тестировании, внося важные пожелания по усовершенствованию функционала портала под практические потребности представителей морской отрасли. Участники форума проявили большую заинтересованность в возможностях веб-платформы для помощи в организации логистики в Арктике.

5

ГК «СКАНЭКС» провела весеннее обновление сервиса Scanex AIS

Весной специалисты ГК «СКАНЭКС» добавили новую опцию сервиса — возможность отображать классификацию (легенду) отметок судов на карте по скорости движения. Такой механизм позволяет решать множество задач клиентов ГК «СКАНЭКС».

Также в Scanex AIS было добавлено еще несколько нововведений:

- отображение суточных треков всех судов на экране;
- поддержка функционала подключения фотоизображений с веб-камер, установленных на судах. Любой клиент теперь может добавить свой источник таких записей в настройки сервиса и получить возможность просматривать фотоснимки веб-камер непосредственно в веб-приложении Scanex Maritime.

6

Разработка ГК «СКАНЭКС» внесена в базу НДТ Госкорпорации «Росатом»

База НДТ (наилучших доступных технологий) — это реестр инновационных решений, продукции, современных технологий, материалов, изделий, высокотехнологичных услуг, НИОКР на поздней стадии разработки, имеющих не менее двух успешных промышленных применений, характеризующихся высокой конкурентоспособностью, рыночным потенциалом как в России, так и за рубежом и рекомендованных к широкому применению в проектах капитального строительства атомной отрасли.

На этапе предварительного отбора экспертным советом было рассмотрено 135 новых перспективных технологий в сфере индустриального строительства. Предварительный отбор прошла 51 разработка. Каждая оценивалась экспертами по 11 критериям по 5-балльной шкале. Для включения в базу НДТ допущены разработки, набравшие по результатам экспертизы средний балл 4,0 и более.

Разработка ГК «СКАНЭКС» «Оперативный спутниковый мониторинг состояния объектов строительства и эксплуатируемых промышленных объектов» вошла в состав реестра со средним баллом 4,39. На основании включения в реестр ГК «СКАНЭКС» был вручен соответствующий сертификат.

7

ГК «СКАНЭКС» и Skyeer подписали соглашение о сотрудничестве

Соглашение подписано в целях содействия сторон в развитии и внедрении в промышленность наукоемких и информационных технологий, расширении сети партнеров и потребителей продуктов, услуг и технологий, предлагаемых рынку ГК «СКАНЭКС» и Skyeer.

Компании договорились о сотрудничестве в научно-исследовательской, производственной и технологической областях в сфере дистанционного зондирования Зем-

NEW

ли (ДЗЗ), в том числе распространении данных ДЗЗ, продуктов на их основе и тематического программного обеспечения.
Skyeer — IT компания, предлагает решение для оптимизации бизнеса, основанное на применении пространственных данных и облачных геоинформационных технологий.

8

ГК «СКАНЭКС» и ZHAROV GROUP объявили о старте сотрудничества

ГК «СКАНЭКС» и ZHAROV GROUP будут сотрудничать в вопросах оказания услуг по экспертизе, в том числе для подготовки доказательной базы в коммерческих спорах, при административном, уголовном и иных судопроизводствах.
Одно из направлений деятельности ГК «СКАНЭКС» — оказание услуг по экспертизе в страховании и судебных спорах с использованием космических данных. Сотрудничество с ZHAROV GROUP — юридической компанией, специализирующейся в сфере споров по природопользованию и охране окружающей среды, а также в области космического права, усилит позиции компании в этой сфере.

9

ГК «СКАНЭКС» и Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова объявили о сотрудничестве

В рамках Транспортной недели — 2019 состоялось подписание Соглашения о сотрудничестве между ГК «СКАНЭКС» и Государственным университетом морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.
В рамках Соглашения стороны обязуются объединить научный, технический и организационный потенциалы для проведения совместных научных исследований и работ в направлении обеспечения безопасности судоходства, систем мониторинга, организации логистики в Арктическом регионе, обмена научно-технической информацией, опытом научной работы и поиска разнообразных форм научного сотрудничества, научно-практических конференций и семинаров, будут совместно заниматься разработкой и внедрением в образовательный процесс новых образовательных программ, участвовать в федеральных целевых программах и проектах.

10

Завершился второй Всероссийский конкурс для учащихся сельских школ «АгроНТИ-2019»

В Альметьевске и Белгороде подведены итоги конкурса «АгроНТИ-2019». В направлении «АгроКосмос», которое курировала ГК «СКАНЭКС» совместно с вузами-партнерами, определено 18 призеров в разных возрастных категориях.
Финалы проходили на базе детского технопарка «Кванториум» и Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина. В секции «АгроКосмос» ребята соревновались в умении использовать космические технологии для решения задач в сельском хозяйстве. Они выполняли задания, подготовленные экспертами ГК «СКАНЭКС». Компания оказывала и технологическую поддержку проекта: предоставила необходимое программное обеспечение по работе со спутниковыми снимками, разработала геоинформационный портал, где осуществлялась вся работа с данными.

11 ОКТЯБРЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ПРОШЛА КОНФЕРЕНЦИЯ «ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ В МОРСКОЙ ОТРАСЛИ»

В конференции приняло участие около 80 человек из России и Франции, прозвучало 20 докладов, в завершении мероприятия была организована дискуссия по актуальным вопросам.

Всего на конференции присутствовали представители более 30 компаний морской, нефтегазовой и космической отраслей, разработчиков геосервисов, продуктов и оборудования для спутникового мониторинга, исследовательских и учебных заведений, юридических контор, государственных структур. Спонсорами мероприятия выступили многолетние партнеры ГК «СКАНЭКС» — компании Airbus DS и Maxar Technologies. Открывал конференцию приветственным словом ректор Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова Сергей Барышников. Далее последовали выступления спикеров.

Доклад компании Airbus DS «Морские сервисы на основе спутниковой съемки для государственного и частного сектора» открывал конференцию. Его представили SAR sales manager **Andrea Celentano** и maritime marketing manager **Florian Thirion.** Гости конференции подробно узнали про оптические и радарные спутники Airbus DS. Одно из ключевых преимуществ радарных снимков — возможность сделать их круглосуточно в любую погоду. Используя все возможности космического мониторинга, можно получить дополнительную информацию, которая позволит оптимизировать стоимость морских операций.

Замдиректора Департамента навигационных космических систем (ГЛОНАСС) Госкорпорации «Роскосмос» **Валерий Заичко** рассказал про «Возможности российской космической системы ДЗЗ по предоставлению космической геопространственной информации в интересах развития морской отрасли России». В состав российской орбитальной группировки КА ДЗЗ в 2018 году входило 11 КА, белорусский КА, с характеристиками аналогичными КА «Канопус». На сегодняшний день насчитывается более 300 потребителей российских данных ДЗЗ.

С докладом «Мониторинг ледяного покрова как основа оперативного гидрометеорологического обеспечения судоходства в Арктике и замерзающих морях» выступил начальник центра «СЕВЕР» ФГБУ «ААНИИ» **Сергей Бресткин**. Он рассказал, что в СССР была создана система гидрометеорологического обеспечения (Система «Север») как одна из подсистем системы обеспечения судоходства в Арктике, которая функционирует в модернизированном виде и сегодня. В современной версии Система «Север» способна осуществлять персонализированный информационный сервис одновременно большого числа потребителей.

Sales engineer Maxar Technologies **Jeremy Bercher** представил доклад «Преимущества использования сервиса морского мониторинга от MDA». Гости конференции узнали, как с помощью веб-приложения MDA BlueHawk ™, объединяющего информацию с радиолокационного спутника RADARSAT-2, КА ДЗЗ WorldView для оптической съемки, системы слежения за перемещением судов AIS и других источников дан-

ных, можно обеспечивать глобальный морской мониторинг с целью обнаружения различных угроз.

Замдиректора — начальник Управления операционного управления и обеспечения мореплавания Дирекция СМП Госкорпорации «Росатом» **Александр Ольшевский** продолжил тему Арктики. Его презентация была посвящена «Использованию спутниковой информации при плавании во льдах в акватории Севморпути». Докладчик выделил две задачи, которые необходимо решить: разработать систему автоматического расчета маршрута движения в сложной ледовой обстановке Арктики и создать отечественный сегмент спутников с радиолокатором бокового обзора и спутников, несущих аппаратуру, способную принимать сигналы АИС-систем.

Начальник управления систем поставок нефти департамента разработки ООО «Автоматика-сервис» **Сергей Орлов** представил доклад «Цифровая трансформация логистики нефти арктических проектов». Он рассказал про интеллектуальную цифровую систему управления арктической логистикой КАПИТАН ПАО «Газпром нефть». Система формирует график движения судов на месяц за 5 минут, за два часа составляет перспективный план на 3 года с почасовой дискретностью.

Специалист по безопасности мореплавания ООО «СКФ Менеджмент СПБ» **Андрей Качура** познакомил слушателей с «Методами контроля ледовой обстановки и анализа движения судов в Арктике для выбора оптимального маршрута». В компании создана аналитическая система, в которой в режиме реального времени можно увидеть не только где находится судно, видеть ледовую обстановку вокруг него, но и получать несколько тысяч параметров по работе его механизмов.

Старший следователь-криминалист Главного управления криминалистики (Криминалистического центра) СК РФ **Виталий Кузнецов** представил доклад «Космическая съёмка как форма использования цифровых технологий в деятельности следователя». Он рассказал примеры, как следователи используют в своей работе данные ДЗЗ. Докладчик также ответил на вопрос, могут ли космические снимки быть доказательством. По его словам, космическая съемка ничем не отличается от любых цифровых изображений. Доказательством могут быть любые сведения, на основании которых можно установить данные, подлежащие доказыванию. Не требуется никакого специального закона, в котором бы прописывалось, что космическая съемка является доказательством. Данные АИС также могут быть доказательством.

Об «Опыте использования геоинформационных систем для решения прикладных задач арктического судоходства» рассказал к.т.н., доцент, начальник Управления научно-инновационной деятельности Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова **Евгений Ольховик**. Он представил данные изменения структуры и состава арктического флота: так, резко выросло количество судов ледового класса Arc7 — с 11 в 2013 году до 28 в 2018 году (планируется, что в 2024 году их будет уже 80), растет валовая вместимость арктического флота — в 2016 году она составляла 133 062, а в 2019 году — 2 149 147.

Презентация зам. генерального директора Консорциума «Интегра-С» **Андрея Привалова** была посвящена «Цифровой платформе для объектов морской отрасли». Основные продукты компании: «Интегра 4D-Планета Земля», «Интегра-Видео», «Интегра-КДД», «Интегра-СКД», «Интегра-Видео-Авто», «Интегра-Видео-ЖД». Десятки российских портов оборудованы инженерно-техническими средствами транспортной безопасности акваторий на базе ПО компании «Интегра-С».

«Цифровизация морских технологий. Действующие и перспективные разработки линейки LookOut» — такой была тема доклада заместителя генерального директора АО ГК «СервисСофт» **Сергея Макарова**. Основные преимущества экосистемы Lookout: использование решения SBD IRIDIUM, возможность построения систем с низким энергопотреблением, автономность аппаратного решения с длительным сроком эксплуатации, наличие резервного канала, создание бесплатного web–сервиса мониторинга и биллинга, открытый протокол API для интеграции.

Начальник отдела спутниковой информации ФГБУ ААНИИ **Олег Фоломеев** презентовал «Итоги летней навигации 2019 г. на трассе СМП». Он представил обзорные ледовые карты, характеризующие состояние льдов в разных районах Арктики весной-летом 2019 года.

Руководитель отдела разработки прикладного программного обеспечения ООО «Научный логистический центр» **Максим Горбачев** представил доклад «Создание комплексной информационной системы управления операционной деятельностью в морской отрасли». «Научный логистический центр» выполняет весь спектр работ по разработке автоматизированных систем и комплексов различного назначения, имеет необходимую для разработки и тестирования программного обеспечения аппаратную и стендовую базу. Основные компетенции: полный цикл от проектирования

до разработки решения и документирования, консалтинг в области процессного управления, работа с широким кругом поставщиков информации, системная интеграция, гибкий подход к разработке, глубокое понимание продуктов 1С.

Александр Топаж, зам. генерального директора по научной работе ООО «Бюро Гиперборея», выступил с презентацией на тему «Геоинформационное обеспечение задач автоматической маршрутизации судов во льдах». В докладе были представлены результаты исследования в области анализа современных перспектив применения алгоритмов математического программирования к решению задачи автоматического роутинга судов и караванов в нестационарных ледовых условиях с учетом имеющейся степени неопределенности входных данных ледового мониторинга и прогноза.

Из доклада управляющего партнера ZHAROV GROUP **Евгения Жарова** делегаты конференции узнали про «Последствия оставления в акватории неэксплуатируемого плавучего средства. От Тегеранской конвенции до судебной практики». Евгений Жаров отметил, что сам факт нахождения брошенного судна в акватории водного объекта причиняет вред указанному компоненту окружающей среды. Далее спикер подробно рассмотрел многие вопросы, которые интересовали представителей морской отрасли. Например, в какой момент судно становится отходом, какими бывают доказательства негативного влияния судов на водный объект и другие темы.

О «Развитии геоинформационных систем для обеспечения безэкипажного судоходства» рассказал к.т.н., доцент, начальник управления научно-инновационной деятельности Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова **Евгений Ольховик**. Среди проектов и технологий, направленных на исследование развития технологий безэкипажного судоходства, докладчик выделил MUNIN, Fleet Xpress (Inmarsat), ReVolt (DNV GL), YARA Birkeland (Kongsberg).

Завершил конференцию доклад генерального директора АО «Уралгеоинформ» **Павла Анашкина** на тему «ГИС как инструмент инвестиционной эффективности в хозяйственной деятельности». Спикер рассказал про электронную инвестиционную площадку ГИС «Марикультура Дальнего Востока», основные роли участников ГИС для упрощения и ускорения инвестиционных действий, принципы формирования картосновы водопользования Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (ДВРХБ), эффективность ГИС в создании единого правового и экономического пространства и перспективы ГИС в иных сферах пространственного планирования, землеустройства и природопользования. ¶

ГК «СКАНЭКС» благодарит участников конференции за проявленное к ней внимание, интересные презентации и дискуссии, ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова за помощь в организации конференции. Отдельные слова благодарности организаторы выражают спонсорам конференции.